



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**FERNANDO SILVA ALBUQUERQUE**

**QUALIDADE EM EMPRESAS DE PROJETO E SUPERVISÃO DE  
OBRAS RODOVIÁRIAS COM PAVIMENTO ASFÁLTICO**

**SUMÉ - PB  
2004**

**FERNANDO SILVA ALBUQUERQUE**

**QUALIDADE EM EMPRESAS DE PROJETO E SUPERVISÃO DE  
OBRAS RODOVIÁRIAS COM PAVIMENTO ASFÁLTICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
de Campina Grande (UFCG) como requisito  
parcial para a obtenção do título de Mestre em  
Engenharia Civil e Ambiental – Geotecnia

Orientador: Prof. Dr. José Afonso Gonçalves de  
Macedo

Co-orientadora: Profa. Dr. Aurelia Altemira  
Acuña Idrogo

**Campina Grande – PB**

**2004**

## ERRATA

Nº	Página	Status	Mudança
01	252	Alterada página inteira	Correção e adição de modelos de previsão de comportamento de materiais de pavimentação
02	405	Alterada página inteira	Correção e adição de modelos de previsão de comportamento de materiais de pavimentação

A345q

Albuquerque, Fernando Silva

2004

Qualidade em empresas de projeto e supervisão de obras rodoviárias com pavimento asfáltico / Fernando Silva Albuquerque – Campina Grande: UFCG, 2004.

2v.: ilust.

Inclui bibliografia.

Dissertação (mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) UFCG/CCT/DEC.

1. Qualidade em Empresas de Projeto e Supervisão de Obras
2. ISO 9000 3. Construção Rodoviária

CDU: 658.516.3:625.73+625.76

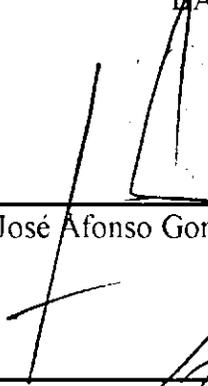
FERNANDO SILVA ALBUQUERQUE

**QUALIDADE EM EMPRESAS DE PROJETO E SUPERVISÃO DE  
OBRAS RODOVIÁRIAS COM PAVIMENTO ASFÁLTICO**

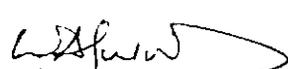
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)  
como requisito parcial para a obtenção do título de  
Mestre em Engenharia Civil e Ambiental – Geotecnia

Aprovado em Fevereiro de 2004.

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. José Afonso Gonçalves de Macedo DSc. Orientador (UFCG)

  
Prof. Aurelia Altemira Acuña Vdrogo DSc. Co-orientadora (UFPB)

  
Prof. Washington Peres Nuñez DSc. Examinador (UFRGS)

  
Prof. Nilton Pereira de Andrade PhD. Examinador (UFPB)

## DEDICATÓRIA

À minha mãe, meu pai (*in memorium*), minha esposa e meus irmãos pelo apoio, compreensão e companheirismo que me dispuseram e dispõem em todos os momentos de minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Sou grato, primeiramente, a Deus por nos dar a certeza de que tudo, quando no bem, nós podemos fazer. Ao meu Orientador, professor José Afonso Gonçalves de Macedo, e minha Co-Orientadora, professora Aurelia Altemira Acuña Idrogo, pela parceria oferecida e por me proporcionarem a oportunidade de ampliar meus conhecimentos nesta etapa de minha vida. À CAPES, pois sem esta instituição a pesquisa não poderia ser realizada. À empresa JBR Engenharia e à todos os seus colaboradores pela gentil concessão e cooperação nos trabalhos realizados. Aos professores, funcionários e alunos da área de Geotecnia da UFCG pelos conhecimentos oferecidos e amizades formadas. À minha mãe Elza, minha esposa Tatiana e meus irmãos Frank, Éricka, Kamila e Amanda por todo o otimismo e incentivo oferecidos. Ao meu pai Francisco (*in memorium*) pela certeza de que ele está sempre torcendo pelo sucesso de seus filhos.

## Confiar nos outros

“Vivo acreditando em tudo que as pessoas me dizem, e sempre me decepçono”, costumam dizer os companheiros.

É importante confiar nas pessoas; um guerreiro da luz não tem medo de decepções – porque conhece o poder de sua espada, e a força do seu amor.

Entretanto, ele consegue impor seus limites: uma coisa é aceitar os sinais de Deus, e entender que os anjos usam a boca de nosso próximo para nos dar conselhos.

Outra coisa é ser incapaz de tomar decisões, e estar sempre procurando uma maneira de deixar que os outros nos digam o que devemos fazer.

Um guerreiro confia nos outros. Porque – primeiro – confia em si.

## RESUMO

Há cerca de 10 anos, as empresas que compõem a cadeia da indústria da construção brasileira estão realizando mudanças significativas na concepção de sua gestão interna, tecnologia e relacionamento com os clientes. Aliado a esses fatores, várias normas setoriais que regem programas de implantação de sistema de gestão da qualidade estão surgindo, inclusive no setor rodoviário. Para adequarem-se a essas novas tendências e as exigências de Órgãos Rodoviários Contratantes, “Empresas Consultoras” que atuam na realização de projetos e supervisão de obras rodoviárias estão sendo levadas a implantarem ferramentas de gestão baseados na NBR ISO 9001:2000. Este trabalho desenvolveu modelos de documentos da qualidade elaborados a partir da bibliografia pertinente ao setor e validados em uma “Empresa Consultora” para comprovar a sua possibilidade de utilização em uma certificação da qualidade, mas, também, com o objetivo de agregar valor aos seus processos internos e aos beneficiados por seus serviços. Também foi realizado um estudo de caso, onde avaliaram-se os benefícios atingidos por uma empresa desse setor após a implantação de um sistema de gestão da qualidade e certificação na ISO 9001:2000. Nele aplicou-se um questionário de auto-avaliação, como o sugerido na NBR ISO 9004:2000. As respostas fornecidas pela empresa estudada refletem que o processo de implantação do sistema de gestão da qualidade conferiu melhoras expressivas em sua gestão, onde a mesma se colocava, na época da pesquisa, como uma das melhores da classe quando comparada à referências de excelência.

**Palavras-chave:** Qualidade em Empresas de Projeto e Supervisão de Obras; ISO 9000;  
Construção Rodoviária.

## ABSTRACT

For about 10 years, the companies of the Brazilian building industry network have undergone significant changes within their internal management conception, technology and relationship with their customers. Along with these factors, several sectorial rules that conduct the programs for the implementation of the quality management system are appearing, including in the road sector. To comply with these new tendencies and demands of the Public Building Societies, 'Consultancy Companies' that work on projects and supervision of roadwork have been led to implant management tools based in the NBR ISO 9001:2000. This work developed quality documents models elaborated based on pertinent bibliography of this sector and validated in a 'Consultancy Company' to prove their possibility of use in a quality certification, but, also, with the objective of valuing their internal processes and their benefited services. It has also accomplished a study case which assessed the benefits to a company of this sector after the implementation of the quality management system and ISO 9001:2000 certification. The answers provided by the studied company reflect that the process of quality management system implantation resulted in expressive improvements in its management, that disposed itself, at the research time, as one of the best of the class when compared to excellence reference.

**Key-words:** Quality in Companies of Buildings Project and Supervision; ISO 9000;  
Roadwork.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b>	xiv
<b>LISTA DE TABELAS</b>	xv
<b>GLOSSÁRIO DE TERMOS, ABREVIATURAS E SIGLAS</b>	xvi
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	xviii
<b>CAPÍTULO 1</b>	1
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	2
1.1 Justificativa do Trabalho	3
1.2 Objetivos	6
1.2.1 Objetivo Geral	6
1.2.2 Objetivos Específicos	7
1.3 Hipóteses de Trabalho	7
1.4 Limitação do Trabalho	7
1.5 Estruturação do Trabalho	8
<b>CAPÍTULO 2</b>	9
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	10
2.1 Aspectos Técnicos da Construção de Rodovias	10
2.1.1 Histórico do Rodoviarismo Brasileiro	10
2.1.2 Construção Rodoviária	12
2.1.3 Projetando uma Rodovia	15
2.1.3.1 Fase Preliminar	17
2.1.3.2 Fase de Anteprojeto	17
2.1.3.3 Fase de Projeto	17
2.1.3.4 Atividades Necessárias nas Diversas Etapas de Projeto	18
2.1.4 Supervisionando uma Rodovia	23
2.1.4.1 Fiscalização Técnica	24
2.1.4.1.1 Implantação Física do Projeto	24
2.1.4.1.2 Controle de Campo no Desenvolvimento dos Serviços	26
2.1.4.1.3 Ensaio de Campo e Laboratório	47
2.1.4.1.4 Vistoria Final e Liberação da Obra ou Subtrechos	50
2.1.4.2 Fiscalização Administrativa	50
2.1.4.2.1 Medições	50

2.1.4.2.2	Acompanhamento de Cronogramas Físicos e Financeiros	52
2.2	Qualidade na Construção	53
2.2.1	O Conceito de Qualidade	53
2.2.2	Qualidade no Setor da Construção	54
2.2.2.1	Conjuntura Atual	54
2.2.2.2	Estrutura do Setor	56
2.2.3	A ISO	57
2.2.4	A Série NBR ISO 9000	58
2.2.4.1	A Abordagem da Série NBR ISO 9000	58
2.2.4.2	Método de Controle de Processos	60
2.3	Qualidade em Projetos e Supervisão de Obras Rodoviárias	63
2.3.1	O Sistema de Gestão da Qualidade	63
2.3.2	Diagnóstico, Planejamento e Implantação do Sistema	64
2.3.3	Padronização e Documentação do Sistema	65
2.3.3.1	Documentação do sistema	66
2.3.4	Política, Objetivos, Metas e Indicadores da Qualidade	68
2.3.4.1	Política da qualidade	69
2.3.4.2	Objetivos da qualidade	69
2.3.4.3	Metas do sistema da qualidade	70
2.3.4.4	Indicadores da qualidade e produtividade	71
2.3.5	Responsabilidade, Autoridade e Competência	76
2.3.5.1	Responsabilidade e Autoridade	76
2.3.5.2	Competência	76
2.3.6	Os Recursos para a Qualidade	79
2.3.7	Requisitos do Cliente	80
2.3.8	Qualidade em Aquisições e Contratações	81
2.3.9	Qualidade na Realização do Produto: Projeto e Supervisão	83
2.3.9.1	Planejamento do produto	83
2.3.9.2	Realização do projeto	85
2.3.9.3	Realização da supervisão de obra	90
2.3.10	Assistência Pós-Entrega	94
2.3.11	Medição da Satisfação dos Clientes	95
2.3.12	Auditoria Interna	96

2.3.13 Não-Conformidades, Ações Corretivas e Ações Preventivas	100
2.3.14 Análise de Dados	102
2.3.14.1 Ferramentas para Análise de Processos	103
2.3.14.1.1 Conceitos	103
2.3.14.1.2 Gráfico de Pareto	103
2.3.14.1.3 Diagrama de Causa e Efeito	104
2.3.14.1.4 Diagrama de Dispersão	105
2.3.14.1.5 Gráfico de Controle	105
2.3.15 Análise Crítica pela Direção	107
<b>CAPÍTULO 3</b>	109
<b>3. METODOLOGIA DE PESQUISA</b>	110
3.1 Considerações Iniciais	110
3.2 Métodos Científicos	110
3.3 Pesquisa Bibliográfica	111
3.4 Pesquisa de Campo	113
3.4.1 Caracterização da Empresa Estudada	113
3.4.2 Validação do Modelo	115
3.4.3 Avaliação do SGQ da Empresa Estudada	116
3.5 Resumos das Atividades	117
<b>CAPÍTULO 4</b>	119
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	120
4.1 Modelos de Documentação do SGQ de Empresas Consultoras	120
4.1.1 Manual da Qualidade	120
4.1.2 Plano da Qualidade	124
4.1.3 Procedimentos Operacionais	125
4.1.3.1 PO de Análise da Oportunidade de Negócio	128
4.1.3.2 PO de Planejamento da Qualidade	129
4.1.3.3 PO de Suprimento de Materiais, Equipamentos e Serviços	129
4.1.3.4 PO de Admissão e Treinamento	130
4.1.3.5 PO de Controle de Equipamentos	130
4.1.3.6 PO de Desenvolvimento de Projetos	131
4.1.3.7 PO de Execução de Serviços Administrativos em Obra	132
4.1.3.8 PO de Vistoria Final	132

4.1.3.9 PO de Verificação de Serviços Prestados	133
4.1.3.10 PO de Assistência Pós-Serviço	133
4.1.3.11 PO de Auditorias Internas	134
4.1.3.12 PO de Avaliação da Satisfação dos Clientes	134
4.1.4 Documentação Complementar	135
4.2 Avaliação do SGQ da Empresa Estudada	136
<b>CAPÍTULO 5</b>	138
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	139
5.1 Resultados Alcançados	139
5.2 Sugestões	141
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	143
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	144
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b>	148
<b>APÊNDICES</b>	153
APÊNDICE A – Estudos de Tráfego	154
APÊNDICE B – Estudos Topográficos	168
APÊNDICE C – Estudos Geotécnicos	191
APÊNDICE D – Projeto Geométrico	198
APÊNDICE E – Terraplanagem	238
APÊNDICE F – Projeto de Pavimentos Asfálticos	248
APÊNDICE G – Orçamento da Obra	255
APÊNDICE H – Terraplenagem – Corte	264
APÊNDICE I – Terraplenagem – Aterro	267
APÊNDICE J – Terraplenagem – Empréstimo	269
APÊNDICE K – Pavimentação – Regularização do subleito	271
APÊNDICE L – Pavimentação – Reforço do subleito	275
APÊNDICE M – Pavimentação – Sub-base e Base Estabilizada Granulometricamente	277
APÊNDICE N – Pavimentação – Base de Macadame Hidráulico	279
APÊNDICE O – Pavimentação – Imprimação e Pintura de Ligação	286
APÊNDICE P – Pavimentação – Revestimento em Concreto Betuminoso	288
APÊNDICE Q – Infra-estrutura para serviço	290
APÊNDICE R – Técnicas Estatísticas	296

<b>ANEXOS</b>	308
ANEXO I – Planejamento e Implantação do Sistema	309
ANEXO II – Manual da Qualidade	320
ANEXO III – Plano da Qualidade	345
ANEXO IV – Requisitos dos Clientes	354
ANEXO V – Planejamento para a Prestação dos Serviços	359
ANEXO VI – Aquisição, Recebimento e Manuseio de Materiais/ Equipamentos e Contratação de Serviços	364
ANEXO VII – Seleção e Treinamento	374
ANEXO VIII – Controle de Equipamentos de Produção, Medição e Ensaio	383
ANEXO IX – Realização de Projetos	389
ANEXO X – Medição de serviços executados, análise do andamento da obra e do desempenho da executora	407
ANEXO XI – Vistoria Final da Obra	414
ANEXO XII – Verificação dos Serviços Prestados	418
ANEXO XIII – Assistência Técnica	422
ANEXO XIV – Auditorias Internas da Qualidade	428
ANEXO XV – Análise da Satisfação dos Clientes	435
ANEXO XVI – Verificação de Serviços em Obra	440

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

<b>FIGURA 1</b>	– Hierarquia entre as empresas envolvidas em uma obra rodoviária	14
<b>FIGURA 2</b>	– Fluxo de contratação e atividades em uma obra rodoviária	15
<b>FIGURA 3</b>	– Amarração do eixo da rodovia	25
<b>FIGURA 4</b>	– Locação de seção transversal	26
<b>FIGURA 5</b>	– Ciclo da Qualidade na Indústria da Construção	56
<b>FIGURA 6</b>	– Modelo de um sistema de gestão da qualidade baseado em processo	59
<b>FIGURA 7</b>	– Ciclo PDCA	60
<b>FIGURA 8</b>	– Melhoria Contínua	61
<b>FIGURA 9</b>	– Ilustração do fluxo do processo de gestão de um programa de auditoria	97
<b>FIGURA 10</b>	– Visão geral das atividades típicas de auditoria	98
<b>FIGURA 11</b>	– Visão geral do processo vindo da coleta de informações até atingir a conclusão da auditoria	99
<b>FIGURA 12</b>	– Gráfico de Pareto	104
<b>FIGURA 13</b>	– Diagrama de Causa e Efeito	104
<b>FIGURA 14</b>	– Diagrama de Dispersão	105
<b>FIGURA 15</b>	– Gráficos de Controle: (a) processo sob controle; e (b) processo fora de controle	106
<b>FIGURA 16</b>	– Macro-fluxo de processos típico de empresas consultoras	112
<b>FIGURA 17</b>	– Pirâmide hierárquica da documentação do sistema	113
<b>FIGURA 18</b>	– Malha viária do estado de Pernambuco	114
<b>FIGURA 19</b>	– Detalhe do trecho da BR-232 que sofreu melhoramentos e duplicação (Recife – Caruaru) e do subtrecho que a empresa ficou responsável pelo projeto e fiscalização (Gravatá – Bezerros)	115
<b>FIGURA 20</b>	– Desenvolvimento da documentação para SGQ em Empresas Consultoras	117
<b>FIGURA 21</b>	– Avaliação da situação da empresa estudada após a implantação do SGQ	118
<b>FIGURA 22</b>	– Capítulos do Manual da Qualidade	123
<b>FIGURA 23</b>	– Tópicos e Anexos de Planos da Qualidade	125
<b>FIGURA 24</b>	– Tópicos do Procedimento Operacional	126

**LISTA DE QUADROS**

<b>QUADRO 1</b>	Estudos realizados na Fase Preliminar	16
<b>QUADRO 2</b>	Estudos realizados na Fase de Anteprojeto	16
<b>QUADRO 3</b>	Estudos realizados na Fase de Projeto	16
<b>QUADRO 4</b>	Atividades da fiscalização técnica	23
<b>QUADRO 5</b>	Atividades da fiscalização administrativa	24
<b>QUADRO 6</b>	Controle do serviço de corte	28
<b>QUADRO 7</b>	Controle do serviço de empréstimo	29
<b>QUADRO 8</b>	Controle do serviço de aterro	31
<b>QUADRO 9</b>	Controle do serviço de regularização do subleito	32
<b>QUADRO 10</b>	Controle do serviço de reforço do subleito	34
<b>QUADRO 11</b>	Controle do serviço de sub-base estabilizada granulometricamente	35
<b>QUADRO 12</b>	Controle do serviço de base estabilizada granulometricamente	36
<b>QUADRO 13</b>	Controle do serviço de base de macadame hidráulico	38
<b>QUADRO 14</b>	Controle do serviço de imprimação	41
<b>QUADRO 15</b>	Controle do serviço de pintura de ligação	41
<b>QUADRO 16</b>	Controle do serviço de revestimento em concreto betuminoso	43
<b>QUADRO 17</b>	Agentes e fontes poluidoras	46
<b>QUADRO 18</b>	Ensaio de controle de execução de pavimentos asfálticos	48
<b>QUADRO 19</b>	Critérios de medição dos serviços de execução	51
<b>QUADRO 20</b>	Indicadores de capacitação e de desempenho	72
<b>QUADRO 21</b>	Notas e critérios utilizados na planilha de auto-avaliação do SGQ da empresa	117
<b>QUADRO 22</b>	A documentação do sistema da qualidade	127
<b>QUADRO 23</b>	A documentação complementar do sistema da qualidade	135

## GLOSSÁRIO DE TERMOS, ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>5S's</b> –	Programa Japonês de Implantação de Conceitos da Qualidade
<b>ABNT</b> –	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>ASQ</b> –	<i>American Society for Quality</i>
<b>Benchmarking</b> –	Prática de cópia de processos de outras empresas
<b>Brainstorming</b> –	Prática de colocação de idéias sem restrições
<b>CCO</b> –	Curva Característica de Operação
<b>Check-list</b> –	Formulário com itens de verificação
<b>CIS</b> –	Certificado de Inspeção de Serviço
<b>DAER</b> –	Departamentos Autônomos de Estradas de Rodagem (Estadual)
<b>DER</b> –	Departamento de Estradas de Rodagem (Estadual)
<b>DNER</b> –	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (atual DNIT)
<b>DNIT</b> –	Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transporte (antigo DNER)
<b>Empreendimento</b> –	Projeto ou serviço de supervisão contratado a empresa
<b>ES</b> –	Norma de Especificação de Serviço do DNIT
<b>Feedback</b> –	Prática de retroalimentar informações
<b>FORM</b> –	Formulário
<b>INMETRO</b> –	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
<b>IPR</b> –	Instituto de Pesquisas Rodoviárias
<b>ISO</b> –	<i>International Organization for Standardisation</i>
<b>Just in Time</b> –	Programa Japonês de preservação de estoque zero
<b>Kaizen</b> –	Palavra japonesa com o significado de Melhoria Contínua
<b>M</b> –	Manual
<b>ME</b> –	Norma de Método de Ensaio do DNIT
<b>MFQ</b> –	Movimento Francês para a Qualidade
<b>Modelo de Documentos</b> –	Documentos para o Sistema de Gestão da Qualidade desenvolvidos na pesquisa
<b>NBR</b> –	Norma Brasileira
<b>NQA</b> –	Nível de Qualidade Aceitável

<b>NR</b> –	Norma Regulamentadora
<b>OCC</b> –	Organismo de Certificação Credenciado
<b>PBQP-H</b> –	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
<b>PDCA</b> –	Iniciais das palavras inglesas <i>Plan, Do, Check e Action</i>
<b>PLAN</b> –	Planilha
<b>PO</b> –	Procedimento Operacional
<b>PQ</b> –	Plano da Qualidade
<b>PQE</b> –	Plano da Qualidade do Empreendimento
<b>PRO</b> –	Norma de Procedimento do DNIT
<b>QUALIOBRA</b> –	Programa Estadual da Qualidade e Produtividade no Habitat de Sergipe
<b>RBC</b> –	Rede Brasileira de Calibração
<b>Sebrae</b> –	Serviço de Apoio as Micro e Pequenas Empresas
<b>SENAI</b> –	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
<b>SGQ</b> –	Sistema de Gestão da Qualidade
<b>SIQ</b> –	Sistema de Qualificação
<b>TPM</b> –	Iniciais de palavras inglesas que significa Manutenção Produtiva Total

**LISTA DE SÍMBOLOS**

	- Processo;
	- Processo Alternativo;
	- Decisão;
	- Dados;
	- Processo Predefinido;
	- Armazenamento Interno;
	- Documento;
	- Vários Documentos;
	- Terminação;
	- Preparação;
	- Entrada Manual;
	- Operação Manual;
	- Conector;
	- Conector Fora de Página;
	- Dados Armazenados;
	- Seta de Seqüência de Processos ou Atividades.

# Capítulo 1

---

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a cadeia produtiva do setor da indústria da construção brasileira, de uma forma geral, vem sofrendo mudanças expressivas em sua gestão interna e nas técnicas utilizadas.

Com a maior exigência por parte dos consumidores diretos, sociedade, como também dos indiretos, órgãos contratantes, com relação à qualidade dos produtos oferecidos pelos responsáveis pela produção, está havendo grande necessidade da adequação dos projetos fornecidos, dos materiais utilizados e dos serviços executados a esta nova tendência.

Os maiores benefícios são observados quanto ao maior rendimento e diminuição dos desperdícios por parte das empresas devido ao alto grau de informações fornecidas em projeto para a execução, exigência de maior qualidade por parte dos produtos utilizados em obra, maior especialização do pessoal envolvido na execução das obras e supervisão dos serviços e satisfação da sociedade por utilizar melhores produtos.

Segundo Souza & Abiko (1997), a qualidade da obra como um todo é resultante das soluções e detalhes fornecidos pelo projeto, planejamento e gerenciamento da obra, da organização do canteiro de obras, das condições de higiene e segurança do trabalho, da correta operacionalização dos processos administrativos em seu interior, do controle do recebimento e armazenamento de materiais e equipamentos e da qualidade da execução de cada serviço específico do processo de produção.

Quando se fala de obras rodoviárias, deve-se entender que existe a participação de quatro interventores diretos (empresas) no processo de construtivo: contratante (cliente), projetista, executora e uma empresa supervisora responsável pelo acompanhamento e fiscalização da obra.

Em muitos casos, o projeto e a supervisão da obra rodoviária podem ser assumidos por uma única empresa consultora (ver capítulo 2, seção 2.1.2).

Essas empresas consultoras participam do processo licitatório para o projeto da obra e, quando para a execução da obra, também participam da licitação para supervisão da mesma e recebem a responsabilidade de sua fiscalização técnica e administrativa.

De acordo com a situação apresentada, esta pesquisa propõe o desenvolvimento de modelos de documentação da qualidade que dão suporte ao manual da qualidade, tais como planos da qualidade para empreendimentos, procedimentos operacionais, formulários e planilhas, os quais, quando devidamente utilizados, facilitam à obtenção de padrão adequado de qualidade

em empresas que realizam projetos e supervisão de obras rodoviárias e atendendo as necessidades próprias à essas empresas, aos seus clientes e a uma possível certificação em normas de gestão da qualidade.

### **1.1. Justificativa do Trabalho**

Entre os setores da indústria brasileira, o que mais vem investindo em programas setoriais da qualidade é o da cadeia da construção civil.

Várias normas que regem Sistemas de Gestão da Qualidade para empresas construtoras vêm sendo instituídas desde o ano de 1998, apoiadas pela Caixa Econômica Federal e por Órgãos Públicos que têm o poder de compra, e culmina, no ano de 2003, com vários estados brasileiros aderindo ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H). Pode-se citar, por exemplo, o QUALIOP – Bahia, ParáOBRAS – Pará, QUALIOBRA – Sergipe, QUALIHAB – São Paulo, QUALIPAV – Rio de Janeiro etc.

O site do PBQP-H (PBQP-H, 2003), em 20/10/2003, já registrava um número de 1.311 empresas com seus SGQ certificados em todo o Brasil, sendo 156 deles na região Nordeste.

Essas normas contemplam, em sua grande maioria, empresas construtoras. Porém, vêm se estendendo à empresas de fornecimento de materiais e agora de serviços de consultoria, como é o caso de empresas de projetos, gerenciamento de obras, fiscalização etc.

O próprio Departamento Nacional de Infra-Estrutura Rodoviária (DNIT) está em fase de finalização da elaboração de projetos de norma prevendo a necessidade de implantação de SGQ em empresas que realizam tanto a construção, quanto o projeto e supervisão de suas obras, como uma forma de também conduzir essas empresas à condição de melhor atender às necessidades dos órgãos rodoviários brasileiros, participando assim do esforço nacional de modernização das indústrias brasileiras.

Além disso, tem-se visto que os consumidores finais estão cada vez mais exigentes com a qualidade dos serviços prestados por essas empresas, inclusive no setor público.

Aliada a este panorama favorável tem sido observada a preferência, por parte dos órgãos com poder de compra (contratantes do serviço público rodoviário), de realizarem a contratação de uma mesma empresa para representá-lo na realização do projeto e para a fiscalização dos serviços da empresa executora da obra. Isto pode ser justificado pelo fato de que a mesma empresa se apresenta mais apta a realizar as duas funções por causa da familiarização já existente com o projeto executado.

Isto reforça a necessidade de realizar uma adaptação dos conceitos e modelos de documentação utilizados em pesquisas desenvolvidas em empresas projetistas de edifícios (Baía & Melhado, 1998), bem como dos desenvolvidos para empresas de construção civil (Souza & Abiko, 1997, e Souza et alii, 1994), respectivamente, para a realidade dos processos de projeto e supervisão de obras rodoviárias, de forma que atendam as necessidades discutidas e que sirvam de apoio a implantação do SGQ em tais empresas consultoras.

Os benefícios que podem ser alcançados por empresas consultoras que implantam SGQ e convenientemente controlam seus processos, são relativos às mudanças acontecidas em sua gestão interna, o que viriam à proporcionar melhoras nos setores de recursos humanos, comercial, de suprimento, planejamento, técnico e diretoria, tais como:

a) Recursos Humanos:

- clareza das responsabilidades e autoridades de cada função na empresa;
- ambiente de trabalho mais estável e confortável para o serviço dos funcionários pela definição e provisão dos recursos necessários para cada atividade, promovendo, também, um aumento no nível de satisfação destes;
- maior nível de instrução dos funcionários, ampliando suas competências, a partir dos treinamentos oferecidos; e
- diminuição no número de acidentes no trabalho e de falhas acarretadas pelas desinformações relativas às atividades de sua função.

b) Comercial:

- ampliação de parâmetros para decisões relativas a continuidade da concorrência em licitações, pois há uma pré-análise da viabilidade do empreendimento, dos preços mínimos que pode-se aplicar, de tempo estimado para a realização do empreendimento, disponibilidade dos recursos necessários etc.;
- estabelecimento de canais de comunicação mais amplos com os clientes, como forma de reconhecer as suas necessidades; e
- *feed-back* relativo ao grau de satisfação que a empresa pode atingir junto aos cliente na sua atuação no empreendimento.

c) Suprimentos:

- seleção e avaliação racional dos fornecedores de materiais, equipamentos e serviços com relação a sua capacidade;
- estabelecimento de parcerias com fornecedores, proporcionando relações de ganho mútuo;
- especificações de compra e contratação mais amplas, diminuindo as dúvidas geradas durante o fornecimento; e
- maior orientação para o manuseio e acondicionamento adequados de produtos adquiridos, diminuindo a segregação dos mesmos.

d) Planejamento do Empreendimento:

- realização de um planejamento prévio para a definição das atividades e dos recursos necessários a execução de projetos ou dos serviços e supervisão de obras; e
- canal de comunicação mais eficiente entre os responsáveis pela condução dos empreendimentos e as diretorias da empresa, relativos ao desempenho do empreendimento, necessidades de disponibilização de recursos, dificuldades etc.

e) Prestação de Serviço de Desenvolvimento de Projetos:

- possibilidade de solucionar os problemas construtivos potenciais antes de iniciar a obra;
- racionalização e simplificação do método construtivo através de sugestões sobre o projeto adotado;
- análise prévia da disponibilidade de mão-de-obra, equipamentos, infra-estrutura, fornecedores etc. ainda na fase de projeto, os quais serão necessários à realização da obra;
- especificação de materiais e serviços de execução, além de seus quantitativos; e
- estabelecimento de métodos e maior preocupação com a realização de análise crítica e verificações dos projetos desenvolvidos pela empresa, antes da entrega ao cliente.

f) Prestação de Serviço de Supervisão de Obras:

- redução dos custos da prestação dos serviços pela sua racionalização atingida tanto pelo padrão a ser seguido (procedimento), quanto pelo treinamento disponibilizado aos agentes executores dos serviços, o que trás a possibilidade de sua repetibilidade;

- maior controle dos serviços executados pelas construtoras, o que proporciona a diminuição de custos futuros relativos a reparação de falhas e com assistência técnica;
- fornecimento para a empresa executora de informações amplas e suficientes para a execução segura e racional da obra; e
- devolução, aos engenheiros residentes, à sua atuação técnica na obra.

g) Assistência Técnica:

- redução de falhas detectáveis pelo cliente nos projetos e medições fornecidos com a adoção da sistemática de análise crítica e verificação dos mesmos, o que reduz, também, custos futuros com a realização de correções;
- planejamento para prestação dos serviços de assistência técnica, o que diminui, substancialmente, o tempo gasto neste processo;
- apropriação dos custos relacionados à esses serviços, o que deve retornar ao setor de planejamento e entrar nos custos finais do empreendimento; e
- satisfação dos clientes pelo tratamento adequado de suas solicitações.

h) Diretoria:

- maior conhecimento, por parte dos Diretores, do desempenho geral da empresa, pois haverá disponibilização de dados relativos ao sistema colhidos em auditorias internas, serviços de assistência técnica e diretamente nos demais setores da empresa; e
- ganhos na comunicação entre diretoria e demais funções da empresa com a atuação do Representante da Direção (ver capítulo 2, seção 2.2.5.5.1), o qual é responsável por disseminar todas as decisões da diretoria e retroalimentar informações a ela.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

O objetivo principal desta pesquisa é:

- desenvolver modelos de documentos da qualidade necessários aos processos de empresas consultoras para a realização de projetos e supervisão de obras rodoviárias, e avaliar, através um questionário de auto-avaliação, o Sistema de Gestão da Qualidade de uma empresa deste setor, após o processo de certificação na NBR ISO 9001:2000.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- avaliar a aplicabilidade do processo de auto-avaliação do sistema de gestão da qualidade sugerido na norma NBR ISO 9004:2000, em empresa de projeto e supervisão de obras rodoviárias;
- definir diretrizes para a realização dos processos básicos de empresas consultoras e inseri-los nos modelos de procedimento;
- desenvolver formulários padrão para serem utilizados em controle da qualidade de estudos de engenharia rodoviária, projetos geométricos e projetos de pavimentação de obras rodoviárias; e
- desenvolver formulários padrão para serem utilizados em controle da qualidade na execução de serviços de locação, terraplanagem e pavimentação asfáltica em obras rodoviárias.

### **1.3. Hipóteses de Trabalho**

Segundo Castro (2001), hipótese de trabalho é o que se espera encontrar no final da pesquisa proposta, baseado em pesquisas prévias e no entendimento daquilo que está sendo pesquisado, ou seja, é uma proposição admitida como dado de um problema.

Neste trabalho as hipóteses admitidas são assim apresentadas:

- a abordagem sistêmica dos processos da empresa permite a identificação das interfaces entre todos os seus processos, assim como de lacunas no conhecimento necessário para a melhoria de desempenho do processo de projeto e supervisão de obras; e
- o processo de auto-avaliação do sistema de gestão da qualidade sugerido na NBR ISO 9004:2000 é aplicável à empresas de projeto e supervisão de obras rodoviário.

### **1.4. Limitação do Trabalho**

A principal limitação deste trabalho é que os elementos básicos e diretrizes para o desenvolvimento dos modelos de documentação necessários aos processos do sistema de gestão da qualidade de empresas consultoras, atuantes na realização de projetos e supervisão de obras rodoviárias, foram os mesmos utilizados para o caso de empresas de projetos e

construção de edifícios, pois não foi identificado qualquer modelo já desenvolvido e correlacionado ao tema estudado na bibliografia consultada.

Outra limitação do trabalho é que os modelos de documentação desenvolvidos não foram utilizados em qualquer empresa consultora, só havendo uma aplicação destes em paralelo aos utilizados por uma empresa estudada, isto sendo realizado já no processo de validação dos modelos.

Todavia vale salientar que são inerentes as diferenças existentes entre quaisquer empresas, mesmo aquelas que atuam num mesmo setor, tendo então os modelos de documentação da qualidade desenvolvidos na pesquisa a função de servir como um guia e não como um padrão.

### **1.5. Estrutura do Trabalho**

A estrutura deste trabalho foi dividida da seguinte forma:

- **capítulo 1** – É composto pela introdução ao trabalho, sua justificativa, os objetivos, as hipóteses admitidas e suas limitações. Ainda é apresentada a estrutura do trabalho;
- **capítulo 2** – Nele é descrita toda a fundamentação teórica do trabalho, apresentado um breve histórico da construção rodoviária no Brasil, as particularidades existentes na interface entre os intervenientes da construção de rodovias, conceitos relativos às disciplinas existentes em projetos de rodovias e às atividades desenvolvidas na supervisão destas obras. Além disso, apresentam-se os conceitos de cada requisito do SGQ voltados a realidade das empresas consultoras estudadas;
- **capítulo 3** – Descreve o método de pesquisa utilizado na realização deste trabalho. São apresentados tanto a forma e as diretrizes de como desenvolver os modelos de documentação propostos nesta dissertação, quanto o método a ser utilizado na validação dos mesmos. Ainda são apresentadas as diretrizes adotadas no estudo de caso para a realização do processo de auto-avaliação da empresa estudada;
- **capítulo 4** – São apresentados os resultados desta pesquisa, ou seja, os modelos de documentação que foram desenvolvidos para um SGQ de empresas consultoras atuantes na realização de projetos e supervisão de obras rodoviárias. São apresentados, também, os resultados relativos ao estudo de caso realizado; e
- **capítulo 5** – Apresenta as considerações finais deste trabalho e recomendações para futuras pesquisas.

# Capítulo 2

---

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Aspectos Técnicos da Construção de Rodovias

#### 2.1.1. Histórico do Rodoviarismo Brasileiro

No Brasil Colônia, o processo de construção de pavimentos mais comum era a utilização do processo de calçamento de ruas.

Segundo Medina (1988), em 1861, a primeira estrada de rodagem brasileira foi construída, a União e Indústria, entre Petrópolis e Juiz de Fora (144km), com aplicação do processo construtivo do engenheiro escocês MacAdam. Possuía, também, sarjetas de alvenaria e valetas de contorno.

O processo idealizado por James L. MacAdam em 1816, mais conhecido como Macadame, consistia na colocação de pedras marroadas justapostas no leito da estrada, numa espessura de 25cm e acima do terreno natural, com declividade transversal de cerca de 1,4%. As pedras deveriam ter cerca de 100g e capazes de passar por um anel de 5cm. Elas eram espalhadas com pá e eram comprimidas pelo tráfego. O subleito ficava bem acima do terreno natural de modo a evitar a ação da água. Rolagem prévia só foi introduzida na Inglaterra em 1830, com rolos puxados por cavalos.

Entre 1903 e 1906 o Eng.º Francisco Pereira Passos, na qualidade de prefeito do Rio de Janeiro, iniciou uma reforma urbanística utilizando pedras importadas de Portugal (Medina, 1988).

Ele também foi quem iniciou o calçamento asfáltico no Brasil.

No início do século XX as mais comuns técnicas de calçamentos asfálticos eram: lençol asfáltico (*sheet asphalt*), ladrilhos de asfalto Fênix, ladrilhos de asfalto Amsterdam, asfalto comprimido, asfalto sistema Metz, asfalto *caout chouté*, tijolos de São Paulo, tijolos de argila Glasgow, paralelepípedos de asfalto (*Societé Mines d'Asphalte*) e paralelepípedos de asfalto comprimido (Medina, 1988).

Em 1913 iniciou-se a construção da rodovia Santos – São Paulo com leito macadamizado. Em 1922 iniciou-se a obra da estrada Rio – Petrópolis já em pavimento de concreto. Em pavimento de concreto também seguiram a estrada Itaipava – Teresópolis, RJ, Porto Alegre – São Leopoldo, RS, com largura de 3m (Medina, 1988).

A história, propriamente dita, do rodoviarismo no Brasil iniciou com a promulgação do Decreto Lei Nº 8.463, de 27 de Dezembro de 1945, que instituiu o Fundo Rodoviário

Nacional e com a reorganização do DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem) dando-lhe *status* de Autarquia, com autonomia financeira. Isto proporcionou, também, a criação e reorganização dos Órgãos Rodoviários Estaduais, nos moldes do DNER, bem como a elaboração de seus respectivos Planos Rodoviários (Medina, 1988 e Prego, 2001).

O revestimento asfáltico sobre base de material granular, foi desenvolvido pelo *U.S. Corps of Engineers* durante a II Guerra Mundial, após definição do método de dimensionamento de pavimentos flexíveis, avaliando a capacidade de suporte do material de subleito através do Índice de Suporte Califórnia – ISC.

Utilizando este novo método de dimensionamento e a técnica de pavimentação mecanizada, a Rodovia Rio – Bahia, 1.700km, foi a primeira rodovia a ligar Nordeste e Sudeste (Medina, 1988 e Prego, 2001).

O ano de 1950 foi marcado pelo “início da execução de pavimentos em escala industrial no Brasil, da organização de grandes firmas e, também, a execução da primeira base em solos estabilizados” (Prego, 2001).

Segundo Prego (2001), o fator negativo mais marcante que ocorreu durante a “explosão” da construção rodoviária no Brasil foi a falta de qualidade e a baixa durabilidade dos pavimentos, acentuada, também, por carência de normas de procedimento para a execução dos serviços de pavimentação.

Com a construção da “Via Dutra”, nova Rio – São Paulo entre 1950 e 1951, foi quando surgiram as primeiras técnicas de projeto e controle de execução de pavimentação rodoviária, onde os dois ensaios bastante utilizados no dimensionamento de pavimentos flexíveis foram introduzidos, os quais são o ISC e o ensaio Marshall (Prego, 2001).

Em meados de 1960 surgiram as primeiras normas e publicações do DNER, sobretudo para serviços de obra e processos licitatórios, porém os projetos continuavam a ser elaborados depois da contratação das construtoras (Prego, 2001), demonstrando a pouca atenção dada a essa fase tão importante da construção rodoviária.

Nesta mesma época houve a fundação do IPR e o envio das primeiras turmas de engenheiros do DNER aos E.U.A, dando início ao amadurecimento técnico para o projeto e a execução de pavimentos.

Hoje o país já possui fábricas de asfalto e de emulsão asfáltica, equipamentos corpo técnico para projeto e empresas construtoras com vasta experiência.

Além disso, o acervo técnico do DNER, atualmente DNIT (Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transporte), é vasto, contendo procedimentos para projeto, execução, supervisão de obras e, também, referentes à processos administrativos.

Segundo Souza (1999), o rodoviarismo no Brasil, sem dúvidas, é o mais importante recurso de transporte utilizado, tanto por passageiros (utilizado por 95% do total), quanto no transporte de cargas (utilizado para 60% do total), mas se encontra um tanto quanto desprezado pelo poder público. Só para se ter uma idéia, Guimarães (2001) afirma que a extensão das estradas no país é de aproximadamente 1.700.000km, sendo que apenas 165.000 km são pavimentadas, indicando-se que ainda tem muito por se fazer.

Devido a grande importância deste setor para a economia do país, juntamente a atual escassez de recursos para investimentos, aliado a exigências cada vez maiores dos usuários finais das rodovias, o DNIT já vem adotando uma nova postura para a abordagem em obras rodoviárias. Esta postura diz respeito à implantação de normas relacionadas a Sistema de Gestão da Qualidade em empresas diretamente ligadas a execução da obra (projetistas, supervisoras e construtoras).

A aplicação dessas normas poderão garantir a opção de contratação de empresas que tenham o compromisso de realizar seus trabalhos de forma transparente, permitindo a melhoria contínua nos processos relacionados às técnicas adotadas e organização da obra e a sensível redução dos custos finais.

Esses benefícios são proporcionados por toda uma conjuntura de controle dos processos internos da empresa que acabam por diminuir, substancialmente, os erros praticados, pois o acompanhamento de indicadores que refletem a qualidade do produto é constante.

Isto realmente representará um “divisor de águas” na história da pavimentação brasileira, na medida que seja alcançado o nível de qualidade adequado ao empreendimento contratado, numa espécie de parceria do poder público com empresas privadas, envolvendo para isso responsabilidades mútuas.

### **2.1.2. Construção Rodoviária**

A construção de rodovias, principalmente aquelas em que o contratante é um órgão público responsável pela gerência de transportes, normalmente é derivada de uma necessidade tecnicamente comprovada.

No caso do projeto de uma rodovia, esta necessidade surge com o intuito de dar acompanhamento ao crescimento econômico de uma região no âmbito do escoamento de produtos agrícolas, minerais em geral, produtos varejistas e industriais, como também para criar infra-estrutura em uma região como forma de incentivo ao turismo e interligação para o simples acesso de passageiros.

Em muitos casos essas necessidades são majoradas ou simplesmente subjugadas por interesses políticos diversos, os quais não são o objetivo deste trabalho.

Logo que os recursos são liberados, são lançados, também, os editais para concorrência de empresas interessadas em realizarem o projeto, execução e supervisão da obra. Também, o edital pode prever a realização de divisão da obra em subtrechos, onde várias empresas, das diversas especialidades, podem contribuir com a construção rodoviária, visando, assim, ao órgão público melhor avaliar a sua gama de fornecedores.

A empresa projetista é a que fica responsável por realizar o projeto de engenharia da obra rodoviária. Normalmente esta empresa fica responsável por todas as etapas do projeto, podendo subcontratar terceiros para a realização de algumas especialidades. Esta empresa deve trabalhar suprindo as necessidades expressadas pela contratante e pelos estudos por ela realizados.

Cabe a empresa de projeto, também, realizar o acompanhamento da obra, o qual é “direito assegurado ao autor do projeto correspondente ou a seus prepostos, para garantir que a execução da obra esteja de acordo com as condições, especificações e demais pormenores técnicos estabelecidos no projeto, direito que pode ser exercido ou não” (IPR 700/100, 1997).

A empresa construtora é responsável por realizar a prestação de serviço de execução em obra. Esta é a empresa que mobiliza os maiores recursos de obra e deve se reportar diretamente à contratante ou ao seu representante.

Por fim, destina-se uma empresa que será a responsável por realizar a supervisão da obra de engenharia rodoviária.

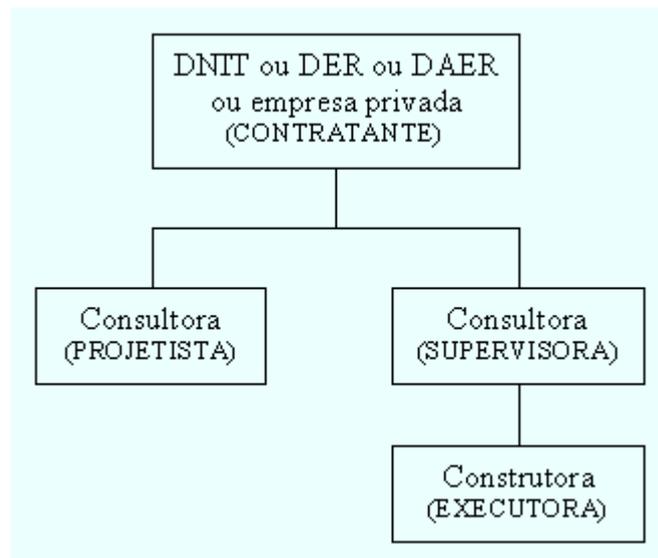
Supervisão deve ser entendida como a “fiscalização técnica e fiscalização administrativa, quando a cargo de uma firma consultora para tal fim contratada pelo órgão responsável pela obra e única responsável perante a contratante por ambas as funções” (IPR 700/100, 1997).

A fiscalização administrativa é o “exame atento ao cumprimento de cronogramas físicos e financeiros do contrato de construção por parte da firma empreiteira e preparo de medições

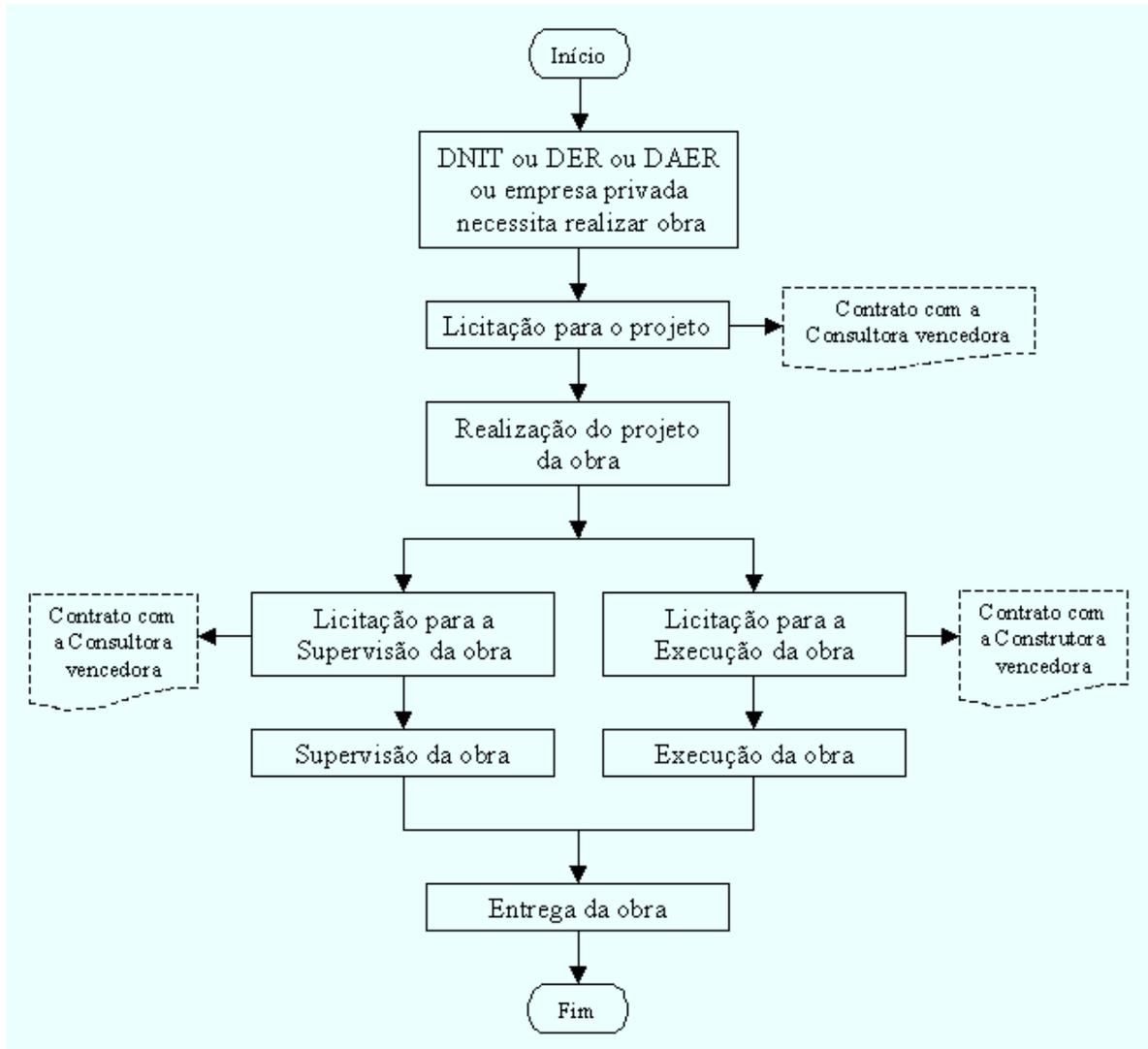
dos serviços realizados e aceitos, com encaminhamento das mesmas às autoridades superiores” (IPR 701/100, 1997), e a fiscalização técnica é o “exame atento da execução dos serviços de responsabilidade de terceiros, que demanda conhecimento técnico especializado e experiência prévia” (IPR 701/100, 1997).

Veza por outra, as tarefas de projeto e supervisão da obra são encarregadas a uma única empresa, devido ao fato desta estar melhor capacitada a realizar dois serviços simultâneos, tão interligados e dependentes. Tal empresa pode ser conhecida apenas por consultora.

Levando-se em consideração esta última situação em que uma única empresa fica responsável por realizar o projeto e a supervisão de obras, a hierarquia que determina o relacionamento entre os envolvidos em uma obra rodoviária pode ser explicitado através da figura 1 e o fluxo que determina a rotina de contratação e atividades das empresas envolvidas na realização da obra pode ser observada na figura 2.



**FIGURA 1 – Hierarquia entre as empresas envolvidas em uma obra rodoviária.**



**FIGURA 2 – Fluxo de contratação e atividades em uma obra rodoviária.**

### 2.1.3. Projetando uma Rodovia

Como em projetos de qualquer área, o início do projeto de uma rodovia se dá pela manifestação de uma necessidade.

Manifestada essa necessidade, aí é que se procede a realização do projeto, o qual não se resume apenas a estudos (topográficos, de traçado, geotécnicos, hidrológicos etc.) e projetos (geométrico, de drenagem, de pavimentação, de obras-de-arte especiais etc.), mas, também, da realização de estudo dos fatores sócio-econômicos e, principalmente, da sustentabilidade ambiental.

Segundo a IPR 707/20 (1999), é recomendável que o projeto de uma rodovia seja composto por três fases distintas: preliminar (quadro 1), anteprojeto (quadro 2) e projeto (quadro 3), todas compostas por estudos necessários ao seu escopo.

Os objetivos da realização de todas essas etapas estão na necessidade de levantar e gerar os dados necessários para se implantar uma rodovia nova ou melhorar rodovias existentes.

De acordo com isso, pode-se observar, nas seções 2.1.3.1, 2.1.3.2 e 2.1.3.3, quais as finalidades de cada etapa destacada nos quadros 1, 2 e 3.

#### **QUADRO 1 – Estudos realizados na Fase Preliminar.**

Estudos realizados na Fase Preliminar
Estudos de Tráfego <sup>(1)</sup>
Estudos Geológicos
Estudos Hidrológicos
Estudos Preliminares de Engenharia para Rodovias (Estudos de Traçado) <sup>(1)</sup>
Projeto Geométrico <sup>(1)</sup>
Componente Ambiental de Projetos de Engenharia Rodoviária
Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica

Fonte: IPR 707/20 (1999).

#### **QUADRO 2 – Estudos realizados na Fase de Anteprojeto.**

Estudos realizados na Fase de Anteprojeto
Estudos Topográficos para Anteprojeto <sup>(1)</sup>
Estudos Preliminares de Engenharia para Rodovias (Estudos de Traçado) <sup>(1)</sup>
Restituição Aerofotogramétrica e Apoio de Campo para Anteprojeto da Rodovia
Componente Ambiental dos Projetos de Engenharia Rodoviária

Fonte: IPR 707/20 (1999).

#### **QUADRO 3 – Estudos realizados na Fase de Projeto.**

Estudos realizados na Fase de Projeto
Estudos Topográficos <sup>(1)</sup>
Estudos Geotécnicos <sup>(1)</sup>
Projeto Geométrico <sup>(1)</sup>
Projeto de Terraplanagem <sup>(1)</sup>
Projeto de Drenagem
Projeto de Pavimentação (Pavimentos Flexíveis) <sup>(1)</sup>
Projeto de Interseções, Retornos e Acessos
Projeto de Obras-de-Arte Especiais

Estudos realizados na Fase de Projeto
Projeto de Sinalização
Projeto de Paisagismo
Projeto de Defensas e Barreiras
Projeto de Cercas
Projeto de Desapropriação
Orçamento da Obra <sup>(1)</sup>
Plano de Execução da Obra <sup>(1)</sup>
Avaliação e Dimensionamento de Obras-de-Arte Especiais Existentes
Projeto de Sinalização da Rodovia Durante a Execução de Obras e Serviços
Componente Ambiental dos Projetos de Engenharia Rodoviária

Fonte: IPR 707/20 (1999).

OBS.: <sup>(1)</sup> Nos APÊNDICES de A a G estão discutidos, detalhadamente, os procedimentos mais utilizados na execução desses estudos e projetos.

### **2.1.3.1. Fase Preliminar**

A fase preliminar caracteriza-se pela coleta e análise de dados existentes sobre a região em que pretende-se realizar a obra e para o fim de interesse, com a finalidade de escolher o traçado para a rodovia (IPR 707/20, 1999).

Nesta etapa preparam-se relatórios contendo a descrição e plantas dos estudos efetuados na área, bem como o plano de trabalho para o prosseguimento do projeto. Este será fundamentado nos resultados obtidos e nas recomendações dos estudos realizados, com foco em uma análise econômica resumida (IPR 707/20, 1999).

### **2.1.3.2. Fase de Anteprojeto**

Esta fase do projeto da rodovia constitui-se em, aprovadas as conclusões e recomendações da fase preliminar, iniciar um estudo mais aprofundado das alternativas de traçado julgadas convenientes na fase preliminar, visando definir a diretriz mais viável sob aspectos econômicos, técnicos, sociais e culturais, para que seja realizada a fase de projeto definitivo (IPR 707/20, 1999).

### **2.1.3.3. Fase de Projeto**

A fase de projeto constitui-se na última e mais minuciosa e abrangente etapa de projeto de uma rodovia.

Ela é iniciada após a definição da melhor diretriz a ser explorada para a implantação de uma rodovia nova ou o seu melhoramento, caso já exista.

Nesta fase serão definidos todos os elementos técnicos que constituem a rodovia, seus custos, itens de controle de execução etc.

É realizado por uma equipe bastante abrangente e multidisciplinar, pois constitui-se de estudos e projetos de várias competências.

#### **2.1.3.4. Atividades Necessárias nas Diversas Etapas de Projeto**

As atividades que constituem as etapas do projeto de uma rodovia têm como objetivos realizarem estudos e processamento de dados necessários para a implantação ou melhoramento das mesmas. Resumidamente, cada atividade constitui-se de (IPR 707/20, 1999):

- estudo de tráfego – tem como objetivo analisar o tráfego para estudos de viabilidade e projetos de engenharia de nova rodovia, ou de melhoramentos de rodovia existente, a fim de fornecer todos os dados necessários para: avaliar a suficiência do sistema de transportes existente; servir de subsídio, em conjunto com os estudos topográficos, para definição do traçado e padrão da rodovia; definir a classe de rodovia a ser implantada ou reabilitada; dimensionar as características técnicas; determinar as características operacionais da rodovia, como esta se adaptará às demandas nos anos estabelecidos como horizonte do projeto; e servir de insumo para a análise de viabilidade econômica;
- estudos geológicos – envolve primeiramente: coleta e pesquisa de dados; interpretação de fotografias aéreas; e investigação de campo. Em uma etapa subsequente, mediante aprovação dos trabalhos anteriores, deve-se realizar: planos de sondagem para reconhecimento; mapeamento geológico de acordo com os dados obtidos; descrição geológica da região, relacionando as identificações realizadas e os fatores que propiciaram a formação geológica da região; recomendações para solução de problemas construtivos da rodovia decorrentes da formação geológica da região; desenvolvimento do estudo para atender a problemas localizados; e conclusões e recomendações requeridas pelo projeto.
- estudos hidrológicos – a primeira etapa consiste em realizar: coleta dados hidrológicos; avaliação do vulto das obras-de-arte especiais em cada alternativa definida nos estudos de traçado. Na segunda etapa são concluídos e apresentados os estudos hidrológicos, constituindo-se de: processamento de dados pluviométricos; processamento de dados

fluviométricos; e análise dos dados processados, obtendo-se período de recorrência de cheias, o tempo de concentração das bacias, o coeficiente de deflúvio e a determinação das descargas das bacias;

- estudos topográficos para anteprojeto – servem para dar suporte às análises de viabilidade e ao projeto de engenharia rodoviária realizados com a abrangência da fase anteprojeto. Desenvolvem-se em uma única fase, logo após a definição preliminar dos traçados a serem estudados e podem ser realizados por levantamento topográfico por processo aerofotogramétrico ou por levantamento topográfico convencional;
- restituição aerofotogramétrica e apoio de campo para anteprojeto de rodovia – é realizada no início da fase de anteprojeto, após a definição do eixo do anteprojeto geométrico. Suas etapas se constituem na implantação de uma poligonal planimétrica principal, implantação de uma poligonal planimétrica secundária topográfica, implantação de uma linha de nivelamento com RRNN e restituição aerofotogramétrica;
- estudos topográficos para projeto – dão suporte ao desenvolvimento da fase de projeto da rodovia. Os mesmos devem ser desenvolvidos em uma única fase, logo após a definição do anteprojeto geométrico. A sua execução deve ser realizada por processo convencional de topografia e, também, referido à rede básica topográfica levantada na fase de anteprojeto, constando de: locação da linha selecionada dos anteprojetos geométricos; nivelamento e contranivelamento do eixo de locação; levantamento de seções transversais; amarrações dos pontos notáveis; levantamento das dimensões das caixas em ocorrências de materiais; levantamentos específicos (áreas para postos de polícia, balança e pedágio; locais para interseção e acessos; postos de serviço e estacionamento; cursos d'água etc.); e cadastro topográfico da faixa de domínio;
- estudos geotécnicos – são divididos em duas fases distintas. Na primeira fase, anteprojeto, estes estudos devem ser realizados para as alternativas selecionadas referenciados aos estudos geológicos e consistirão de estudo de subleito e estudo de empréstimos e ocorrências de materiais. Na fase seguinte, projeto, realizam-se os mesmos estudos da fase anterior, só que mais minuciosamente, além de estudo de fundação dos aterros, estudo dos locais das fundações das obras-de-arte especiais e estudo de estabilidade dos taludes. Vale aqui ressaltar a importância dos ensaios de campo e/ou laboratório apropriados aos materiais do marco teórico de referência empregado na fase de projeto;

- estudos preliminares de engenharia para rodovias (estudos de traçado) – neste deve-se realizar: a definição das diretrizes tecnicamente possíveis da rodovia; a determinação da viabilidade física das alternativas indicadas como sendo as adequadas pelos estudos de tráfego para a ligação rodoviária proposta; a definição de algumas soluções básicas para a elaboração de trabalhos mais detalhados nos estudos posteriores do projeto final; e a estimativa dos custos aproximados de construção e de desapropriação para fins de avaliação econômica e financeira;
- projeto geométrico – o projeto geométrico de uma rodovia deve ser realizado em três fases distintas. A primeira fase, preliminar, terá a finalidade de, a partir de plantas e fotografias existentes, definir as diretrizes tecnicamente possíveis da rodovia, as quais são submetidas a uma análise técnico-econômica para seleção da mais adequada. Na segunda fase, a de anteprojeto, realiza-se um aprofundamento do estudo do corredor selecionado na fase preliminar, com base na restituição aerofotogramétrica ou exploração topográfica realizada, obtendo-se as características geométricas mínimas necessárias e, caso possível, materializando a linha de exploração. Na última fase, a de projeto, é definida a linha onde a rodovia será implantada, a partir dos dados do anteprojeto, sendo realizado o projeto planialtimétrico resultante da locação do anteprojeto geométrico selecionado, a determinação das seções transversais do projeto e o detalhamento dos elementos especiais do projeto (retornos e acessos em nível, terceiras faixas de tráfego e *tapers*);
- projeto de terraplanagem – é desenvolvido em duas fases (anteprojeto e projeto). Neles devem ser determinados os volumes de terraplanagem, o dos locais de empréstimos e bota-fora e devem ser apresentados quadros de distribuição e orientação do movimento de terra. Para a última fase, também torna-se necessário o cálculo das distâncias de transporte, a apresentação dos detalhes das seções transversais-tipo e soluções particulares de inclinação de taludes, alargamento de cortes, esplanadas, fundações de aterro, bem como realizar o projeto de proteção da natureza, na execução da terraplanagem;
- projeto de drenagem – o projeto de drenagem é dividido em duas etapas distintas. Na primeira etapa, de anteprojeto, deve-se realizar a concepção do projeto de drenagem, fazer um estudo dos condicionantes contidos nos demais estudos e projetos de engenharia realizados para a rodovia, um estudo das alternativas e escolha da melhor solução a ser adotada. Na última fase, a de projeto, deve-se realizar o dimensionamento dos elementos de drenagem, os seus desenhos de execução, determinar as especificações, quantitativos e custos da implantação destes elementos e realizar um plano de execução da obra;

- projeto de pavimentação (pavimentos flexíveis) – deve ser desenvolvido em duas fases distintas, sendo a primeira a de anteprojeto e a segunda de projeto. As atividades constantes no projeto de pavimentação compreendem: a concepção à base teórica envolvida; seleção das ocorrências de materiais a serem indicadas no projeto; dimensionamento e concepção do projeto por subtrecho homogêneo; e cálculo dos volumes e distâncias de transporte dos materiais empregados;
- projeto de interseções, retornos e acessos – este projeto também deve ser dividido em duas etapas distintas. Na primeira, anteprojeto, é realizado um esboço gráfico planialtimétrico com dimensionamento e tratamento de todos os elementos geométricos do projeto, tais como, pistas, acostamentos, faixas de mudança de velocidade, faixa de domínio, superelevações, canteiros, ilhas e seções transversais típicas, nos pontos notáveis de interseções. Na segunda fase, de projeto, é realizado o detalhamento da concepção realizada na fase anterior, o estudo de tráfego para o local da implantação e o projeto executivo contendo todas as especialidades necessárias;
- projeto de obras-de-arte especiais – este projeto deve ser dividido em três fases distintas. Na primeira, fase preliminar, são efetuadas coletas de elementos básicos indispensáveis à elaboração do projeto, tais como as necessidades da população e localização de implantação no terreno, além dos elementos topográficos, hidrológicos, geotécnicos, características técnicas da rodovia, disponibilidade de mão-de-obra etc. Na segunda fase, de anteprojeto, realiza-se a concepção do projeto, o estudo de alternativas para a travessia, estudo das soluções estruturais exequíveis, o pré-dimensionamento das alternativas selecionadas, com estimativas de quantidades e custos e total justificativa para cada solução, escolha da solução, elaboração do memorial de cálculo estrutural da solução adotada e elaboração dos desenhos contendo os elementos topográficos, geotécnicos, hidrológicos, geométricos, de drenagem superficial e da estrutura. A última fase, de projeto, constitui-se em um detalhamento da solução escolhida no anteprojeto pelo órgão contratante e consiste em atividades de cálculos estruturais, confecção de desenhos, especificações técnicas, determinação de quantitativos, orçamento e plano de execução, todos com o maior nível de detalhes possível;
- projeto de sinalização – compreende as seguintes atividades: projeto de sinalização horizontal das vias, interseções e acessos; projeto de sinalização vertical das vias, interseções e acessos; e projeto de sinalização dinâmica por semáforos e Painéis de Mensagens Variáveis (PMV);

- projeto de paisagismo – na fase de anteprojeto, é realizado o levantamento qualitativo das potencialidades e dificuldades relacionadas com o tratamento paisagístico da rodovia para cada alternativa definida nos estudos de traçado, em função de como é estabelecida a concepção do projeto de paisagismo. Já na fase de projeto é realizado um levantamento topográfico da área que sofrerá a intervenção e, seqüencialmente, realiza-se o projeto de paisagismo com todos os elementos necessários, a determinação das especificações técnicas, levantamento de quantitativos, o orçamento e o plano de execução da obra;
- projeto de defensas e barreiras – é executado em uma única fase e consta da execução de desenho-tipo e elaboração de notas de serviço. As defensas podem ser simples (dotada de uma só superfície de deslizamento) ou dupla (dotada de duas superfícies de deslizamento), e a sua superfície de deslizamento, composta por guia, rampa e mureta, tem a propriedade de receber o impacto dos veículos desgovernados desacelerando e devolvendo-os à pista. Quanto às condições de execução, podem ser moldada *in loco* (executadas com auxílio de formas fixas ou deslizantes) ou pré-moldadas (construídas com peças pré-moldadas);
- projeto de cercas – o projeto de cercas é executado em uma única fase e consta da execução de desenho-tipo e elaboração de notas de serviço. Elas podem ser com mourões de eucalipto ou de concreto armado e com arame farpado simples ou com aço zincado;
- projeto de desapropriação – o projeto de desapropriação tem por objetivo definir e especificar os serviços de avaliação de imóveis nos trechos urbanos ou rurais, com a finalidade de fornecer os elementos necessários à execução do processo administrativo de indenização por desapropriação das áreas necessárias à implantação do projeto de engenharia rodoviária correspondente;
- orçamento da obra – o orçamento da obra deve ser realizado em três fases consecutivas, sendo a fase preliminar, de anteprojeto e de projeto, respectivamente, com o nível de abrangência requerido por cada fase, bem como, com os dados disponíveis nestas. O orçamento constitui-se de uma pesquisa de mercado para os insumos, do cálculo dos custos unitários dos serviços, do estudo dos custos de transporte e do orçamento propriamente dito;
- plano de execução da obra – o planejamento da obra é realizado de uma só vez, compreendendo as seguintes atividades: elaboração do plano de ataque dos serviços; elaboração de cronogramas executivos; e dimensionamento e *lay-out* das instalações necessárias à execução dos serviços;

- avaliação e dimensionamento de obras-de-arte especiais existentes – esta etapa deve ser realizada em duas fase consecutiva. Na primeira, anteprojeto, realiza-se um coleta de dados sobre as obras-de-arte existentes, o processamento e análise dos dados coletados e as conclusões e recomendações cabíveis. Na fase de projeto realiza-se redimensionamento das obras-de-arte especiais existentes, caso necessário;
- projeto de sinalização da rodovia durante a execução de obras e serviços – O projeto é elaborado, integralmente, na fase de projeto de engenharia da rodovia e consta de sinalização que orientará os usuários e a equipe de construção quanto ao uso do trecho nos segmentos em obras. Esta sinalização terá como primeira finalidade a segurança do tráfego, além de contribuir para o aumento da produtividade da equipe de construção; e
- componente ambiental dos projetos de engenharia rodoviária – constitui-se de duas fases consecutivas. A primeira fase dos estudos ambientais consiste na elaboração do diagnóstico ambiental da área de influência direta do empreendimento e nas avaliações das ocorrências cadastradas nos levantamentos ambientais e dos impactos ambientais que poderão decorrer com a execução das obras planejadas, visando a proposição de medidas de proteção ambiental. A segunda fase consiste no detalhamento e orçamento das medidas de proteção ambiental, quer corretivas, quer preventivas, indicadas nos “Estudos Ambientais”, objetivando a reabilitação/recuperação do passivo ambiental e a execução das obras de forma ambientalmente correta.

#### 2.1.4. Supervisionando uma Rodovia

A supervisão de uma rodovia envolve uma fiscalização no âmbito administrativo e técnico da obra, como visto na seção 2.1.2.

Os quadros 4 e 5 apresentam as atividades mais “comuns” realizadas em fiscalizações técnicas e administrativas, detalhadas nas seções seguintes.

**QUADRO 4 – Atividades da fiscalização técnica.**

Serviços realizados
Implantação física do projeto (locação, nivelamento e seções)
Controle de campo no desenvolvimento dos serviços <sup>(1)</sup>
Ensaio de campo e laboratório para controle da qualidade
Vistoria final e liberação da obra ou subtrechos

OBS.: <sup>(1)</sup> Os serviços apresentados serão apenas os de terraplanagem e pavimentação asfáltica, os quais fazem parte do escopo da pesquisa. Os APÊNDICES H a P apresentam como deve-se proceder na execução desses serviços.

**QUADRO 5 – Atividades da fiscalização administrativa.**

Serviços realizados
Medições
Acompanhamento de cronogramas físicos e financeiros

**2.1.4.1. Fiscalização Técnica**

2.1.4.1.1. Implantação Física do Projeto

“A locação do eixo deverá ser feita com estaqueamento de 20 metros em 20 metros e com estacas fracionárias nos pontos singulares como: PC, PT, TS, SC, CS, ST, margens de travessia de cursos d’água, estradas de ferro, fundo de talwegues etc.” (IPR 696/100, 1996).

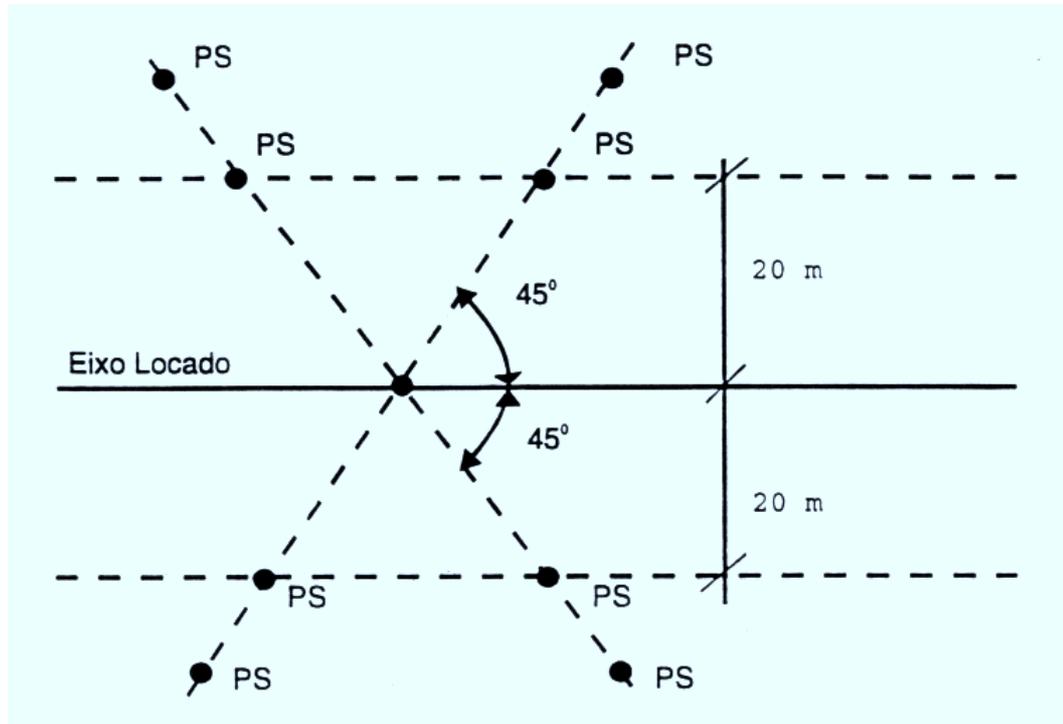
O processo de locação de curvas deverá ser feito através do processo de deflexão sobre a tangente.

“A mudança de instrumento far-se-á sempre com piquetes, constituídos de madeira de boa qualidade, de 3 a 6cm de diâmetro e 15 a 20cm de comprimento, cravados até o topo ficar ao nível do terreno natural. A 25cm dos piquetes são cravadas as estacas testemunhas com cerca de 60cm de comprimento, providas de entalhe onde se escreverá, de baixo para cima, o número correspondente. A testemunha ficará à esquerda do estaqueamento no sentido crescente de sua numeração e com o número voltado para o piquete. Nas encostas, as estacas ficarão a montante dos piquetes. Serão sempre amarrados os pontos: TS, ST, PC, PT e, no caso de tangentes longas, um ponto de 2km em 2km. A amarração deverá ser feita por *pontos de segurança* situados a mais de 20 metros do eixo da rodovia, de modo a não serem afetados pelos serviços de implantação (figura 3)” (IPR 696/100, 1996).

Segundo a IPR 696/100 (1996), cada um dos alinhamentos de amarração deverão conter quatro piquetes no mínimo, sendo dois de cada lado e distanciados de no mínimas 10 metros um do outro, adotando-se para esse alinhamento a deflexão de 45° com o eixo locado.

Segundo a IPR 696/100 (1996), deve-se nivelar todos os piquetes do alinhamento e as lâminas d’água dos cursos de água atravessados de acordo com referências de nível, normalmente espaçadas de mil em mil metros e ficar afastadas de pelo menos 30m do eixo.

“Todas as estacas deverão ser contraniveladas. A diferença de cotas, entre o nivelamento e o contranivelamento verificado no RN não deverá exceder de 2cm por quilômetro de distância. Em cada trecho de 10km essas diferenças devem-se compensar de modo a que não ultrapassem 5cm. Nos piquetes a diferença de cotas é de 5cm” (IPR 696/100, 1996).



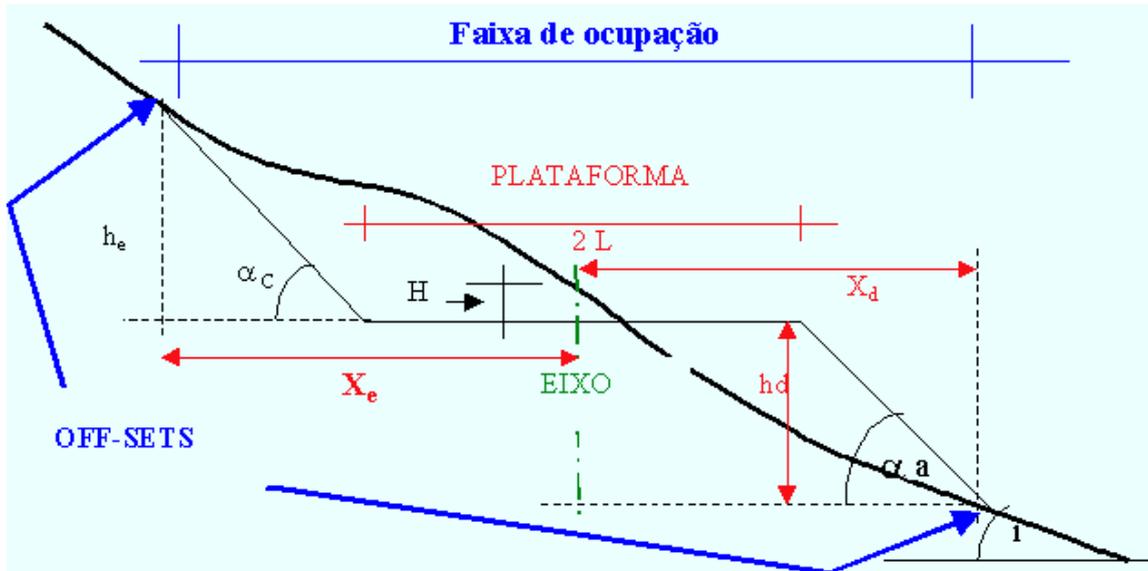
**FIGURA 3 – Amarração do eixo da rodovia (Fonte: IPR 696/100, 1996)**

O lançamento de seções transversais é realizado a partir do eixo locado, onde deve-se realizar a marcação dos pontos de *off-set* (figura 4), garantindo sua conservação, pois as estacas do eixo vão desaparecer durante a terraplanagem.

A marcação correta dos pontos de *off-set* é importante porque a correção de erros é muito onerosa. O erro máximo admissível na altura do *off-set* de corte é 10cm. Superfícies côncavas ou convexas nos taludes de corte, ou nos de aterro, não são permitidas, nem são pagas modificações nos volumes previstos no projeto.

Para a marcação dos *off-sets* são necessários notas de serviço, com indicação da cota vermelha  $H$  (altura de corte ou aterro, no eixo), da largura da plataforma, do ângulo de talude de corte ( $\alpha_c$ ) e ângulo de talude de aterro ( $\alpha_a$ ).

A inclinação transversal do terreno ( $i$ ) é determinada no local, quando irregularidades do terreno não o impedem (nesse último caso, os *off-sets* são determinados por nivelamento geométrico e por tentativas).



**FIGURA 4 – Localização de seção transversal.**

#### 2.1.4.1.2. Controle de Campo no Desenvolvimento dos Serviços

Este é um trabalho realizado por engenheiros supervisores, fiscais de campo e equipe de topografia. Trata-se de realizar o controle tecnológico, geométrico e visual dos serviços que estão sendo executados pela empresa responsável, bem como o acompanhamento do manejo ambiental recomendado pelas normas relacionadas à cada serviço.

Esse controle deve ser aplicado aos materiais, os quais sofrem processamento e são aplicados nos serviços, e ao método executivo adotado, excluindo-se aqui o controle na aquisição de materiais, sendo o mesmo de responsabilidade da executante.

Para tanto, torna-se necessário, primeiramente, determinar os itens de controle de cada serviço a ser fiscalizado.

Além disso, como na engenharia rodoviária a quantidade e extensão dos serviços é muito alta, é necessária, também, a aplicação de técnicas estatísticas (ver APÊNDICE R), tais como planos de amostragem.

Porém, antes de iniciar a apresentação do conteúdo disposto nas normas DNER-ES para a verificação de serviços de obra, vale salientar que o controle tecnológico referenciado nas mesmas é apropriado à pavimentos projetados pelo método do ISC, ou, como mais conhecido, pelo método do DNER ou do CBR. Segundo Soares et alii (2000), caso o dimensionamento da estrutura tenha sido feito mecanisticamente, o controle de construção, camada a camada, por equipamentos medidores de deflexão pode indicar eventuais deficiências ou não concordâncias entre o comportamento previsto dos materiais e o comportamento obtido no

campo, permitindo eventuais ajustes. Então, os ensaios de ISC devem ser substituídos por ensaios de deflexão como uma forma de verificar os parâmetros definidos nos memoriais de projeto para cada camada do pavimento. Ainda, na última camada construída, a de rolamento, deve-se realizar outro ensaio de deflexão para verificar o seu valor total para o pavimento. O tipo de ensaio de deflexão e os segmentos homogêneos indicados no projeto também devem ser respeitados.

Soares (2000) ainda indica a Viga Benkelman para a avaliação de deflexões nas camadas do pavimento, mesmo não tendo a precisão e rapidez de equipamentos como FWD (*Falling Weight Deflectometer*), devido a sua simplicidade de utilização, baixo custo e larga divulgação no país.

A fiscalização de pavimentos projetados pelo método mecanístico também requer a realização de ensaios triaxiais de carga repetida, para a verificação do módulo de resiliência de solos, e compressão diametral de carga repetida, para a verificação do módulo de resiliência e análise de fadiga de misturas betuminosas (Pinto & Preussler, 2002).

Nos itens que se seguem, as normas do DNER ainda falam sobre a classificação de solos pelo método da HRB (*Highway Research Board*). O mesmo utiliza o IG (Índice de Grupo) e os índices de consistência como critério de diferenciação de solos. Esses critérios não são apropriados para o caso de classificação para solos de origem tropical. A própria IPR 697/100 (1996) recomenda a utilização do método de classificação de solos de origem tropical formulado por Nogami e Villibor, denominado método MCT (Miniatura, Compactado, Tropical), o qual retrata a peculiaridade de solos quanto ao comportamento saprolítico e laterítico, quantificando propriedades importantes para uso em serviços rodoviários.

Na seqüência são determinados os pontos críticos de alguns serviços de terraplanagem e pavimentação e seus itens e métodos de controle, todos em função do disposto nas normas DNER-ES (Especificações de Serviço do DNER), para as suas condições de início, o seu desenvolvimento e sua liberação final.

#### a) Cortes

Cortes são segmentos que requerem escavação do terreno natural para se alcançar a linha definida no projeto geométrico, definindo-se assim transversal e longitudinalmente o corpo estradal (IPR 696/100, 1996).

O quadro 6 apresenta a forma utilizada na norma DNER-ES 280/97 para a realização da supervisão dos serviços de corte, juntamente com seus pontos críticos, bem como seus itens e métodos de controle e os critérios e tolerâncias para a sua aceitação.

**QUADRO 6 – Controle do serviço de corte.**

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Condições de início</b>			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, a presença de blocos de rocha, empoçamentos de águas e se os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza já estão concluídos	Superfície totalmente limpa	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Solos inadequados e rochas	Verificar, visualmente, se ao nível da plataforma dos cortes há ocorrência de rocha, sã ou em decomposição, ou de solos com expansão maior que 2%, baixa capacidade de suporte ou de solos orgânicos	Executar o rebaixamento, respectivamente, da ordem de 0,40m e 0,60m, e execução de novas camadas, constituídas de materiais selecionados	-
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Cotas de Eixos e Bordos	Verificar as cotas de eixo e bordos em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Solo: $\pm 5cm$ Rocha: $\pm 10cm$
Largura do Corte	Verificar a largura para cada semi-plataforma em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico.	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	+20cm
Aspecto Geral	Verificar, visualmente, o acabamento das superfícies, atentando para que estejam desempenadas, sem depressões ou saliências.	Superfície totalmente plana	-

Quanto a preservação do meio ambiente na execução de cortes, a norma citada recomenda os seguintes procedimentos:

- quando houver excesso de material de cortes e for impossível incorporá-los ao corpo dos aterros, serão constituídos bota-foras, devidamente compactados. Preferencialmente as áreas a eles destinadas serão localizadas a jusante da rodovia;
- os taludes dos bota-foras deverão ter inclinação suficiente para evitar escorregamentos;
- os bota-foras devem ser executados de forma a evitar que o escoamento das águas pluviais possam carrear o material depositado, causando assoreamentos;
- deverá ser feito revestimento vegetal dos bota-foras, inclusive os de 3ª categoria, após conformação final, a fim de incorporá-los à paisagem local;

- o trânsito dos equipamentos e veículos de serviço, fora das áreas de trabalho, deverá ser evitado tanto quanto possível, principalmente, onde houver alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico; e
- o revestimento vegetal dos taludes, quando previsto, deverá ser executado imediatamente após o corte.

b) Empréstimos

Segundo a IPR 696/100 (1996), empréstimos são escavações que visam obter materiais para a complementação dos volumes necessários à constituição dos aterros, por insuficiência de volumes de cortes, ou por motivos de ordem tecnológica de seleção de materiais, ou de ordem econômica. Eles podem ser laterais (localizados dentro da faixa de domínio) e centrado (jazidas localizados fora da faixa de domínio).

O quadro 7 apresenta a forma utilizada na norma DNER-ES 281/97 para a realização da supervisão dos serviços de empréstimo, juntamente com seus pontos críticos, bem como seus itens e métodos de controle e os critérios e tolerâncias para a sua aceitação.

**QUADRO 7 – Controle do serviço de empréstimo.**

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Condições de início</b>			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, se a camada vegetal está totalmente removida de maneira a não contaminar o material utilizado	Superfície totalmente limpa	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Aspectos ambientais	Verificar, visualmente, se as áreas de empréstimos estão sendo exploradas de modo a evitar erosão ou assoreamento	Não permitir o prosseguimento do serviço na ocorrência	-
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Cotas de Eixos e Bordos	Verificar as cotas de eixo e bordos do empréstimo em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	$\pm 10cm$
Largura do Empréstimo	Verificar a largura da área do empréstimo em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	+30cm
Aspecto Geral	Verificar, visualmente, o acabamento e recobrimento da área de empréstimo, checando a existência de depressões que propiciem a erosão	Superfície totalmente plana	-

Quanto a preservação do meio ambiente na execução de empréstimos, a norma citada recomenda os seguintes procedimentos:

- o desmatamento, destocamento e limpeza executados dentro dos limites da área escavada e o material retirado estocado de forma que após a exploração do empréstimo, o solo orgânico seja espalhado na área escavada reintegrando-a à paisagem;
- o material vegetal será removido, queimado sob fogo controlado ou estocado conforme as indicações do projeto. A remoção ou estocagem dependerá da eventual utilização, não sendo permitida a permanência de entulhos nas adjacências da plataforma de modo a provocar a obstrução do sistema de drenagem natural da obra ou problemas ambientais;
- evitar a localização de empréstimos em áreas de boa aptidão agrícola;
- não deverão ser explorados empréstimos em áreas de reservas florestais, ecológicas, de preservação cultural, ou mesmo, nas suas proximidades;
- as áreas de empréstimos, após a escavação, deverão ser reconformadas com abrandamento dos taludes, de modo a suavizar contornos e reincorporá-las ao relevo natural, operação realizada antes do espalhamento do solo orgânico;
- o tráfego de equipamentos e veículos de serviço deverá ser controlado para evitar a implantação de vias desnecessárias; e
- as áreas de empréstimos devem ser convenientemente drenadas de modo a evitar o acúmulo de águas, bem como, os efeitos da erosão.

#### c) Aterros

Aterros são segmentos de rodovia cuja implantação requer o depósito de materiais, quer provenientes de cortes quer de empréstimos, para a composição do corpo estradal segundo as seções transversais e cotas estabelecidas no projeto geométrico (IPR 696/100, 1996).

O quadro 8 apresenta a forma utilizada na norma DNER-ES 282/97 para a realização da supervisão dos serviços de aterro, juntamente com seus pontos críticos, bem como seus itens e métodos de controle e os critérios e tolerâncias para a sua aceitação.

#### **QUADRO 8 – Controle do serviço de aterro.**

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
Condições de início			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, se o terreno está desmatado limpo e desimpedido e com as obras-de-arte correntes concluídas, quando houver	Superfície totalmente limpa e obras-de-arte concluídas	-

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
Locação da seção	Verificar, visualmente, se o aterro está com seu eixo e bordas locados e conferidos pela topografia	Conclusão da locação	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Ensaio de massa específica aparente seca (corpo do aterro)	01 ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 129 para cada 1.000m <sup>3</sup> de material do corpo do aterro antes de extraído da jazida	Serve para determinar o futuro grau de compactação do corpo do aterro	-
Ensaio de Caracterização (corpo do aterro)	01 ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122) e do limite de plasticidade (DNER-ME 082) para o corpo do aterro, para todo o grupo de dez amostras submetidas ao ensaio de compactação	Serve para comparar com a camada posterior	-
Teor de Umidade do Corpo do Aterro	Coletar uma amostra, à profundidade de 20cm, para cada 100m de pista e determinar o teor de umidade da amostra da camada, conforme DNER-ME 052	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	H <sub>ót</sub> ±3%
Grau de Compactação do Corpo do Aterro	Realizar ensaio de densidade <i>in situ</i> , pelo método DNER-ME 092, para cada 100m de pista e em locais escolhidos aleatoriamente, distribuídos regularmente ao longo do segmento. Para trechos limitados, com volume máximo de 1.200m <sup>3</sup> de material, realizar pelo menos 5 ensaios	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	GC ≥ 95%
Ensaio de massa específica aparente seca (camada final)	01 ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 129 para cada 200m <sup>3</sup> de material de camada final do aterro antes de extraído da jazida	Serve para determinar o futuro grau de compactação da camada final	-
Ensaio de Caracterização (camada final)	01 ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122) e do limite de plasticidade (DNER-ME 082) para camadas finais do aterro, para todo o grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação	Serve para comparar com a camada posterior	-
ISC	01 ensaio do Índice de Suporte Califórnia, com energia do método DNER-ME 49 para camada final, para cada grupo de quatro amostras submetidas a ensaios de compactação	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	ISC ≥ 2% e Expansão ≤ 2%
Teor de Umidade das três últimas camadas	Coletar uma amostra para cada 100m de pista e determinar o teor de umidade da amostra da camada conforme DNER-ME 052	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	H <sub>ót</sub> ±2%
Grau de Compactação três últimas camadas	Realizar ensaio de densidade <i>in situ</i> , pelo método DNER-ME 092, para cada 100m de pista e em locais escolhidos aleatoriamente, distribuídos regularmente ao longo do segmento. Para trechos limitados, com volume máximo de 800m <sup>3</sup> de material, realizar pelo menos 5 ensaios	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	GC ≥ 100%
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Cotas de Eixos e Bordos	Verificar as cotas de eixo e bordos do aterro em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	±4cm

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
Largura do Aterro	Verificar a largura do aterro em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	+30cm
Aspecto Geral	Verificar, visualmente, o acabamento das superfícies da plataforma e talude, atentando para que estejam desempenadas, sem depressões ou saliências	Superfície totalmente plana	-

Quanto a preservação do meio ambiente na execução de aterros, a norma citada recomenda os seguintes procedimentos:

- as providências a serem tomadas visando a preservação do meio ambiente referem-se a execução dos dispositivos de drenagem e proteção vegetal dos taludes, previstos no projeto, para evitar erosões e conseqüente carreamento de material; e
- os bota-foras em alargamento de aterros deverão ser compactados com a mesma energia utilizada nos aterros.

#### d) Regularização do Subleito

É uma “operação destinada a conformar o leito estradal, quando necessário, transversal e longitudinalmente, compreendendo cortes ou aterros até 20 cm de espessura e de acordo com os perfis transversais e longitudinais indicados no projeto” (DNER-ES 299/97).

O quadro 9 apresenta a forma utilizada na norma DNER-ES 299/97 e na IPR 377/50 (1976) para a realização da supervisão dos serviços de regularização do subleito, juntamente com seus pontos críticos, bem como seus itens e métodos de controle e os critérios e tolerâncias para a sua aceitação.

#### **QUADRO 9 – Controle do serviço de regularização do subleito.**

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Condições de início</b>			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, a limpeza da superfície a ser regularizada	Superfície totalmente limpa	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Ensaio de massa específica aparente seca	Ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 129-A para cada 300m de pista, ou por jornada de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Serve para determinar o futuro grau de compactação	-
Ensaio de Caracterização	Ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122) e do limite de plasticidade (DNER-ME 082) para cada 300m de pista, ou por jornada de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	$IG_{regularização} \geq IG_{subleito\ projetado}$

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
ISC	01 ensaio do Índice de Suporte Califórnia, pelo método DNER-ME 49 com energia de compactação do ensaio de compactação realizado, e para cada 300m de pista. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	$ISC_{campo} \geq$ $ISC_{projeto}$ e $Expansão \leq$ 2%
Teor de Umidade	Coletar uma amostra, para cada 100m de pista e determinar o teor de umidade da amostra da camada, conforme DNER-ME 052	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	$H_{ót} \pm 2\%$
Grau de Compactação	Realizar ensaio de densidade <i>in situ</i> , pelo método DNER-ME 092, para cada 100m de pista e em locais escolhidos aleatoriamente, distribuídos regularmente ao longo do segmento. Para trechos limitados, com volume máximo de 1.250m <sup>3</sup> de material, realizar pelo menos 5 ensaios	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	$GC \geq 100\%$
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Cotas de Eixos e Bordos	Verificar as cotas de eixo e bordos do aterro em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Cotas: $\pm 3cm$ Flecha de abaul.: < 20%, em excesso, não tolerando falta
Largura da Regularização	Verificar a largura do aterro em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	+10cm
Aspecto Geral	Verificar, visualmente, o acabamento das superfícies da plataforma e talude, atentando para que estejam desempenadas, sem depressões ou saliências	Superfície totalmente plana	-

Quanto a preservação do meio ambiente na execução de regularização de subleito, a norma citada recomenda os seguintes procedimentos:

- deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural; e
- as áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos, devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis, não sejam levados até cursos d'água.

#### e) Reforço do Subleito

O reforço é uma camada granular de pavimentação executada sobre o subleito devidamente compactado e regularizado com o objetivo de diminuir a espessura da sub-base (DNER-ES 300/97 e IPR 696/100, 1996).

O quadro 10 apresenta a forma utilizada na norma DNER-ES 300/97 e na IPR 377/50 (1976) para a realização da supervisão dos serviços de reforço do subleito, juntamente com seus

pontos críticos, bem como seus itens e métodos de controle e os critérios e tolerâncias para a sua aceitação.

#### QUADRO 10 – Controle do serviço de reforço do subleito.

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Condições de início</b>			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, a limpeza da superfície	Superfície totalmente limpa	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Ensaio de massa específica aparente seca	Ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 129-A para cada 300m de pista, ou por jornada de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Serve para determinar o futuro grau de compactação	-
Ensaio de Caracterização	Ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122) e do limite de plasticidade (DNER-ME 082) para cada 300m de pista, ou por jornada de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	$IG_{\text{reforço}} \geq IG_{\text{subleito projetado}}$
ISC	01 ensaio do Índice de Suporte Califórnia, pelo método DNER-ME 49 com energia de compactação do ensaio de compactação realizado, e para cada 300m de pista. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	$ISC_{\text{campo}} \geq ISC_{\text{projeto}}$ e $Expansão \leq 1\%$
Teor de Umidade	Coletar uma amostra, para cada 100m de pista e determinar o teor de umidade da amostra da camada, conforme DNER-ME 052	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	$H_{\text{ót}} \pm 2\%$
Grau de Compactação	Realizar ensaio de densidade <i>in situ</i> , pelo método DNER-ME 092, para cada 100m de pista e em locais escolhidos aleatoriamente, distribuídos regularmente ao longo do segmento. Para trechos limitados, com área máxima de 4.000m <sup>2</sup> , realizar pelo menos 5 ensaios	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	$GC \geq 100\%$
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Cotas de Eixos e Bordos	Verificar as cotas de eixo e bordos do aterro em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Espessura: $\pm 10\%$ da espessura de projeto Flecha de abaul.: $< 20\%$ , em excesso, não tolerando falta
Largura do Reforço	Verificar a largura do aterro em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	+10cm
Aspecto Geral	Verificar, visualmente, o acabamento das superfícies da plataforma e talude, atentando para que estejam desempenadas, sem depressões ou saliências	Superfície totalmente plana	-

Quanto a preservação do meio ambiente na execução de reforço de subleito, a norma referida recomenda os seguintes procedimentos:

- deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural; e
- as áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos, devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis, não sejam levados até cursos d'água.

f) Sub-base e Base Estabilizada Granulometricamente

São camadas constituídas de materiais granulares, formada por solos e materiais britados ou da mistura de produtos totais de britagem ou brita graduada, executadas sobre o subleito ou sobre outra camada projetada devidamente compactado e regularizado, com a função de resistir as ações dos veículos e transmiti-las, convenientemente, ao subleito (DNER-ES 300/97, IPR 696/100, 1996, e Neto, 1999).

Segundo a IPR 697/100 (1996), essas camadas, puramente granulares, são sempre flexíveis.

Os quadros 11 e 12 apresentam, respectivamente, a forma utilizada para a realização da supervisão dos serviços de execução de sub-base estabilizada granulometricamente (constante na norma DNER-ES 301/97 e na IPR 377/50, 1976) e a forma utilizada para a realização da supervisão dos serviços de execução de base estabilizada granulometricamente (constante na norma DNER-ES 303/97 e na IPR 377/50, 1976), juntamente com seus pontos críticos, bem como seus itens e métodos de controle e os critérios e tolerâncias para a sua aceitação.

**QUADRO 11 – Controle do serviço de sub-base estabilizada granulometricamente.**

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Condições de início</b>			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, a limpeza da superfície	Superfície totalmente limpa	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Ensaio de massa específica aparente seca	Ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 129 – B e C para cada 300m de pista, ou por jornada de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Serve para determinar o futuro grau de compactação	-
Ensaio de Caracterização	Ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122) e do limite de plasticidade (DNER-ME 082) para cada 300m de pista, ou por jornada de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	IG = 0, exceto solos lateríticos

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
ISC	01 ensaio do Índice de Suporte Califórnia, pelo método DNER-ME 49 com energia de compactação indicada em projeto, e para cada 300m de pista. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	ISC $\geq$ 20% ou ISC <sub>projeto</sub> e Expansão $\leq$ 1% ou 0,5% para solos lateríticos
Teor de Umidade	Coletar uma amostra, para cada 100m de pista e determinar o teor de umidade da amostra da camada, conforme DNER-ME 052	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	H <sub>ót</sub> $\pm$ 2%
Grau de Compactação	Realizar ensaio de densidade <i>in situ</i> , pelo método DNER-ME 092, para cada 100m de pista e em locais escolhidos aleatoriamente, distribuídos regularmente ao longo do segmento. Para trechos limitados, com área máxima de 4.000m <sup>2</sup> , realizar pelo menos 5 ensaios	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	GC $\geq$ 100%
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Cotas de Eixos e Bordos	Verificar as cotas de eixo e bordos do aterro em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Espessura: $\pm$ 10% da espessura de projeto Flecha de abaul.: < 20%, em excesso, não tolerando falta
Largura da Sub-base	Verificar a largura do aterro em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	+10cm
Aspecto Geral	Verificar, visualmente, o acabamento das superfícies da plataforma e talude, atentando para que estejam desempenadas, sem depressões ou saliências	Superfície totalmente plana	-

**QUADRO 12 – Controle do serviço de base estabilizada granulometricamente.**

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Condições de início</b>			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, a limpeza da superfície	Superfície totalmente limpa	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Ensaio de massa específica aparente seca	Ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 129 – B e C para cada 300m de pista, ou por jornada de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Serve para determinar o futuro grau de compactação	-
Ensaio de Caracterização e equivalente de areia	Ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122), do limite de plasticidade (DNER-ME 082) e de equivalente de areia (DNER-ME 054) para cada 300m de pista, ou por jornada de 08 horas de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos. Quando no emprego de usina, coletar na saída do misturador	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Granulometria da DNER-ES 316/97 LL $\leq$ 25% IP $\leq$ 6% Quando esses limites forem ultrapassados, o EA $\geq$ 30%

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
ISC	01 ensaio do Índice de Suporte Califórnia, pelo método DNER-ME 49 com energia de compactação indicada em projeto, e para cada 300m de pista. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	ISC $\geq$ 60% (método B) e Expansão $\leq$ 0,5%, ou ISC $\geq$ 80% (método C)
Teor de Umidade	Coletar uma amostra, para cada 100m de pista e determinar o teor de umidade da amostra da camada, conforme DNER-ME 052	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	H <sub>ót</sub> $\pm$ 2%
Grau de Compactação	Realizar ensaio de densidade <i>in situ</i> , pelo método DNER-ME 092, para cada 100m de pista e em locais escolhidos aleatoriamente, distribuídos regularmente ao longo do segmento. Para trechos limitados, com área máxima de 4.000m <sup>2</sup> , realizar pelo menos 5 ensaios	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	GC $\geq$ 100%
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Cotas de Eixos e Bordos	Verificar as cotas de eixo e bordos do aterro em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Espessura: $\pm$ 10% da espessura de projeto Flecha de abaul.: < 20%, em excesso, não tolerando falta
Largura da Base	Verificar a largura do aterro em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	+10cm
Aspecto Geral	Verificar, visualmente, o acabamento das superfícies da plataforma e talude, atentando para que estejam desempenadas, sem depressões ou saliências	Superfície totalmente plana	-

Quanto a preservação do meio ambiente na execução de sub-base e base estabilizada granulometricamente, as normas referidas recomendam os seguintes procedimentos:

- o material somente será aceito após a Executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira, para arquivamento da cópia junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- planejar adequadamente a exploração da pedreira, de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- não provocar queimadas como forma de desmatamento;
- deverão ser construídas, junto as instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;

- caso a brita seja fornecida por terceiros exigir documentação atestando a regularidade das instalações, assim como, sua operação junto ao órgão ambiental competente;
- deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural; e
- as áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos, devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis, não sejam levados até cursos d'água.

g) Base de Macadame Hidráulico

“Consiste de uma camada de brita de graduação aberta de tipo especial (ou brita tipo macadame), que, após compressão, tem seus vazios preenchidos pelo material de enchimento, constituído por finos de britagem (pó de pedra) ou mesmo por solos de granulometria e plasticidade apropriada; a penetração do material de enchimento é promovida pelo espalhamento do material na superfície, seguida de varredura, compressão (sem ou com vibração) e irrigação” (IPR 697/100, 1996).

O quadro 13 apresenta a forma utilizada para a realização da supervisão do serviço de execução de base de macadame hidráulico (constante na norma DNER-ES 316/97 e na IPR 377/50, 1976), juntamente com seus pontos críticos, bem como seus itens e métodos de controle e os critérios e tolerâncias para a sua aceitação.

**QUADRO 13 – Controle do serviço de base de macadame hidráulico.**

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Condições de início</b>			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, a limpeza da superfície	Superfície totalmente limpa	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Ensaio de Caracterização e equivalente de areia para camada de bloqueio	Ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122), do limite de plasticidade (DNER-ME 082) e de equivalente de areia (DNER-ME 054) para cada 300m de pista, ou por jornada de 08 horas de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Granulometria da DNER-ES 316/97 IP ≤ 6% EA ≥ 30%
Ensaio de Caracterização e equivalente de areia para material de enchimento	Ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122), do limite de plasticidade (DNER-ME 082) e de equivalente de areia (DNER-ME 054) para cada 300m de pista, ou por jornada de 08 horas de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Granulometria da DNER-ES 316/97 LL ≤ 25% IP ≤ 6% EA ≥ 30%

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
Ensaio de Granulometria, Durabilidade e <i>Los Angeles</i> para o agregado graúdo	Ensaio de granulometria (DNER-ME 080) para cada 300m de pista, ou por jornada de 08 horas de trabalho, e ensaio de durabilidade (DNER-ME 089) e <i>Los Angeles</i> (DNER-ME 035) quando houver variação aparente ou dúvidas verificadas no decorrer dos serviços. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos. Quando no emprego de usina, coletar na saída do misturador	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Granulometria da DNER-ES 316/97 Durabilidade: perda máxima de 20% (sulfato de sódio) e 30% (sulfato de magnésio) <i>Los Angeles</i> : desgaste inferior a 50%
Verificação após o término de cada compressão	Observar se são apresentadas ondas na base de MH diante do rolo longitudinalmente e transversalmente a pista antes da deposição do material de enchimento	A camada compactada não deve apresentar qualquer sulco ou ondulação	-
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Verificação da compactação final	Verificar a estabilidade estrutural, pelo real travamento das pedras do agregado graúdo, através da colocação de uma ou mais pedras, de diâmetro igual ao do agregado graúdo utilizado, em cima da base de MH e passar o rolo de três rodas sobre elas	As pedras devem ser esmagadas e as pedras da base de MH que estão sob as mesmas não devem sofrer qualquer deslocamento	-
Verificação Adicional da Compressão Através de Medidas de Deflexão	Após o término da compressão poderão também ser efetuadas medidas de deflexão sobre a base ainda úmida dos segmentos concluídos (DNER-ME 024) em locais aleatórios.	Os valores medidos e analisados estatisticamente deverão ser aqueles definidos pelo projeto para o topo da camada	$\delta_{medida} \leq \delta_{adm}$
Cotas de Eixos e Bordos	Verificar as cotas de eixo e bordos do aterro em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Espessura: $\pm 10\%$ da espessura de projeto Flecha de abaul.: $< 20\%$ , em excesso, não tolerando falta
Largura da Base	Verificar a largura do aterro em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	+10cm

Quanto a preservação do meio ambiente na execução de base de macadame hidráulico, a norma referida recomenda os seguintes procedimentos:

- o material somente será aceito após a Executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira, para arquivamento da cópia junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- planejar adequadamente a exploração da pedreira, de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- não provocar queimadas como forma de desmatamento;

- deverão ser construídas, junto as instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;
- caso a brita seja fornecida por terceiros exigir documentação atestando a regularidade das instalações, assim como, sua operação junto ao órgão ambiental competente;
- deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural; e
- as áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos, devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis, não sejam levados até cursos d'água.

#### h) Imprimação e Pintura de Ligação

Imprimação “consiste na aplicação de uma camada de material asfáltico sobre a superfície de uma base concluída, antes da execução de um revestimento asfáltico qualquer. Serve para aumentar a coesão da superfície da base pela penetração do material asfáltico empregado, promover condições de aderência entre a base e o revestimento e impermeabilizar a base, dificultando a penetração de água que possa eventualmente infiltrar-se pelo revestimento” (IBP, 1999). São indicados os asfaltos diluídos CM-30 e CM-70.

A pintura de ligação “consiste na aplicação de uma camada de material asfáltico sobre a base imprimada ou revestimento antigo, com a finalidade prepícia de promover sua ligação com a camada sobrejacente a ser executada” (IBP, 1999).

Os quadros 14 e 15 apresentam, respectivamente, a forma utilizada para a realização da supervisão dos serviços de execução de imprimação (constante na norma DNER-ES 306/97 e na IPR 377/50, 1976) e a forma utilizada para a realização da supervisão dos serviços de execução de pintura de ligação (constante na norma DNER-ES 307/97 e na IPR 377/50, 1976), juntamente com seus pontos críticos, bem como seus itens e métodos de controle e os critérios e tolerâncias para a sua aceitação.

#### **QUADRO 14 – Controle do serviço de imprimação.**

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
Condições de início			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, a limpeza da superfície	Superfície totalmente limpa	-

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Ligante betuminoso que chegar a obra	Asfaltos diluídos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 01 ensaio de Viscosidade Cinemática a 60°C (ABNT MB-826);</li> <li>• 01 ensaio de viscosidade <i>Saybolt-Furol</i> (ABNT MB-326) a diferentes temperaturas para o estabelecimento da relação viscosidade <math>\times</math> temperatura;</li> <li>• 01 ensaio do ponto de fulgor (ABNT MB-50); e</li> <li>• Ensaio de destilação (DNER-ME 012), para verificação da Quantidade de solvente para cada 100t</li> </ul>	Servirão para determinar as propriedades do ligante, visando o seu manejo na pista e segurança dos aplicadores	-
Temperatura do Ligante Betuminoso	Deve ser medida no caminhão distribuidor imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz ao intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade $\times$ temperatura.	Atender a tolerância, devendo ser rejeitado, caso não atenda	$\pm 1^\circ\text{C}$ com relação à temperatura determinada
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Taxa de Aplicação (T)	Aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de peso e área conhecidos na pista onde está sendo feita a aplicação. Por intermédio de pesagens, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade de ligante betuminoso aplicado. Deverá ser feito um número mínimo de 5 determinações de T para áreas de até 4.000m <sup>2</sup>	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, complementado ou refeito, caso necessário	$\pm 0,2 \text{ l/m}^2$ com relação a definida pelo projeto
Aspecto Geral	Verificar, visualmente, a superfície imprimada, atentando para que esteja totalmente regular, sem falta ou excesso	Qualquer falha na aplicação do ligante betuminoso deve ser, imediatamente, corrigida	-

### QUADRO 15 – Controle do serviço de pintura de ligação.

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Condições de início</b>			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, a limpeza da superfície	Superfície totalmente limpa	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Ligante betuminoso que chegar a obra	Emulsão asfáltica: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 01 ensaio de Viscosidade <i>Saybolt-Furol</i> a 50°C (ABNT MB-326);</li> <li>• 01 ensaio de resíduo por evaporação (ABNT NBR-6568);</li> <li>• 01 ensaio de peneiração (ABNT MB-609);</li> <li>• 01 ensaio da carga da partícula (DNER-ME 002);</li> <li>• 01 ensaio de viscosidade <i>Saybolt-Furol</i> (ABNT MB-326) a diferentes temperaturas para o estabelecimento de relação viscosidade <math>\times</math> temperatura para cada 100t; e</li> <li>• Ensaio de sedimentação para emulsões para cada 100t (DNER-ME 006)</li> </ul>	Servirão para determinar as propriedades do ligante, visando o seu manejo na pista e segurança dos aplicadores	-

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
Temperatura do Ligante Betuminoso	Deve ser medida no caminhão distribuidor imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz ao intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade $\times$ temperatura.	Atender a tolerância, devendo ser rejeitado, caso não atenda	$\pm 1^\circ\text{C}$ com relação à temperatura determinada
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Taxa de Aplicação (T)	Aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de peso e área conhecidos na pista onde está sendo feita a aplicação. Por intermédio de pesagens, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade de ligante betuminoso aplicado. Deverá ser feito um número mínimo de 5 determinações de T para áreas de até $4.000\text{m}^2$	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, complementado ou refeito, caso necessário	$\pm 0,2 \text{ l/m}^2$ com relação a definida pelo projeto
Aspecto Geral	Verificar, visualmente, a superfície pintada, atentando para que esteja totalmente regular, sem falta ou excesso	Qualquer falha na aplicação do ligante betuminoso deve ser, imediatamente, corrigida	-

Quanto a preservação do meio ambiente na execução de imprimação e pintura de ligação, as normas referenciadas recomendam os seguintes procedimentos:

- evitar a instalação de depósitos de ligante betuminoso próximo à cursos d'água;
- impedir o refugo de materiais já utilizados na faixa de domínio e áreas lindeiras adjacentes, ou qualquer outro lugar causador de prejuízo ambiental; e
- na desmobilização desta atividade, remover os depósitos de ligante e efetuar a limpeza do canteiro de obras, recompondo a área afetada pelas atividades da construção.

#### i) Concreto Betuminoso

“É o produto que resulta da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (*filler*) e cimento asfáltico, espalhado e compactado a quente, satisfazendo determinadas exigências constantes da especificação”. Este produto é utilizado para constituir o revestimento asfáltico, que “é a camada do pavimento destinada a resistir às ações do tráfego, impermeabilizar, melhorar as condições de rolamento no que se refere ao conforto e segurança e transmitir, de forma atenuada, as ações do tráfego às camadas inferiores” (IBP, 1999).

O quadro 16 apresenta a forma utilizada para a realização da supervisão do serviço de execução de revestimento em concreto betuminoso (constante na norma DNER-ES 313/97 e na IPR 377/50, 1976), juntamente com seus pontos críticos, bem como seus itens e métodos de controle e os critérios e tolerâncias para a sua aceitação.

**QUADRO 16 – Controle do serviço de revestimento em concreto betuminoso.**

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Condições de início</b>			
Ligante betuminoso que chegar a obra	<p>Cimento asfáltico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 01 ensaio de viscosidade absoluta a 60°C (ABNT NBR-5847) quando o asfalto for classificado por viscosidade ou 01 ensaio de penetração a 25° (DNER-ME 003) quando o asfalto for especificado por penetração;</li> <li>• 01 ensaio de ponto de fulgor (ABNT MB-50);</li> <li>• 01 ensaio de espuma;</li> <li>• 01 ensaio de viscosidade <i>Saybolt-Furol</i> (ABNT MB-326);</li> <li>• 01 ensaio de viscosidade <i>Saybolt-Furol</i> (ABNT MB-326) a diferentes temperaturas para o estabelecimento da curva viscosidade <math>\times</math> temperatura, para cada 100t; e</li> <li>• 01 índice de susceptibilidade térmica, para cada 100t, determinado pelos ensaios DNER-ME 003 e ABNT NBR 6560</li> </ul>	Servirão para determinar as propriedades do ligante, visando o seu manejo na pista e segurança dos aplicadores	-
Agregados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 02 ensaios de granulometria do agregado, de cada silo quente, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083);</li> <li>• 01 ensaio de desgaste <i>Los Angeles</i>, por mês, ou quando houver variação da natureza do material (DNER-ME 035);</li> <li>• 01 ensaio de índice de forma, para cada 900m<sup>3</sup> (DNER-ME 086);</li> <li>• 01 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 054); e</li> <li>• 01 ensaio de granulometria do material de enchimento (<i>filer</i>), por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083)</li> </ul>	Atender a tolerância, devendo ser rejeitado, caso não atenda	<p>Granulometrias da DNER-ES 313/97</p> <p>Durabilidade: perda máxima de 12%</p> <p><i>Los Angeles</i>: desgaste inferior a 40%</p> <p>Índice de forma: superior a 0,5</p> <p>Equivalente de areia: superior a 55%</p>
Quantidade de Ligante na Mistura	Devem ser efetuadas extrações de betume, de amostras coletadas na saída do misturador e realizar o ensaio para a determinação de porcentagem de betume (DNER-ME 053)	Atender a tolerância, devendo ser rejeitado, caso não atenda	$\pm 0,3\%$ , da fixada no projeto
Gradação da Mistura de Agregados	Será procedido o ensaio de granulometria (DNER-ME 083) da mistura dos agregados	Atender a tolerância, devendo ser rejeitado, caso não atenda	A curva granulométrica deve manter-se contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias, especificadas no projeto
Temperatura	Efetuar medidas de temperatura, durante a jornada de 8 horas de trabalho (do agregado, no silo quente da usina; do ligante, na usina; e da mistura, no momento, da saída do misturador)	Atender a tolerância, devendo ser rejeitado, caso não atenda	$\pm 5^\circ\text{C}$ das temperaturas especificadas

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
Características da Mistura	Deverão ser realizados ensaios Marshall com três corpos-de-prova de cada mistura, por cada jornada de 8 horas de trabalho e com amostras retiradas na saída do misturador (DNER-ME 043)	Atender a tolerância, devendo ser rejeitado, caso não atenda	Os valores de estabilidade e de fluência deverão satisfazer à DNER-ES 313/97
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, a limpeza da superfície	Superfície totalmente limpa	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Temperatura de Compressão	Deverão ser efetuadas medidas de temperatura durante o espalhamento da massa imediatamente antes de iniciada a compressão	Atender a tolerância, devendo ser rejeitado, caso não atenda	$\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ das indicadas para compressão
Grau de Compressão (GC)	O controle do GC da mistura betuminosa deverá ser feito medindo-se a densidade aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e comprimida na pista, por meio de brocas rotativas	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, complementado ou refeito, caso necessário	$\text{GC} \geq 97\%$
Acabamento da Superfície	Deverá ser feito em cada estaca da locação o controle de acabamento da superfície do revestimento, com o auxílio de duas régua, uma de 3,00m e outra de 1,20m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, complementado ou refeito, caso necessário	A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5cm
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Espessura da Camada	Será medida a espessura por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, complementado ou refeito, caso necessário	$\pm 5\%$ em relação as espessuras de projeto
Alinhamentos	A verificação do eixo e bordos é feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. Poderá também ser a trena	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, complementado ou refeito, caso necessário	$\pm 5\text{ cm}$
Acabamento da Superfície (Quociente de Irregularidade – QI)	O acabamento da superfície deverá, ser verificado por “aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta” devidamente calibrado (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182)	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, complementado ou refeito, caso necessário	$\text{QI} < 35$ <i>contagens/km</i>
Condições de Segurança (Valor de Resistência a Derrapagem – VRD)	Realizar ensaio no revestimento acabado, com auxílio do Pêndulo Britânico SRT (Método HD 15/87 e HD 36/87 Bristish Standard), ou outros similares para cada 200m de pista, em locais escolhidos de maneira aleatória	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou refeito, caso necessário	$\text{VRD} > 55$

Quanto a preservação do meio ambiente na execução de revestimento em concreto betuminoso, a norma referida recomenda os seguintes procedimentos:

- a brita e a areia somente serão aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedra/areal cuja cópia da licença deverá ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;

- evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- impedir queimadas como forma de desmatamento;
- construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;
- exigir a documentação atestando a regularidade das instalações pedreira/areal/usina, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água;
- vedar o refugo de materiais usados à beira da estrada e em outros locais onde possam causar prejuízos ambientais;
- recuperar a área afetada pelos agentes poluidores (quadro 17) derivados das operações de construção/execução, mediante a remoção da usina e dos depósitos e à limpeza de canteiro de obras. As operações em usinas asfálticas a quente englobam:
  - estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios;
  - transporte, peneiramento, estocagem e pesagem de agregados quentes;
  - transporte e estocagem de *filer*; e
  - transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e cimento asfáltico.
- impedir a instalação de usinas de asfalto a quente a uma distância inferior a 200m (duzentos metros), medidos a partir da base da chaminé, de residências, hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas, asilos, orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversões e outras construções comunitárias;
- definir no projeto executivo, áreas para as instalações industriais, de maneira tal, que se consiga o mínimo de agressão ao meio ambiente;

- atribuir à Executante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação/operação, assim como, manter a usina em condições de funcionamento dentro do prescrito pelas normas;

#### **QUADRO 17 – Agentes e fontes poluidoras.**

Agente Poluidor	Fonte Poluidoras
I. Emissão de Partículas	A principal fonte é o secador rotativo. Outras fontes são: peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balança, pilhas de estocagem e tráfego de veículos e vias de acesso.
II. Emissão de gases	Combustão do óleo: óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos. Misturador de asfalto: hidrocarbonetos. Aquecimento de Cimento Asfáltico: hidrocarbonetos. Tanques de estocagem de óleo combustível e de cimento asfáltico: hidrocarbonetos.
III. Emissões Fugitivas	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, área de peneiramento, pesagem e mistura.
OBS.: Emissões Fugitivas	São quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar o seu fluxo.

- instalar sistemas de controle de poluição do ar constituídos por ciclone e filtro de mangas ou de equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos na legislações vigentes;
- apresentar junto com o projeto para obtenção de licença, resultados de medições em chaminés, que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto para atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental;
- dotar os silos de estocagem de agregados frios de proteções laterais e cobertura, para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento;
- enclausurar a correia transportadora de agregados frios;
- adotar procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera;
- manter pressão negativa no secador rotativo, enquanto a usina estiver em operação, para que sejam evitadas emissões de partículas na entrada e saída do mesmo;
- dotar o misturador, os silos de agregados quentes e as peneiras classificatórias do sistema de exaustão de conexão ao sistema de controle de poluição do ar, para evitar emissões de vapores e partículas para a atmosfera;
- fechar os silos de estocagem de massa asfáltica;

- pavimentar e manter limpas as vias de acesso internas, de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20% de opacidade;
- dotar os silos de estocagem de *filer* de sistema próprio de filtragem à seco;
- adotar procedimentos operacionais que evitem a emissão de partículas provenientes dos sistemas de limpeza dos filtros de mangas e de reciclagem do pó retido nas mangas;
- acionar os sistemas de controle de poluição do ar antes dos equipamentos de processo;
- manter em boas condições de operação todos os equipamentos de processo e de controle;
- dotar as chaminés de instalações adequadas para realização de medições; e
- substituir o óleo combustível por outra fonte de energia menos poluidora (gás ou eletricidade) e o estabelecimento de barreiras vegetais no local, sempre que possível.

#### 2.1.4.1.3. Ensaios de Campo e Laboratório

De acordo com os controles realizados em cada serviço mencionado anteriormente, é necessária a realização de alguns ensaios, sejam eles de laboratório ou mesmo em campo, para atestar o real desempenho obtido na execução do mesmo.

Estes ensaios, na verdade, representam mecanismos para aferir e/ou avaliar variáveis relativas aos itens de controle estabelecidos para cada serviço.

Baseado nisto, deve-se dispor tanto de uma equipe treinada quanto de uma infra-estrutura adequada a realização dos mesmos (ver APÊNDICE Q).

O quadro 18 apresenta, resumidamente, do que se constituem os principais ensaios necessários no controle dos serviços de execução relativos a pavimentos asfálticos.

#### **QUADRO 18 – Ensaios de controle de execução de pavimentos asfálticos.**

Ensaio	Norma relacionada	Resumo
Acabamento da superfície	DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182	Ensaio utilizado para a medição de irregularidade de superfícies de rodovias com emprego de sistemas integradores IPR/USP e <i>maysmeter</i> em nível de rede ou projeto
Análise granulométrica	DNER-ME 080 e DNER-ME 083	Ensaio que realiza o estudo da distribuição percentual das partículas de solo pelo seu tamanho. É feito por peneiramento nos solos de granulometria grossa (grãos com até 0,074mm de diâmetro equivalente), e por sedimentação em água (por via úmida) nos de granulometria fina (grãos com menos de 0,074mm de diâmetro equivalente), sendo este último baseado na Lei de <i>Stokes</i>
Compactação	DNER-ME 129	Ensaio que determina a correlação entre o teor de umidade e a massa específica aparente do solo seco, quando a fração de solo

Ensaio	Norma relacionada	Resumo
		que passa pela peneira de 19mm é compactada nas energias de compactação normal, intermediária e modificada, usando amostras não trabalhadas
Compressão diametral de carga repetida	DNER-ME 133	Ensaio utilizado para determinar o módulo de resiliência e realizar estudos de fadiga de misturas betuminosas com a utilização do equipamento de compressão diametral de carga repetida
Deflexão	DNER-ME 024	Ensaio que serve para determinar a deflexão de pavimentos rodoviários pela aplicação da Viga <i>Benkelman</i> , visando o conhecimento da capacidade estrutural do pavimento
	DNER-PRO 273	Ensaio que serve para determinar deflexões recuperáveis na superfície do pavimento utilizando deflectômetro de impacto tipo <i>Falling Weight Deflectometer</i> (FWD), com vista a avaliação estrutural da condição do pavimento
Densidade aparente de corpos-de-prova	DNER-ME 117	Ensaio que determina a densidade aparente do corpo-de-prova de concreto asfáltico que foi compactado em campo, sendo a relação entre o peso da mistura ao ar e a diferença entre o peso ao ar e o peso da mistura em suspensão na água
Densidade <i>in situ</i>	DNER-ME 092	Ensaio realizado para determinar a densidade do solo em campo, onde escava-se um buraco padrão na camada de solo e, utilizando-se o frasco de areia, determina-se analiticamente o volume de areia vertido neste a partir da pesagem do frasco e da massa específica aparente da areia padronizada. O peso de solo, contido no furo é obtido por pesagem direta em balança
Destilação	DNER-ME 012 e ASTM-D 139	Ensaio que tem por finalidade determinar qualitativa e quantitativamente os constituintes do asfalto diluído: voláteis destilados e resíduo asfáltico
Durabilidade	DNER-ME 089	Ensaio que serve para avaliar a durabilidade do agregado pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio, simulando os efeitos das intempéries nos mesmos
Equivalente de areia	DNER-ME 054	Ensaio que determina a relação entre a altura de areia depositada após 20min de sedimentação e a altura total de areia depositada mais a de finos (silte e argila) em suspensão, após aquele mesmo tempo de sedimentação, numa solução aquosa de cloreto de cálcio
Índice de forma	DNER-ME 086	Ensaio que serve para determinar a variação dos eixos multidirecionais das partículas que compõem o agregado
Índice de Suporte Califórnia (ISC)	DNER-ME 049	Ensaio que determina o valor relativo do suporte de solos (medida da resistência de um solo ao esforço cortante), utilizando-se amostras deformadas não trabalhadas de material que passa na peneira de 19mm, correspondente a umidade ótima e massa específica aparente máxima seca, obtidas nas condições que o método estabelece
Índice de susceptibilidade térmica	DNER-ME 003 e ABNT NBR-6560	É um índice calculado a partir dos resultados derivados do ensaio de penetração
Limite de liquidez	DNER-ME 122	Ensaio que determina o teor de umidade do material no limite superior do seu estado plástico
Limite de plasticidade	DNER-ME 082	Ensaio que determina o teor de umidade do material no limite inferior do seu estado plástico
<i>Los Angeles</i>	DNER-ME 035	Ensaio que serve para avaliar o desgaste do agregado graúdo, quando submetido a revoluções dentro de um cilindro, de uma máquina <i>Los Angeles</i> , contendo esferas padrões de aço. Este mecanismo simula os choques derivados da ação do tráfego

Ensaio	Norma relacionada	Resumo
<i>Marshall</i>	DNER-ME 043	Ensaio que determina a estabilidade (resistência máxima a compressão radial do corpo-de-prova) e a fluência (deformação total apresentada pelo corpo-de-prova) de misturas betuminosas de cimento asfáltico, a quente, para uso em pavimentação, com agregado de tamanho máximo de 25,4mm, por meio de aparelhagem <i>Marshall</i>
Mini-MCV	DNER-ME 228	Ensaio em que a compactação é realizada em um equipamento de compactação miniatura, na qual, para cada teor de umidade, se aplicam, de maneira padronizada, energias crescentes, até conseguir uma massa específica aparente máxima, com intuito de classificação pelo método MCT
Peneiração para emulsões	ABNT MB-609	Ensaio que se destina a verificar a presença de glóbulos de asfalto de grandes dimensões nas emulsões asfálticas a ser empregadas em obras rodoviárias
Penetração	DNER-ME 003	Ensaio que mede a consistência do cimento asfáltico no estado semi-sólido e sólido, através de correlação com a distância que uma agulha padrão penetra verticalmente na amostra de material sob condições prefixadas de carga, tempo e temperatura
Ponte de Fulgor	ABNT MB-50	Ensaio que determina a menor temperatura na qual os vapores emanados durante o aquecimento do material betuminoso se inflamam quando sobre ele passa uma chama sob determinadas condições
Porcentagem de betume	DNER-ME 053	Ensaio que tem a finalidade de determinar o grau de pureza do material betuminoso, ou seja, quantidade de betume contida no material betuminoso, em porcentagem, avaliado através da solubilidade em bissulfeto de carbono
Resíduo por evaporação	ABNT NBR-6568	Ensaio que tem por finalidade determinar qualitativa e quantitativamente os constituintes da emulsão asfáltica
Sedimentação para emulsões	DNER-ME 006	Ensaio que caracteriza a capacidade de uma emulsão apresentar uma estabilidade à estocagem prolongada sem que haja separação das fases constituintes
Taxa de Aplicação do Ligante	-	Relação de volume de ligante aplicado no leito do pavimento pela área compreendida
Teor de umidade	DNER-ME 052	Ensaio que determina a umidade de solos e agregados miúdos pelo uso em mistura de carboreto de cálcio, colocada em dispositivo medidor de pressão de gás, denominada <i>Speedy</i>
Triaxial de carga repetida	DNER-ME 131	Ensaio utilizado para determinar o módulo de resiliência para várias tensões aplicadas nos solos ou misturas de solos para pavimentação, com a utilização de equipamento triaxial de carga repetida
Valor de resistência à derrapagem	Método HD 15/87 e HD 36/87 <i>British Standard</i>	Ensaio realizado com o pêndulo britânico e que serve para determinar o coeficiente de atrito entre a superfície dos pneumáticos e dos revestimentos de rodovias
Viscosidade absoluta	ABNT NBR-5847	Ensaio que fornece o valor limite de consistência do cimento asfáltico a 60°C, temperatura essa correspondente a máxima temperatura do pavimento asfáltico em serviço
Viscosidade cinemática	ABNT MB-826	Ensaio que fornece o valor limite de consistência do cimento asfáltico a 135°C, temperatura essa próxima às temperaturas de mistura e espalhamento nos pavimentos de misturas asfálticas a quente
Viscosidade <i>Saybolt-Furol</i>	ABNT MB-326	Ensaio que determina o tempo, em segundos, que uma determinada quantidade de material betuminoso leva para fluir através de um orifício de dimensões padronizadas numa determinada temperatura. Se destina a medir a consistência de materiais betuminosos de forma prática

Fonte de dados primários: Métodos de Ensaio do DNER, Bertram (1969), IPR 697/100 (1996), MS-4 (1989) e Pinto & Preussler (2002).

#### 2.1.4.1.4. Vistoria Final e Liberação da Obra ou Subtrechos

Segundo a IPR 697/100 (1996), uma obra rodoviária, estando com o pavimento em condições satisfatórias e de acordo com as especificações e o projeto, ela pode ser entregue ao tráfego.

Sabendo-se que todos os serviços de execução são controlados a medida que são realizados, as condições das especificações e do projeto já estão satisfeitas, restando apenas questões subjetivas relativas ao aspecto final da obra, as quais devem ser estabelecidas.

“Sendo a obra ou serviço passível de aceitação parcial ou por etapas, deve-se admitir a lavratura de Termo de Recebimento Provisório. Estando a obra ou serviço inteiramente concluído e a contento, deve ser, então, lavrado o Termo de Recebimento Definitivo” (IPR 697/100, 1996).

#### **2.1.4.2. Fiscalização Administrativa**

##### 2.1.4.2.1. Medições

“Os serviços de medição das obras de implantação têm por finalidade a apuração das grandezas dos seus diversos elementos, de modo a permitir o seu pagamento” (IPR 696/100, 1996).

“As medições compreendem duas partes distintas: as folhas de medição com todos os detalhes dos cálculos; e o resumo, onde são indicadas as quantidades globais de cada serviço, quantidades estas extraídas das folhas de medição” (IPR 696/100, 1996).

“As medições terão sempre caráter cumulativo, isto é, deverão abranger todos os serviços executados desde o início dos trabalhos” (IPR 696/100, 1996).

As medições das obras de implantação abrangem todos os serviços executados, como também, a medição de transporte utilizado para a locomoção de materiais utilizados em terraplanagem e na pavimentação.

Os métodos de medição para serviços de terraplanagem e pavimentações asfálticas são os determinados no quadro 19.

**QUADRO 19 – Critérios de medição dos serviços de execução.**

Serviço	Critérios de medição
Cortes	A medição considera o volume extraído, medido no corte, e a distância de transporte entre este e o local de depósito
Empréstimos	A medição leva em consideração o volume extraído, medido no empréstimo. A distância de transporte será medida ao longo do percurso seguido pelo equipamento transportador entre os centros de gravidade das massas
Aterros	A compactação será medida em $m^3$ , sendo considerado o volume de aterro executado de acordo com a seção transversal do projeto
Regularização do subleito	A medição dos serviços de regularização do subleito será feita por metro quadrado de plataforma concluída, com os dados fornecidos pelo projeto
Reforço do subleito	A reforço será medido em metros cúbicos de material espalhado e compactado na pista, conforme a seção transversal do projeto, incluindo mão-de-obra, materiais, equipamentos e encargos, além das operações de limpeza e expurgo de ocorrência de materiais, escavação, transporte, espalhamento, mistura e pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento na pista
Sub-base estabilizada granulometricamente	A sub-base será medida em metros cúbicos de material compactado na pista, conforme a seção transversal do projeto
Base estabilizada granulometricamente	A base será medida em metros cúbicos de material espalhado e compactado na pista, conforme a seção transversal do projeto, incluindo mão-de-obra, materiais, equipamentos e encargos, além das operações de limpeza e expurgo de ocorrência de materiais, escavação, transporte, espalhamento, mistura e pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento na pista
Imprimação	A imprimação será medida através da área efetivamente executada em metros quadrados, incluídas todas as operações e encargos necessários a execução da imprimação abrangendo armazenamento, perdas e transporte do ligante betuminoso, dos tanques de estocagem à pista. Deverá ser medido, também, o transporte da quantidade de ligante betuminoso, efetivamente aplicado, entre a refinaria ou fábrica, até o canteiro de obras
Pintura de ligação	A pintura de ligação será medida através da área executada em metros quadrados. Nesta estando incluídas todas as operações de encargos necessários a execução da pintura de ligação abrangendo armazenamento, perdas e transportes de ligante betuminoso dos tanques de estocagem à pista. É descontada a água adicionada à emulsão na medição de ligante. Além disso, o transporte do ligante betuminoso, efetivamente aplicado, será medido com base na distância entre a refinaria e o canteiro de serviço
Revestimento em concreto betuminoso	O concreto betuminoso será medido, em toneladas através da mistura efetivamente aplicada na pista. Não serão motivo de medição: mão-de-obra, materiais (exceto ligante betuminoso), transporte da mistura da usina à pista e encargos, por estarem incluídos na composição do preço unitário. O transporte do ligante betuminoso, efetivamente aplicado, será medido com base na distância entre a refinaria e o canteiro de serviço
Base de macadame hidráulico	A camada de base de macadame hidráulico será medida em metro cúbico de material compactado na pista e segundo a seção transversal do projeto, incluindo mão-de-obra, encargos, equipamentos, as operações de limpeza e expurgo das ocorrências de materiais, escavação, transporte, compra de materiais, espalhamento, umedecimento, compressão e acabamento na pista

Fonte de dados primários: DNER-ES 280/97, DNER-ES 281/97, DNER-ES 282/97, DNER-ES 299/97, DNER-ES 300/97, DNER-ES 301/97, DNER-ES 303/97, DNER-ES 306/97, DNER-ES 307/97, DNER-ES 313/97 e DNER-ES 316/97

#### 2.1.4.2.2. Acompanhamento de Cronogramas Físicos e Financeiros

Este serviço corresponde a simples atividade de comparação entre os serviços programados para um determinado período, derivados do planejamento da obra, e os realmente executados, obtidos através das medições.

Desta forma, o acompanhamento serve para dar suporte a tomada de decisão, por parte da supervisora, quanto a reprogramação da obra, remanejamento de recursos, aplicação de multas contratuais etc.

## 2.2. Qualidade na Construção

### 2.2.1. O Conceito de Qualidade

O conceito de qualidade foi primeiramente associado à definição de conformidade às especificações, surgindo, primeiramente, no Japão através de aplicação de programas como 5S's, *Just in Time*, *Kaizen* e TPM (Manutenção Produtiva Total).

Posteriormente, este conceito evoluiu para a visão de satisfação do cliente. Obviamente a satisfação do cliente não é resultado apenas, e tão somente, do grau de conformidade com as especificações técnicas, mas também de fatores como prazo e pontualidade de entrega, condições de pagamento, atendimento pré e pós-venda, flexibilidade etc.

Paralelamente a esta evolução do conceito de qualidade, surgiu a visão de que o mesmo era fundamental no posicionamento estratégico da empresa perante o mercado. Pouco tempo depois percebeu-se que o planejamento estratégico da empresa enfatizando a qualidade não era suficiente para seu sucesso. O conceito de satisfação do cliente foi então estendido para outras entidades envolvidas com as atividades da empresa.

Nesta mesma época, Juran & Gryna (1991) introduziram o conceito de Garantia da Qualidade, o qual refere-se as atividades relacionadas à qualidade, tais como Planejamento da Qualidade, Aperfeiçoamento da Qualidade e Auditoria da Qualidade e Confiabilidade.

A garantia da qualidade se dá através de evidências objetivas, as mesmas variando com o tipo de serviço ou produto que a empresa oferece, sendo necessário dispor de diferentes métodos de análise.

Segundo Juran & Gryna (1991), para que a empresa garanta a qualidade é necessário que aperfeiçoe as suas atividades de *marketing*, para conhecer melhor o produto a ser lançado, que controle o desenvolvimento do produto desde seu projeto, estabeleça relações mais aprofundadas com os fornecedores, controle a produção desde sua execução até a validação, inspecione e teste o produto ou serviço e aperfeiçoe seus serviços de pós-entrega, incluindo a avaliação dos serviços de manutenção.

Segundo Campos (1995), o conhecimento é um dos fatores internos da empresa que proporcionam o crescimento da produtividade e, numa visão mais ampla, é necessário para captar as “necessidades do cliente”, pesquisar e desenvolver “novos produtos”, pesquisar e desenvolver “novos processos”, saber “gerenciar sistemas” e saber “comercializar” e proporcionar “assistência técnica” aos clientes.

Mesmo o termo Garantia da Qualidade sendo bem difundido e aceito entre os conhecedores, o termo mais recentemente utilizado quando refere-se a qualidade em organizações é Qualidade Total, o qual representa a busca da satisfação, não só do cliente, mas de todos os *stakeholders* (entidades significativas na existência da empresa) e também da excelência organizacional da empresa.

Souza et alii (1994) apresenta o seguinte resumo dos 10 Princípios da Qualidade Total, publicado pela Folha de São Paulo e Sebrae-SP (1994):

- total satisfação dos clientes;
- gerência participativa;
- desenvolvimento dos recursos humanos;
- constância de propósitos;
- aperfeiçoamento contínuo;
- gerência de processos;
- delegação;
- disseminação de informações;
- garantia da qualidade; e
- não aceitação de erros.

## **2.2.2. Qualidade no Setor da Construção**

### **2.2.2.1. Conjuntura Atual**

Nos últimos 10 anos os conceitos de qualidade vêm difundindo-se de maneira mais ampla para o setor da construção civil.

Segundo Souza et alii (1994), os fatores que induzem a migração dessas empresas à esse novo pensamento são:

- abertura do mercado interno, busca do mercado externo e Mercosul;
- redução dos preços de obras públicas e privadas;
- exercício do poder de compra do Estado;
- exigência de qualidade por parte dos clientes privados;

- código de defesa do consumidor;
- organização e participação dos trabalhadores;
- Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade; e
- conscientização empresarial e ação das entidades de classe.

Contudo, a cadeia produtiva da construção possui características singulares que dificultam a utilização na prática das teorias modernas da qualidade. Em outras palavras, a construção requer uma adaptação específica de tais teorias, devido à complexidade do processo, no qual interferem muitos fatores.

Meseguer (1991), citado por Souza et alii (1994), apontou algumas particularidades que dificultam a transposição de conceitos e ferramentas da qualidade aplicados na indústria:

- a construção é uma indústria de caráter nômade;
- cria produtos únicos e não seriados;
- não é possível aplicar a produção em cadeia (produtos passados por operários fixos), mas sim a produção centralizada (operários móveis em torno de um produto fixo);
- é uma indústria muito tradicional, com grande inércia às alterações;
- utiliza mão-de-obra intensiva e pouco qualificada, sendo que o emprego dessas pessoas tem caráter eventual e suas possibilidades de promoção são escassas, o que gera baixa motivação no trabalho;
- a construção, de maneira geral, realiza seus trabalhos sob intempéries;
- o produto é único ou quase único na vida do usuário;
- são empregadas especificações complexas, quase sempre contraditórias e muitas vezes confusas;
- as responsabilidades são dispersas e pouco definidas; e
- o grau de precisão com que se trabalha na construção é, em geral, muito menor do que em outras indústrias, qualquer que seja o parâmetro que se contemple: orçamento, prazo, resistência mecânica etc.

### 2.2.2.2. Estrutura do Setor

Observando o Ciclo da Qualidade na indústria da construção (figura 5), pode-se identificar os vários agentes intervenientes na geração do produto final. Souza et alii (1994) determina as características de cada interveniente da seguinte forma:

- os usuários, que variam de acordo com o poder aquisitivo, as regiões do país e a especificidade das obras;
- os agentes responsáveis pelo planejamento do empreendimento, que dependem do tipo de obra a ser construída;
- os agentes responsáveis pela etapa de projeto: empresas responsáveis por estudos preliminares, os projetistas das mais variadas disciplinas, além dos órgãos públicos ou privados responsáveis pela coordenação do projeto;
- os fabricantes de materiais de construção;
- os agentes envolvidos na etapa de execução das obras: empresas construtoras, subempreiteiros, profissionais autônomos, autoconstrutores, laboratórios, empresas gerenciadoras e órgãos públicos ou privados responsáveis pelo controle e fiscalização das obras; e
- os agentes responsáveis pela operação e manutenção das obras ao longo da sua fase de uso: proprietários, usuários e empresas especialistas em operação e manutenção.



**FIGURA 5 – Ciclo da Qualidade na Indústria da Construção (Fonte: Souza et alii, 1994).**

“No caso da construção civil, o controle da qualidade deve perpassar todos os processos de produção, exercendo-se o controle das atividades desenvolvidas em todas as etapas: planejamento, projeto, materiais e componentes, execução de obras e também o controle da qualidade do uso, operação e manutenção das obras na fase de uso. Na medida em que as etapas do processo de produção sejam devidamente normalizados e seus respectivos produtos e atividades estejam especificados e padronizados, é possível estabelecer itens de controle para cada deles” (Souza et alii, 1994).

Segundo Lucarevski et alii (1993), a grande importância da normatização é a de estabelecer as disposições destinadas a um uso comum e repetitivo contribuindo na qualidade de processos, produtos ou serviços aos fins visados, prevenir contra barreiras de comércio e permitir e facilitar a cooperação tecnológica. Além disso, desde 1992 intensificou-se no Brasil a adoção de tecnologias e normas internacionais adequadas a nossa realidade, como uma forma de assimilar tecnologias. Além disso, está ocorrendo uma espécie de corrida no estabelecimento de normas para todos os serviços e produtos brasileiros, como forma a dar suporte às normas de Sistema de Gestão da Qualidade. Este esforço dos Órgãos Normativos Brasileiros tem função de fornecer maior competitividade as empresas brasileiras de bens e serviços.

### **2.2.3. A ISO**

ISO significa *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Normalização). Ela foi fundada em 1947, é sediada na Suíça, e congrega organismos de normatização internacionais, cuja principal atividade é elaborar padrões para especificações e métodos de trabalho nas mais diversas áreas da sociedade exceto no setor eletro-eletrônico, onde a responsabilidade fica a cargo da *International Electrotechnical Commission*.

Esta organização é formada por representantes de mais de 100 países, cada um representado por um organismo de normatização, testes e certificação. O Brasil é representado na *International Organization for Standardization* através da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

O Comitê Brasileiro da Qualidade ABNT/CB-25 é o comitê da ABNT responsável pela elaboração de normas, guias e relatórios técnicos internacionais da qualidade, participando na ISO, e pela produção dos documentos correspondentes.

#### **2.2.4. A Série NBR ISO 9000**

A versão 2000 da série de normas ISO 9000 constitui em um par coerente de normas de Sistema de Gestão da Qualidade, sendo a NBR ISO 9001 a que estabelece os requisitos mínimos para um Sistema de Gestão da Qualidade, servindo para fins de certificação e contratuais, focada apenas na eficácia do sistema em atender aos requisitos dos clientes. Já a NBR ISO 9004 tem objetivos mais amplos que a outra norma, utilizada quando a Alta Direção deseja ir além dos requisitos mínimos de um Sistema de Gestão da Qualidade, buscando melhoria contínua de desempenho da empresa. Ambas enfatizam, também, mecanismos de interação entre os fornecedores, a organização e o cliente, todas partes interessadas.

Segundo a NBR ISO 9004:2000, são oito os princípios de gestão da qualidade que, quando utilizados, ajudam a Alta Direção à dirigir a empresa à melhoria de desempenho, os quais são listados a seguir:

- foco no cliente;
- liderança;
- envolvimento de pessoas;
- abordagem de processo;
- abordagem sistêmica para a gestão;
- melhoria contínua;
- abordagem factual para a tomada de decisões (analisar dados e informações isoladas para tomar decisões); e
- benefícios mútuos nas relações com os fornecedores (parceria).

##### **2.2.4.1. A Abordagem da Série NBR ISO 9000**

Entende-se que o sistema de gestão da qualidade seja uma iniciativa da direção da empresa, como uma forma de melhorar continuamente o desempenho quanto aos seus setores produtivos, operacionais, gerenciais, comerciais, e, principalmente, ao atendimento aos requisitos e superação das expectativas dos clientes e das partes interessadas.

Deve-se enfatizar, para tanto, a “abordagem de processos”, ou seja, focar uma visão sistêmica do Sistema da Qualidade, com identificação dos requisitos de entrada e saída de



“Os resultados de um item de controle são garantidos pelo acompanhamento dos itens de verificação. Os itens de verificação podem também ser chamados de itens de controle das causas e são estabelecidos sobre os pontos de verificação do processo” (Campos, 1995).

Na maioria dos casos, um item de verificação de um processo é um item de controle de um processo anterior. Desta forma uma empresa que implanta um programa da qualidade tem condições de proporcionar, com maior eficiência, a melhora de seus processos internos.

#### 2.2.4.2. Método de Controle de Processos

“Para todo processo implantado em uma empresa, independentemente se esta possui sistema de gestão da qualidade, é necessário que o mesmo seja planejado, realizado, checado e corrigido após seu funcionamento” (Albuquerque & Macedo, 2003).

Para tanto, pode-se utilizar o ciclo PDCA (figura 7), o qual permite a padronização do processo em estudo e permite a melhoria contínua do mesmo.

Campos (1995) estabelece o seguinte significado para o ciclo PDCA:

- planejar (*Plan*) → Consiste em:

Estabelecer metas sobre os itens de controle;

Estabelecer a maneira (o caminho, o método) para se atingir as metas propostas.

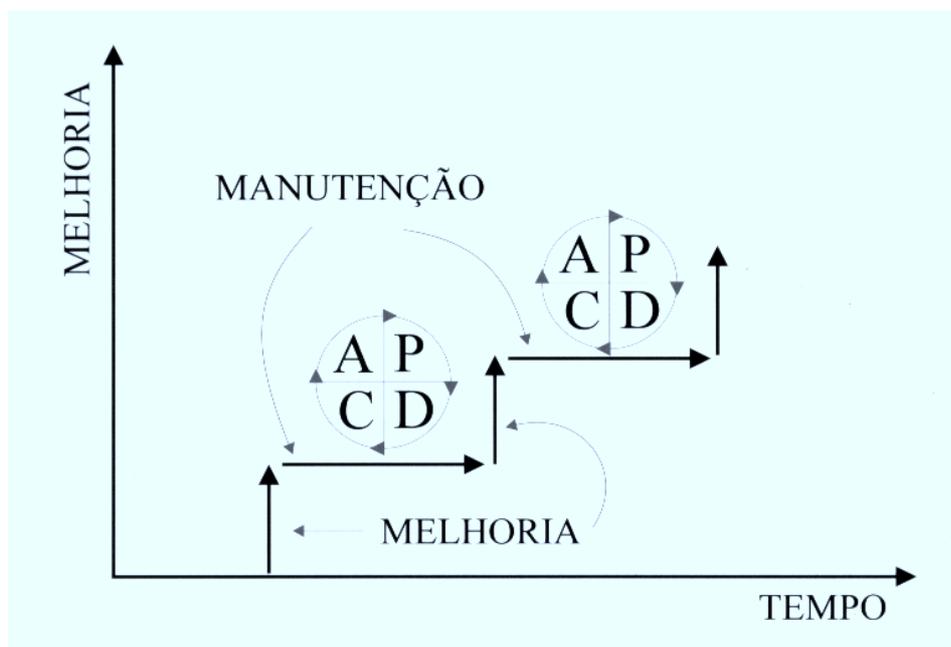


FIGURA 7 – Ciclo PDCA (Fonte: Souza & Abiko, 1997).

- execução (*Do*) → Execução das tarefas exatamente como prevista no plano, e coleta de dados para verificação do processo. Nesta etapa é essencial o treinamento no trabalho decorrente da fase de planejamento;
- verificação (*Check*) → A partir dos dados coletados na execução, compara-se o resultado alcançado com a meta planejada; e
- atuação corretiva (*Action*) → Esta é a etapa onde o usuário detectou desvios e atuará no sentido de fazer correções definitivas, de tal modo que o problema nunca volte a ocorrer.

Com o ciclo PDCA ganha-se liberdade total no planejamento da execução do produto ou serviço, onde pode-se estabelecer metas na busca da melhoria contínua da qualidade e eficiência do sistema. Além disso, o planejamento é importante quando a empresa pretende fazer alguma mudança em qualquer de seus processos (mudança de máquina/equipamento, pessoal, procedimento, materiais etc.), para que se provenha os recursos necessários, os padrões a adotar e os efeitos desses na empresa, funcionários e clientes.

Então, quando os resultados de algum processo da empresa não satisfazem mais, pode-se, utilizando a ferramenta do ciclo PDCA, analisar o processo e determinar quais são as causas do mau desempenho. Daí, determinam-se novas metas, padrões e itens de controle para que o processo tenha um salto de melhoria. Com isso, a empresa obtêm resultados melhores que o anterior, eliminando as falhas e/ou atingindo melhoria concreta do processo (figura 8).



**FIGURA 8 – Melhoria Contínua (Fonte: Campos, 1995).**

Após a etapa de planejamento da manutenção ou melhoria de um processo, torna-se necessário realizar um treinamento a todos os envolvidos no mesmo com relação ao novo padrão a ser adotado. Com o pessoal treinado, executa-se as tarefas do processo, colhe-se os dados e verifica-se os seus novos itens de controle. Caso as metas tenham sido atingidas com êxito pode-se manter o padrão adotado ou procurar sempre melhorá-lo, mas caso algum problema ainda tenha sido observado deve-se agir corretivamente.

A grande importância do ciclo PDCA é que ele não deixa que as pessoas ou empresas se enganem, pensando que o procedimento adotado é adequado, quando, na verdade, os seus resultados não são os esperados. As etapas de levantamento e verificação dos dados não deixam omitir as falhas de qualquer processo.

A decisão de não utilizar a ferramenta de planejamento do ciclo PDCA por achar-se que o mesmo não é eficiente, pela recorrência das falhas no processo, é errônea, pois o problema não está no método de controle, mas em um planejamento mal executado ou subestimado e/ou treinamento ineficiente e falta de competência (formação e capacitação) necessária para quem vai executar o serviço.

Vale salientar que as pessoas mais bem sucedidas são aquelas que gastam o tempo necessário no planejamento de seus processos, que tem seus funcionários com competência adequada para a função que está executando e que realiza, também, treinamento adequado para repassar as informações planejadas.

Determinar as metas e diretrizes para o controle destas, treinar e executar conforme o planejado, coletar e verificar os resultados e agir corretivamente é imprescindível como já foi visto, e reforçando esta afirmativa Campos (1995) diz que as empresas brasileiras estão “jogando pelo dreno” de 20 a 40% do seu faturamento em perdas devidas ao descontrole dos processos.

### **2.3. Qualidade em Projetos e Supervisão de Obras Rodoviárias**

Nas subseções seguintes serão detalhadas as diretrizes básicas de como uma empresa que realiza projeto e supervisão de obras rodoviárias deva conduzir o sistema de gestão da qualidade que atenda aos requisitos dos clientes e outras partes interessadas, que promova a melhoria contínua de seus processos e para obter a certificação na ISO 9001:2000 e em outras normas de SGQ baseadas na ISO.

Estas subseções serão compostas por 14 temas, a saber:

- sistema de gestão da qualidade;
- diagnóstico, planejamento e implantação do sistema;
- padronização e documentação do sistema;
- política, objetivos, metas e indicadores da qualidade;
- responsabilidade, autoridade e competência;
- os recursos para a qualidade;
- requisitos do cliente;
- qualidade em aquisições e contratações;
- qualidade na realização do produto: projeto e supervisão;
- assistência pós-entrega;
- medição da satisfação dos clientes;
- auditoria interna;
- não-conformidades, ações corretivas e ações preventivas;
- análise de dados; e
- análise crítica pela direção.

#### **2.3.1. O Sistema de Gestão da Qualidade**

Os processos de realização de serviços, controle dos mesmos e seus monitoramentos e medições não podem ser analisados isoladamente em um sistema de gestão da qualidade, pois existem processos antecedentes e procedentes necessários às suas realizações.

Então deve-se entender que cada processo de uma empresa faz parte de um sistema de ações, e é importante determinar como cada requisito de um sistema de gestão da qualidade, baseado na NBR ISO 9001:2000, deve ser conduzido para estar em conformidade com a mesma.

Sistema da Qualidade, segundo a NBR ISO 8402 (1994), é o conjunto de estruturas organizacionais, procedimentos, métodos, processos que convergem para implementar as atividades requeridas pela política da qualidade, objetivos e responsabilidades, e dirija sua implementação usando meios como planejamento, controle, ação para garantia e melhoria da qualidade de acordo com as características de produtos e serviços prestados.

Portanto, o sistema de gestão da qualidade de uma empresa deve ser planejado para melhorar continuamente a eficácia e eficiência do seu desempenho para melhor atender as necessidades das partes interessadas.

Então, é necessário constituir o SGQ da empresa com foco no escopo do sistema (projeto e supervisão de obras rodoviárias) e elaborar um macro-fluxo de processos, contemplando todos os processos existentes e necessários à serem implantados no seu SGQ, de acordo com as particularidades da empresa e com os requisitos da ISO 9001:2000, definir critérios e métodos para operação e controle eficazes desses, disponibilizar recursos para o seu bom funcionamento, monitorar, medir e analisar esses processos e implementar ações necessárias para atingir os resultados planejados e a sua melhoria contínua.

Estas atividades só podem ser realizadas através da realização de um planejamento e da padronização do SGQ.

### **2.3.2. Diagnóstico, Planejamento e Implantação do Sistema**

“O diagnóstico da empresa em relação à qualidade objetiva estudar o processo da empresa como um todo e de seus setores, visando detectar os pontos fortes que podem ser melhorados e apontar os pontos fracos que necessitam ser corrigidos e depois aperfeiçoados” (Souza et alii, 1994).

Ele deve ser realizado de acordo com os requisitos necessários ao SGQ da empresa e com relação aos requisitos dos clientes e partes interessadas.

O mesmo, juntamente aos requisitos gerais estabelecidos para o sistema da qualidade da empresa obtidos a partir de sua abordagem sistêmica, servirá de subsídio para a realização do planejamento para implantação do SGQ da empresa. Pode consistir em uma planilha que determine as etapas de projeto e os serviços de supervisão críticos a qualidade dos mesmos, os

quais serão controlados pela empresa, como também as atividades necessárias durante a implantação do SGQ, os responsáveis e os prazos para tanto.

Nota-se então que, para o sucesso do Sistema de Gestão da Qualidade, a Alta Direção deve ter o conhecimento dos processos de realização do produto, daqueles de apoio, que afetam a eficácia e eficiência dos outros e de suas interações, para que possa conduzir eficientemente as medições, análises e determinações mencionadas.

Souza et alii (1994) sugere que, para a condução de todas essas atividades, a direção da empresa estabeleça um “Comitê da Qualidade” responsável por coordenar o processo de implantação do Sistema de Gestão da Qualidade. Ainda recomendando-se a participação neste de funções “chaves” da empresa nas áreas de produção, administração e da própria diretoria, tendo as funções básicas de realizar e analisar diagnóstico da empresa com relação aos requisitos do sistema de gestão da qualidade, planejar a implantação do sistema, definir os mecanismos de sensibilização de todos na empresa, criar os “Times da Qualidade” que serão responsáveis pela padronização de seus setores, coordenar o processo de implantação do Sistema de Gestão da Qualidade, acompanhar a implantação, criar equipes de auditoria interna do sistema e avaliar os resultados obtidos.

### **2.3.3. Padronização e Documentação do Sistema**

A padronização de processos é o meio que existe para que uma empresa possa garantir uma rotina de sua produção e prestação de serviços, ou seja, o meio de garantir a qualidade desejada, promover melhorias, diminuir custos, cumprir prazos, promover segurança, manter o domínio tecnológico do sistema etc.

“... Padronizar é reunir as pessoas e discutir o procedimento até encontrar aquele que for melhor, treinar as pessoas e assegurar que a execução está de acordo com o que foi consensado ...” (Campos, 1992).

Para gerar procedimentos documentos, a empresa deve respeitar requisitos contratuais das partes interessadas, adotar normas, respeitar requisitos estatutários e regulamentares existentes, decisões tomadas pela empresa, fontes externas para o desenvolvimento de competências da organização e das necessidades e expectativas das partes interessadas.

A padronização de uma empresa requer a participação de todos os seus níveis hierárquicos, dos diretores até os operários, não competindo esta responsabilidade a um único departamento.

Campos (1992) estabeleceu um método para padronização de processos, no qual contempla-se a definição da especialização do procedimento, realiza-se a sua simplificação, redação, comunicação e treinamento aos envolvidos e, após colocado em uso, conduz-se a verificação de sua conformidade.

Segundo Campos (1992), na fase de redação deve-se respeitar as seguintes etapas básicas:

- elaboração de fluxograma;
- descrição do procedimento; e
- registro em formato padrão.

A documentação necessária a empresa deve apresentar-se com o nível de detalhamento necessário para atender aos requisitos das partes interessadas, podendo, ainda, estar em qualquer meio que seja adequado aos mesmos.

### **2.3.3.1. Documentação do sistema**

De acordo com a NBR ISO 9001:2000, a empresa deve documentar a declaração da política da qualidade e dos objetivos da qualidade, elaborar um manual da qualidade e os padrões que forem necessários para dar suporte ao processos do sistema.

“O Manual da Qualidade é o documento que consolida o sistema de gestão da qualidade da empresa, uma vez que apresenta a Política da Qualidade e descreve a maneira pela qual a empresa procura atingir os objetivos da qualidade expressos em sua política” (Souza & Abiko, 1997). Além disso, o mesmo deve ser “organizado em capítulos que abordam os requisitos apresentados na série de normas NBR ISO 9000. Essa organização, porém, não é fixa. O manual pode ter qualquer estrutura desde que represente o sistema da qualidade da empresa” (Souza & Abiko, 1997).

Um Manual da Qualidade deve, ainda, determinar qual é o escopo do Sistema de Gestão da Qualidade, incluir ou fazer referência aos documentos necessários ao SGQ e apresentar uma descrição da interação entre os processos do sistema (macro-fluxo de processos).

A constituição dos procedimentos documentados (padrões) pode ser realizada na seguinte seqüência (Souza et alii, 1994):

- objetivo do processo;
- seus documentos de referência;

- as funções e responsabilidades relacionadas a esse processo em particular;
- o procedimento propriamente dito em forma de fluxograma prevendo todas as etapas do processo, contendo observações quando necessário;
- os formulários e os modelos utilizados que servirão para registrar as evidências do processo; e
- uma tabela esclarecendo como se dá o controle dos registros gerados por este processo.

Para que se possa garantir que toda a documentação do SGQ seja eficientemente utilizada, desde sua elaboração até a aplicação, deve-se realizar o controle da documentação do SGQ e dos registros gerados pelo mesmo.

#### a) Controle de documentos

Um documento da qualidade é qualquer informação que sirva para dar suporte a realização dos processos do SGQ. Eles podem estar descritos das mais diversas formas e em qualquer meio de uso.

Para realizar o controle da documentação, deve-se elaborar um procedimento definindo-se como: aprovar um documento antes de sua emissão ao local de uso (podendo ser realizada por representantes da empresa que tenham funções gerenciais, preferencialmente); analisar criticamente, atualizar e reaprovar os documentos da qualidade; identificar as alterações ocorridas (através de marcação do texto alterado); disponibilizar as versões pertinentes em seus locais de uso; assegurar a legibilidade e identificação dos documentos, mesmo de documentos externos (utilização de codificação, numeração de versão etc.); e evitar que documentos obsoletos sejam utilizados (através do uso de lista-mestra de controle de documentos, identificando a situação da revisão atual de documentos e um sistema de controle de cópias enviadas).

Campos (1992) afirma que existem alguns aspectos básicos que devem ser observados antes de um documento ser posto em uso e para que o seu uso seja o mais adequado possível:

- quem será o usuário?
- documento está da forma mais simples possível?
- pode ser cumprido?
- está suficientemente claro?

- deve incorporar informações de vanguarda.
- deve ser passível de ser revisto devido a incorporação das inovações.
- deve ser baseado na prática.
- voltado ao atendimento das necessidades do trabalho.
- indicar claramente as datas de emissão e de revisão, o período de validade e as responsabilidades.
- o mesmo deve ser fruto de um consenso.
- devem ser autorizados para uso.
- deve fazer parte de um sistema, não sendo contraditório a outro processo subsequente.
- deve ser um documento mantido sob controle.
- devem ter seus nomes e formas padronizadas para toda a empresa.
- deve direcionar-se para o futuro.

#### b) Controle de registros

Registros são documentos que fornecem evidências de conformidade e eficácia ao Sistema de Gestão da Qualidade, além de apresentarem resultados obtidos. Eles podem estar descritos das mais diversas formas e em qualquer meio de uso.

Para realizar o controle dos registros da qualidade, deve-se elaborar um procedimento que defina como identificá-los (código e/ou nome), armazená-los (local de arquivo), recuperá-los (tipo de arquivo e proteção) e os seus tempos de retenção e modo de descarte.

#### **2.3.4. Política, Objetivos, Metas e Indicadores da Qualidade**

O comprometimento da Alta Direção da empresa com o seu Sistema de Gestão da Qualidade é decisivo para fazer com que se traga benefícios às partes interessadas. Para tanto, política e objetivos da qualidade coerentes com a empresa, a prática do exemplo, melhorias, melhorar o ambiente de trabalho, provisão de recursos e comunicação à todos na empresa da importância em atender aos requisitos do cliente, regulamentares e estatutários, devem ser tarefas determinantes assumidas pela Direção.

Também, medir o desempenho da empresa quanto ao financeiro, comparação por *benchmarking*, da satisfação dos clientes, da percepção das partes interessadas quanto ao

desempenho do produto fornecido, são essenciais para observar se os objetivos traçados estão sendo atingidos.

#### **2.3.4.1. Política da qualidade**

Segundo Souza & Abiko (1997), a política da qualidade “trata-se de um documento de caráter sintético que deve refletir o compromisso da alta direção com a qualidade e servir como guia filosófico para as ações gerenciais, técnicas, operacionais e administrativas, assim como para explicitar aos clientes externos o comprometimento da empresa com a qualidade. Os seus objetivos devem ser claramente definidos e totalmente exequíveis”.

Segundo Souza et alii (1994), a política da qualidade da empresa deve ser específica aos seus princípios, porém é necessário que se faça referência aos clientes externos, fornecedores, clientes internos e colaboradores, ao conceito de competitividade, a garantia da qualidade de processos e produtos e à melhoria contínua da qualidade.

A política da qualidade da empresa será, então, o lema que todos nela irão adotar.

Ela deve estar associada ao ramo em que a empresa atua, portanto, incluindo-se a referência a projetos e supervisão de obras rodoviárias.

Além disso, deve-se proporcionar uma estrutura para estabelecimento e análise crítica dos objetivos da qualidade, ser comunicada e entendida em toda a empresa, por meio de uma estratégia de sensibilização, e analisada criticamente para manutenção de sua adequação.

#### **2.3.4.2. Objetivos da qualidade**

Na fase de planejamento do sistema, deve-se atender a duas necessidades bastante importantes. Essas necessidades estão relacionadas a realização do planejamento para a implantação do SGQ (seção 2.2.5.2) e ao estabelecimento de objetivos da qualidade.

Quanto aos objetivos da qualidade, eles são determinados com base no planejamento estratégico da empresa, no diagnóstico da empresa com relação aos requisitos do sistema da qualidade e na sua política da qualidade.

No estabelecimento dos objetivos da qualidade deve-se ter em mente a melhoria contínua dos processos da empresa, ou seja, é necessário ter conhecimento da situação atual da empresa, de seus desempenhos globais e em cada processo (financeiro, produtividade, não-conformidades etc.) e procurar atingir um melhor desempenho no futuro através de ações planejadas, conforme um PDCA, sempre levando-se em conta os recursos necessários para tanto.

Cada setor ou funcionário deve ter seus objetivos estabelecidos e colaborar na concretização dos objetivos macros da empresa, devendo estes serem mensuráveis e coerentes, desdobrados na seqüência decrescente de objetivos (interesse), metas (em quanto e quando deve-se atingir o interesse) e indicadores (resultados finais do interesse).

A seguir serão caracterizados a forma como pode-se estabelecer metas e indicadores para a qualidade.

#### **2.3.4.3. Metas do sistema da qualidade**

Segundo Campos (1995), o desdobramento dos objetivos em metas permite traduzi-los em atividades concretas a serem conduzidas em cada posto de trabalho. Isto aliado ao conhecimento do desempenho da empresa nos processos para os padrões adotados, pode oferecer uma ferramenta importante para promover a melhoria contínua da qualidade.

Isto pode ser observado, por exemplo, quando se tem o objetivo de se reduzir custos de operação. Por exemplo, pode-se estabelecer uma redução em 50% no número de alterações de projeto, havendo-se o conhecimento do número atual de alterações praticados. Esta meta pode conduzir a empresa a atingir uma diminuição das falhas de projetos, um maior detalhamento destes, conhecimento mais aprofundado das necessidades dos clientes, diminuição de honorários com projetistas, a facilitar os serviços de supervisão da obra, a maior disponibilidade de tempo para atender a novos clientes etc.

As metas podem ser as mais diversas dentro da empresa, podendo ser na área administrativa, comercial, técnica e financeira. O importante em uma meta é que ela seja *SMART* (inteligente), ou seja, adotando-se as letras da palavra inglesa para descrever qual a conotação que a meta deve ter para a empresa, temos que a mesma deve ser: S “significativa”; M “mensurável”; A “alcançável”; R “relevante”; e T ter “tempo final”.

Isto propõe que as metas estejam dentro das possibilidades da empresa, mas que, também, signifiquem desafios e que tenham importância para a mesma, como uma forma de propor o seu crescimento.

Segundo Campos (1995), as fontes que ajudarão no estabelecimento de metas são:

- necessidades dos clientes;
- planejamento estratégico geral da empresa; e
- visão estratégica dos próprios diretores e gerentes.

Para garantir que as metas serão cumpridas, torna-se necessário fazer o monitoramento dos itens de controle durante a sua execução, onde, quando as discrepâncias com relação ao planejado forem aumentando, seja possível tomar medidas para que se atinjam as metas. Isto é possível com a aplicação do ciclo PDCA em cada atividade.

Finalmente, deve-se entender que as metas, quando estabelecidas, são imutáveis, cabendo a empresa atingi-las ou não. O não atendimento às metas pode trazer sentimento desmotivante, devendo, então, haver empenho de todos na empresa para o cumprimento das mesmas. Já a forma de atingir a meta, estratégia desenvolvida no planejamento, pode ser alterada, devido a necessidade de adequar o sistema às mudanças de toda ordem, para que se atinja as metas estabelecidas anteriormente. Esta é a função do “planejamento estratégico”.

#### **2.3.4.4. Indicadores da qualidade e produtividade**

Segundo Souza et alii (1994), “os indicadores consistem em expressões quantitativas que representam uma informação gerada, a partir da medição e avaliação de uma estrutura de produção, dos processos que a compõem e/ou dos produtos resultantes” e são “instrumentos de apoio à tomada de decisão com relação a uma determinada estrutura, processo ou produto”. São dois os tipos de indicadores existentes: o de capacitação (mão-de-obra); e de desempenho (resultados de processos), dividindo-se em indicadores da qualidade e produtividade.

“Os indicadores da qualidade são os que medem o desempenho de um produto ou serviço, relativos às necessidades dos clientes – internos ou externos. Os indicadores de produtividade são os que medem o desempenho dos processos, através de relações elaboradas a partir dos recursos utilizados e respectivos resultados atingidos” (Souza et alii, 1994).

“Os indicadores de desempenho também podem ser classificados quanto à abrangência e agregação dos dados utilizados para a sua elaboração, resultando em indicadores globais e específicos” (Souza et alii, 1994).

Os indicadores de desempenho global demonstram o grau de competitividade da empresa frente ao mercado, enquanto que os indicadores de desempenho específico fornecem informações sobre processos ou sobre estratégias e práticas gerenciais dos mesmos.

O estabelecimento de indicadores seguem os seguintes passos fundamentais (Souza et alii, 1994):

- estabelecimento do tipo de avaliação pretendida;
- identificação dos aspectos que propiciam a avaliação pretendida;

- definição dos indicadores primando pela seletividade (escolher aspectos que se mostrem como fatores críticos para a capacitação ou desempenho da empresa), simplicidade (que não representem dados difíceis de se obter), baixo custo (obtenção dos dados nunca com valor maior que o seu benefício), rastreabilidade (permitindo reconstituição das etapas e resultados parciais), estabilidade (estabelecimento de indicadores deve ser atividade contínua na empresa) e experimentação (os indicadores devem ser testados para verificar sua eficácia);
- definição do método de coleta dos dados;
- definição do método de processamento;
- definição de avaliação; e
- unidades de medida dos indicadores.

O quadro 20 apresenta uma listagem de exemplos de indicadores da qualidade.

**QUADRO 20 – Indicadores de capacitação e de desempenho.**

<b>TIPO DE INDICADOR</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>UNIDADE DE MEDIDA</b>
<b>1. Indicadores de Capacitação</b>	a) Número de funcionários diretos	Número absoluto
	b) Valor da produção	Moeda constante
	c) Capacidade instalada (física ou valor)	Metro quadrado/ano ou moeda
	d) Investimentos (discriminados por natureza)	Percentual da receita
	e) Número de funcionários treinados	Número absoluto
	f) Número de funcionários com formação de nível superior (em relação ao total de funcionários)	Percentual
	g) Número de funcionários com formação de nível técnico (em relação ao total de funcionários)	Percentual
	h) Número total de horas trabalhadas (mensal)	Número absoluto
<b>2. Indicadores de Desempenho</b>	a) Lucro líquido (anual)	Moeda constante
	<b>Indicadores Globais de Produtividade</b> b) Endividamento geral (exigível a curto prazo + exigível a longo prazo + duplicatas descontadas dividido pelo ativo total)	Índice absoluto

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	UNIDADE DE MEDIDA
	<p>c) Ativo total (total de recursos à disposição da empresa)</p> <p>d) Produtividade da mão-de-obra (número de horas trabalhadas dividido pelo número de metros quadrados produzidos)</p> <p>e) Custos administrativos dividido pelos custos totais</p> <p>f) Índice geral de rotatividade (relação entre o número de operários admitidos ou demitidos e o número médio de operários do período)</p> <p>g) Índice geral de absenteísmo (relação entre o número de faltas de todos os operários e o número de homens-hora trabalhado no mês)</p> <p>h) Frequência de acidentes (relação entre o número de acidentes em um milhão de horas trabalhadas e o número de homens-hora efetivamente trabalhado)</p> <p>i) Relação entre o número de funcionários administrativos e o número de funcionários na produção</p>	<p>Moeda constante</p> <p>Horas/m<sup>2</sup></p> <p>Percentual</p> <p>Percentual</p> <p>Percentual</p> <p>Índice absoluto</p> <p>Proporção</p>
<p>• <b>Indicadores específicos de produtividade</b></p>	<p>a) Produtividade da mão-de-obra por meio de serviço (número de horas trabalhadas dividido pelo número de unidades produzidas)</p> <p>b) Perdas de materiais (consumo efetivo dividido pelo consumo projetado)</p> <p>c) Distribuição dos tempos trabalhados (tempos produtivos, improdutivos e auxiliares - por serviço, inclusive atividades administrativas)</p> <p>d) Consumo de materiais por unidade de serviço executado</p> <p>e) Custo direto dos serviços em relação aos custos totais</p> <p>f) Prazo de execução efetivo em relação aos prazos estimados (por serviço)</p> <p>g) Atrasos nas atividades administrativas (por atividade)</p> <p>h) Tempos de emissão de documentos</p> <p>i) Número de contatos necessários para a conclusão de um processo (por exemplo para a compra de um insumo, contatos internos e externos)</p>	<p>Horas/m<sup>2</sup>; horas/m<sup>3</sup>; etc.</p> <p>Percentual</p> <p>Percentual</p> <p>m/m<sup>2</sup>; m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>; etc.</p> <p>Percentual</p> <p>Horas, dias ,meses</p> <p>Horas, dias</p> <p>Horas, dias</p> <p>Número absoluto</p>

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	UNIDADE DE MEDIDA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Indicadores Globais da qualidade</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Número de reclamações dos clientes finais</li> <li>b) Número de reparos executados nas unidades em períodos predefinidos</li> <li>c) Ocorrências patológicas em relação à idade do empreendimento</li> <li>d) Número de clientes insatisfeitos em relação ao número total de clientes (avaliação junto ao cliente)</li> <li>e) Número de modificações do projeto em relação às especificações originais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número absoluto</li> <li>Número/mês; número/dias</li> <li>Número x idade</li> <li>Percentual</li> <li>Percentual</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Indicadores Específicos da Qualidade</b></li> </ul>	<p><input type="checkbox"/> <b>Projeto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Número de erros ou falta de detalhes de projeto</li> <li>b) Número de revisões de projeto</li> <li>c) Custo de projeto em relação ao custo total da obra</li> <li>d) Consumo de concreto em relação à área pavimentada</li> <li>e) Consumo de aço em relação à área pavimentada ou em relação ao volume de concreto</li> <li>f) Número de ocorrências de necessidades de ajustagem devido ao projeto (cortes e ajustes em materiais e componentes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número absoluto</li> <li>Número absoluto</li> <li>Percentual</li> <li>m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup></li> <li>Kg/m<sup>2</sup>; Kg/m<sup>3</sup></li> <li>Número absoluto</li> </ul>
	<p><input type="checkbox"/> <b>Produção e gerenciamento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Número de operações de retrabalho (por serviço)</li> <li>b) Número de serviços defeituosos (para o cliente interno)</li> <li>c) Desvios de nivelamento e alinhamento</li> <li>d) Espessuras de revestimentos</li> <li>e) Número de ocorrências de defeitos de concretagem</li> <li>f) Desvios de resistência do concreto</li> <li>g) Variação do consumo de cimento (Kg/m<sup>3</sup>)</li> <li>h) Número de ocorrências de rejeição de materiais adquiridos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número absoluto</li> <li>Número absoluto</li> <li>Número e percentual em relação ao valor correto</li> <li>cm</li> <li>Número absoluto</li> <li>Percentual e frequência em relação aos valores admissíveis</li> <li>Percentual em relação a traços padronizados</li> <li>Número absoluto</li> </ul>

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	UNIDADE DE MEDIDA
	i) Número de defeitos em lotes de materiais, por natureza do material j) Número de defeitos em ferramentas/equipamentos, p/mês	Número absoluto Número/mês
	<b>☐ Suprimentos</b> a) Número de ocorrências de falta de materiais em obra b) Número de erros na compra de materiais (materiais comprados em desacordo com a especificação) c) Quantidade de sobras de materiais (em relação à compra efetuada) d) Número de fornecedores por obra ou por insumo e) Tempo de giro de estoque (por insumos principais)	Número absoluto Número absoluto Percentual Número absoluto Dias
	<b>☐ Assistência técnica</b> a) Número de solicitações de reparo após a entrega (por natureza de reparo) b) Número de reparos executados após a entrega (por natureza de reparo) c) Tempo de atendimento ao cliente (entre a solicitação e a solução do problema) d) Número de visitas ao cliente para solucionar o problema e) Custo dos reparos executados (por natureza de reparo)	Número absoluto Número Horas Número absoluto Moeda constante
	<b>☐ Administração geral</b> a) Número de erros por atividade (elaboração de estimativa de custos; emissão de folha de pagamento; contas a pagar; contas a receber, etc.) b) Número de reclamações trabalhistas em relação ao número de demissões c) Tempo médio de permanência dos funcionários na empresa d) Salários médios por função ou cargo em relação à média do mercado e) Área de trabalho por funcionário (escritórios) f) Benefícios diretos e indiretos por funcionário g) Relação entre funcionários administrativos e funcionário diretamente ligados ao processo principal	Número absoluto Número absoluto Meses Moeda constante m <sup>2</sup> /funcionário Valor em moeda constante/por funcionário Proporção

## **2.3.5. Responsabilidade, Autoridade e Competência**

### **2.3.5.1. Responsabilidade e Autoridade**

O gerenciamento ideal de uma empresa se dá quando cada pessoa que compõe a mesma tem definida sua função, ou seja, quando são estabelecidas as responsabilidades e autoridades de acordo com a necessidade de abrangência dos processos na qual atua.

Definir as interações das funções da empresa através de organogramas explicita como as mesmas devem se relacionar e como se reportarem, demonstrando, então, as autoridades do sistema. A forma que o organograma irá tomar informará qual a maneira adotada pela alta direção quanto ao gerenciamento dos processos e dos recursos humanos. O mesmo varia de empresa para empresa de acordo com suas realidades próprias.

Uma forma de se estabelecer as responsabilidades do sistema é através de um manual de descrição de funções, devendo as informações do mesmo serem repassadas para os funcionários de todas as esferas da empresa.

Além de determinar a estrutura organizacional e as responsabilidades das funções envolvidas, a Direção da empresa deve indicar um membro da organização, podendo ou não acumular outras funções e que tenha acesso a todos os seus setores, para ser o representante da direção no que se referir ao Sistema de Gestão da Qualidade, tendo responsabilidade e autoridade para (NBR ISO 9001:2000):

- assegurar que os processos necessários para o Sistema de Gestão da Qualidade sejam estabelecidos, implementados e mantidos;
- relatar à Alta Direção o desempenho do Sistema de Gestão da Qualidade e qualquer necessidade de melhoria; e
- assegurar a promoção da conscientização sobre os requisitos do cliente em toda a empresa.

### **2.3.5.2. Competência**

Sabe-se que o envolvimento e o apoio dos funcionários é imprescindível no Sistema de Gestão da Qualidade. Porém os mesmos devem ser competentes com base em educação, treinamento, habilidade e experiência apropriados.

As competências necessárias e, se possível, as desejáveis para o pessoal que executa trabalhos que afetem a qualidade do produto, devem ser determinadas. Essas podem estar contidas no

Manual de Descrição de Funções da empresa. Os registros de competência podem ser feitos em programa específico ou em formulários apropriados do setor de Recursos Humanos.

O treinamento é uma das etapas mais importantes para o SGQ. Ele deve ser fornecido sempre que for necessário satisfazer as necessidades de competências dos funcionários e sempre, para o pessoal envolvido, quando for implantado um novo processo. Além disso, deve-se avaliar a eficácia desses treinamento com relação ao planejado.

O treinamento não deve ser feito apenas em nível funcional, mas, sim, deve ser estendido a conceitos e necessidades do sistema da qualidade, de forma que todos entendam e se envolvam com este. Esta medida agrega valores, como ganho de qualidade nos produtos oferecidos e maior possibilidade de sustentabilidade da empresa no mercado.

O treinamento da qualidade estendido ao pessoal de produção lhes concede maior independência na realização de seus trabalhos, por entender melhor como ele foi planejado.

Cada empresa, de acordo com sua realidade, deve elaborar métodos de treinamento. Segundo Juran & Gryna (1991), essas particularidades são relativas aos desafios e problemas de qualidade enfrentados pela empresa, conhecimentos técnicos a empresa para cumprir os requisitos do sistema da qualidade, conhecimento e habilidades reais dos funcionários, processos e recursos de treinamento já existentes no mercado para cada área de atuação, a realidade presente na empresa com relação aos treinamentos já realizados e sugestões dos funcionários quanto a mudanças nos procedimentos adotados.

Na etapa de planejamento do treinamento, Juran & Gryna (1991) sugere a adoção das seguintes questões:

- quem deve ser treinado?
- treinamento em que?
- onde conseguiremos os materiais de treinamento?
- como assegurar que os líderes farão o treinamento?
- o treinamento deverá ser dentro ou fora da empresa?
- quanto vai custar?
- quanto tempo durará?
- qual deve ser a programação e as prioridades?

Os responsáveis pelo planejamento do treinamento devem ser equipes multidisciplinares da empresa e, de preferência, coordenada por responsáveis de Recursos Humanos, onde cada um diz suas necessidades e alternativas de treinamento para seu setor em reuniões de *brainstorming*.

Segundo Juran & Gryna (1991), os meios de oferecer os treinamentos variam em: “experiência profissional”, onde o funcionário aprende através de sua própria prática, mas sendo supervisionado por uma função competente que o oriente; “experiência profissional rotativa”, onde um funcionário é submetido a atuar em outras atividades da empresa que não a sua para entender os efeitos de sua atuação nestas; “treinamento em sala de aula”, onde deve-se contar com instrutores, material de apoio, programa e material didático, podendo ser conduzido por pessoal da empresa ou consultores e instituições especializadas nesse fim; “auto-aprendizado”, podendo ser por acompanhamento de séries de vídeo com livros didáticos, filmes de treinamento e instruções programadas, onde, nesses casos, o funcionário terá que extrair sua própria interpretação do conteúdo; manuais da qualidade e procedimentos documentados, os quais são a referência e o padrão da empresa; visitas a outras empresas, fazendo um *benchmarking* de suas boas práticas; participação em associações profissionais, onde têm-se a oportunidade de trocar experiência entre empresas; e publicações que contenham estudos de caso.

O treinamento deve ser realizado para todas as categorias de pessoal da empresa, para que o sistema da qualidade seja realmente eficiente dentro de planejado e entendível por todos, contemplando diretores, gerentes, representante da direção, corpo técnico (engenheiro, técnicos e supervisores), pessoal do administrativo, áreas de apoio, operários, para os líderes de cursos e auditores, sendo cada treinamento adequado às funções alvo.

Após a realização do treinamento, é necessário avaliar a sua eficácia, tanto no ponto de vista de quem está treinando e o método utilizado no treinamento, avaliando sua eficiência em repassar as informações necessárias, sendo necessário fazê-lo através de questionários de análise de satisfação ou através de *feedback*, e do ponto de vista de quem está recebendo o treinamento, para avaliar se o mesmo está aplicando os conceitos repassados ou se a sua competência foi a necessária para assimilá-los, sendo necessário avaliar os benefícios atingidos com a atuação do funcionário após o treinamento, ou aplicar exames para avaliar o conhecimento adquirido.

Deve-se assegurar também que os funcionários estejam conscientes à pertinência e importância de suas atividades e de como elas contribuem para atingir os objetivos da qualidade.

### **2.3.6. Os Recursos para a Qualidade**

Segundo a ISO 9001:2000, a empresa deve determinar e prover recursos necessários para implantar e manter o Sistema de Gestão da Qualidade, melhorar continuamente sua eficácia e aumentar a satisfação de clientes mediante o atendimento aos seus requisitos.

Deve-se lembrar, ainda, que provisão de recursos é um dos requisitos gerais de um Sistema de Gestão da Qualidade.

Segundo a NBR ISO 9004:2000, os recursos para a qualidade dizem respeito a pessoas, infraestrutura, ambiente de trabalho informação, fornecedores e parceiros, recursos naturais e recursos financeiros.

Quanto aos recursos humanos, este assunto já foi abordado na seção 2.2.5.5.2 deste capítulo, onde observaram-se as particularidades e dificuldades de manter o envolvimento e o manejo deste tipo de recurso.

Os demais recursos dependem exclusivamente da vontade e possibilidade da direção da organização em provê-los.

Quando se fala em prover uma infra-estrutura deve-se entender que a direção da empresa deve fornecer as condições mínimas e aquelas requeridas pelos clientes para que os serviços que a empresa se dispõe seja executado eficientemente.

Essa infra-estrutura está relacionada as instalações, espaço de trabalho, ferramentas e equipamentos, serviços de apoio, tecnologia de informação e de comunicação e de meios de transporte.

As condições de ambiente de trabalho estão diretamente ligadas a segurança na execução de serviços em campo, e em segundo plano as condições ergonômicas de escritório, devendo ser apropriadas para alcançar a conformidade com os requisitos do produto.

Ainda, deve-se definir uma estrutura que forneça a saúde necessária (social, física e ambiental) a execução dos serviços, visando não oferecer prejuízos derivados desta.

Enfim, os recursos devem ser identificados, mas, também, providos para que o sistema funcione, cumpra os requisitos requeridos e demonstre as evidências necessárias.

No processo de identificação dos recursos deve-se disponibilizar de um processo eficaz e eficiente de definição dos requisitos dos clientes e do produto, bem como planejamento do mesmo, assunto abordado nas seções subseqüentes.

### **2.3.7. Requisitos do Cliente**

Para que a empresa realmente supere as expectativas dos clientes com seus serviços e produtos é necessário que os mesmos estejam conformes sobre todos os aspectos, tenham seu funcionamento garantido para o fim a que se dispõe, sejam entregues nas condições e prazos requeridos, que tenham assistência técnica eficiente e garantida, preços e custos do ciclo de vida compatíveis com o porte do serviço ou produto, que se ofereça o mínimo de riscos na sua utilização, que se tenha responsabilidade civil pelo projeto e/ou serviços realizados e que os impactos ambientais gerados pelas atividades, mesmo as subseqüentes, sejam mínimos.

Deve-se reconhecer, também, o empenho ao atendimento as necessidades e expectativas de seus funcionários para aumentar a satisfação no trabalho e o desempenho individual.

Além disso, a definição de resultados financeiros dos donos e proprietários, os benefícios no estabelecimento de parcerias e relações com a sociedade, como responsabilidade com a saúde e segurança, considerações de impactos ambientais, identificação de requisitos estatutários e regulamentares aplicáveis e identificação de impactos atuais e potenciais na sociedade em geral com os projetos e/ou serviços, são da mesma importância que as considerações anteriores.

A empresa deve, então, atender aos requisitos dos clientes e de outras partes interessadas. Para tanto, deve-se determinar e identificar (NBR ISO 9001:2000): os requisitos especificados nos contratos de licitação ou de emendas à contratos; os requisitos não declarados pelo cliente, mas necessários para o uso específico ou intencional; requisitos estatutários e regulamentares; e qualquer outro requisito que a própria empresa determinar.

Nesta etapa a empresa deve realizar a análise crítica de suas propostas de serviço ou pedidos das licitantes e das propostas de alteração de contratos ou pedidos, antes de assumir o compromisso com a realização da obra ou prestação de serviços. Esta análise crítica deve assegurar que (QUALIOBRA/SE, 2003; NBR ISO, 9001:2000):

- os requisitos do empreendimento estão definidos conforme especificado anteriormente;
- os requisitos de contrato ou de pedido que difiram daqueles previamente manifestados estão resolvidos; e

- a empresa tem a capacidade atender aos requisitos definidos.

Os registros da análise crítica dos requisitos relacionados ao produto devem ser mantidos e qualquer alteração nos requisitos do produto deve constar nos documentos relacionados. Necessários, também, é que as partes interessadas (qualquer participante da realização do projeto e/ou prestação do serviço) sejam comunicadas sobre tais alterações.

Cabe a empresa, também, determinar mecanismos eficazes para se comunicar com os seus clientes, de modo que (NBR ISO 9001:2000): os forneça informações sobre o empreendimento; providencie o tratamento das consultas (contratos, pedidos e/ou emendas); e realimentação das sugestões, necessidades e reclamações feitas pelas partes interessadas.

### **2.3.8. Qualidade em Aquisições e Contratações**

Para garantir a qualidade do produto adquirido e/ou serviço, a empresa deve estabelecer suas especificações e informá-las aos fornecedores. Essas especificações devem seguir tanto as necessidades do projeto e/ou serviço a ser realizado quanto as normas técnicas. Caso o fornecedor não possa atendê-las, ambos devem se empenhar no desenvolvimento da tecnologia necessária, o que refletirá no ganho para o fornecedor, por atender a padrões normatizados, a empresa, por melhor compatibilizar e racionalizar a sua produção ou fornecimento de serviço, e para o cliente, por ter acesso a um produto ou serviço de qualidade reconhecida.

“Tais especificações, embora de caráter essencialmente prático, devem ser desenvolvidas com base nas normas técnicas brasileiras, na bibliografia pertinente ao assunto (livros, revistas técnicas, publicações setoriais e outros) e na experiência acumulada dos técnicos de diversas áreas da empresa como orçamento, projeto, planejamento, compras, obras e manutenção” (Souza & Abiko, 1997).

A relação entre a empresa e seus fornecedores deve passar a ser de parceria, ou seja, não há espaço para a compra meramente econômica, onde o comprador procura o menor preço do mercado. O menor preço é necessário, porém ele deve ser uma consequência do fornecimento. Primordial, também, é a relação de confiança mútua, onde o fornecedor entregará o serviço ou material conforme o especificado, no prazo determinado, com durabilidade esperada etc. e o comprador honrará com o pagamento combinado anteriormente, além de procurar uma forma de ajudá-lo a desenvolver, cada vez mais, os produtos fornecidos para melhorar a sua qualidade.

Teoricamente o fornecedor, que se especializa no fornecimento de um serviço ou produto com especificações determinadas, pode fornecer com maior qualidade e produtividade. Ainda, quando mudanças são planejadas com a empresa compradora, elas são melhor concretizadas e com maiores chances de sucesso.

Para o estabelecimento de parceria, antes é necessário selecionar e qualificar o fornecedor, avaliando a sua capacidade em fornecer o produto desejado e da forma, também, desejada (prazo, preço, qualidade etc.). Após o fornecimento é necessário que se avalie o desempenho do fornecedor no atendimento ao requisitado.

Após isto, Campos (1995) afirma que, "... caso o fornecedor confirme a sua qualidade, entre-se num giro contínuo de desenvolvimento do fornecedor, através de aconselhamento, cursos, assistência técnica, análise de dados e premiassão por bom resultado conseguido ...". Essas medidas devem se adequar ao tipo de fornecedor, e os recursos para esse apoio devem ser patrocinados pelo próprio fornecedor, garantido assim sua independência. Ainda segundo o mesmo autor, caso a qualidade, método e prazo de entrega, custos e gerenciamento geral do fornecedor não mais satisfaçam ao comprador, pode-se suspender o fornecimento.

"A existência de especificações claras com requisitos definidos e documentados permitem a livre comunicação entre compradores e fornecedores, reduzindo os eventuais desentendimentos. Além disso, as especificações permitem uma comparação objetiva entre fornecedores diferentes de fins similares, o que conduz a um cadastro de fornecedores qualificados, fundamentado não só no preço ou no prazo de entrega mas também na conformidade dos produtos às normas" (Souza & Abiko, 1997).

De acordo com o exposto, convém que se estabeleça um banco de dados contendo apenas os fornecedores qualificados e avaliados satisfatoriamente. O fornecedor deve sair do cadastro de acordo com um número de recorrências de não-conformidades preestabelecido, excluindo aqueles que sejam únicos ou que sua exclusão dificultará a execução dos serviços da empresa devido a contratos já firmados.

Os materiais, equipamentos e serviços adquiridos devem ser verificados/inspecionados para assegurar que o especificado foi atendido, devendo-se utilizar os requisitos contidos em normas técnicas ou procedimentos específicos da empresa.

Quando necessária a verificação nas instalações do fornecedor, isto deve ser declarado nas informações de aquisição, bem como os controles a serem executados (NBR ISO 9001:2000).

Quando no recebimento do adquirido, Souza et alii (1994) diz que existe três formas básicas de realizar o controle, sendo com “inspeção 100%”, “inspeção ao acaso” e “inspeção por amostragem estatística”. No último caso pode-se, ainda, realizá-la por atributos, onde os produtos são classificados como defeituosos, ou por variáveis, onde realiza-se a medição da característica considerada e sua expressão em termos numéricos.

Os planos de amostragem, também, podem ser simples ou duplo (ver APÊNDICE R).

Segundo Souza & Abiko (1997), qualquer material, equipamento, derivados de informática ou serviço adquirido e entregue deve passar pelo controle de recebimento, do qual resultam os registros da qualidade. Esses registros e a avaliação do fornecedor, em relação ao prazo de entrega e ao desempenho do adquirido durante a sua aplicação, devem retroalimentar o sistema. Dessa forma as especificações podem ser aperfeiçoadas e o cadastro de fornecedores pode ser constantemente atualizado.

“O cadastro de fornecedores qualificados deve ser elaborado gradualmente para aqueles produtos priorizados, com base no preço, pontualidade na entrega, conformidade do produto às especificações (qualidade de conformidade) e outros itens de análise que a empresa julgar pertinentes para cada produto em questão” (Souza & Abiko, 1997).

Importante, também, é manter um controle de estoques na empresa, como uma forma de minimizá-los. Para que o fornecedor contribua com esse controle minimizado de estoques, é necessário que o mesmo tenha conhecimento da programação de compra da empresa, e cabe a empresa conhecer a capacidade de fornecimento do fornecedor para avaliar se é possível manter essa prática.

### **2.3.9. Qualidade na Realização do Produto: Projeto e Supervisão**

A qualidade na realização do produto de empresas consultoras atuantes na área de projetos e supervisão de obras rodoviárias depende do planejamento para a realização do produto, dos recursos disponibilizados, e da execução do mesmo.

Na seqüência pode-se observar quais são as diretrizes necessárias a realização do planejamento do produto e a realização de projetos e dos serviços de supervisão de obras.

#### **2.3.9.1. Planejamento do produto**

Com já visto anteriormente, cada processo de uma empresa representa uma atividade ou seqüência de atividades correlacionadas que têm entrada e saída.

Para a realização de um projeto ou prestação de serviço de supervisão, torna-se necessário identificar as entradas e saídas de cada processo e determinar a inter-relação do conjunto de atividades que o compõe. Deve-se entender que a saída de um processo pode ser a entrada para outro, e de acordo com as necessidades identificadas para cada processo, a empresa tem a condição de dispor os recursos para a sua realização.

Para a execução cada produto de uma empresa consultora atuante na área estudada, ela deve estabelecer um “Plano da Qualidade” do projeto e/ou supervisão da obra, documentado, capaz de identificar as necessidades e orientar os funcionários, contendo:

- planejamento das ações, especificações técnicas para os serviços e materiais controlados, e objetivos específicos para cada empreendimento;
- os recursos necessários a realização do empreendimento, como: o pessoal que dará apoio a realização e suas inter-relações; necessidades de treinamento e responsáveis por sua execução; os equipamentos necessários com suas respectivas manutenções e calibrações; os procedimentos e registros que darão apoio à realização do empreendimento; e métodos utilizados para a segurança e saúde no trabalho;
- a disposição dos resíduos gerados pela empresa e controle dos gerados pela construtora; e
- verificação, validação, monitoramento, inspeção e atividades de ensaio requeridos, específicos para o empreendimento, bem como os critérios para aceitação do mesmo.

“O Plano da Qualidade restringe-se a um empreendimento em particular, seguindo as diretrizes estabelecidas no Manual. Ele demonstra ao cliente de um empreendimento específico a maneira como a empresa trabalha, com vistas a garantir a qualidade do mesmo. Nesta concepção, o empreendimento é visto fora da organização, e a mesmo é monitorado pela estrutura central da organização que é quem determina o que deve ser feito e quais as metas a serem atingidas” (Santos & Melhado, 2001).

Os Planos da Qualidade devem ser elaborados de acordo com as recomendações da NBR ISO 10005 – Gestão da Qualidade – Diretrizes para Planos da Qualidade.

Segundo Santos & Melhado (2001), em algumas obras consideradas pesadas e de grande porte há a particularidade do plano ser uma documentação vinculada ao próprio edital de concorrência, obrigando-se as empresas contratadas a elaborarem seus planos da qualidade já no processo de licitação. Os mesmos autores ainda citam que existe uma proposta para a setor de construção de “Modelo de Plano de Qualidade” elaborado pelo Movimento Francês para a

Qualidade – MFQ (1997), o qual é estruturalmente a mesma apresentada por Cornick (1991), determinando que cada agente participante deva possuir um Sistema da Qualidade Operacional e a partir deste formular um PQE específico de sua competência que, por sua vez, é avaliado pelo coordenador do empreendimento (figura necessária nesta proposta), o qual reprova ou aceita-o como parte constituinte do Plano da Qualidade do Empreendimento”.

Santos & Melhado (2001) citam, também, um estudo de caso de estabelecimento de um PQE, envolvendo uma construtora e uma supervisora na construção de um hotel da cidade de Guarulhos – SP, onde o sucesso deste enfoque para a garantia do cumprimento de prazos, custos e especificações do produto está gerando um novo conceito de gerenciamento de empreendimentos, onde a própria equipe da empresa utiliza um sistema formal de garantia da qualidade e sua aplicação é supervisionada por uma empresa externa.

Como o tipo de empresa analisada nesta pesquisa realiza dois produtos diferentes, projeto e supervisão de obra, o mesmo plano deve ser realizado separadamente para cada um desses produtos, devido aos mesmos serem realizados em momentos diferentes, ou, caso o contrato firmado permita, pode-se realizar um mesmo plano para a realização desses dois produtos simultaneamente.

Esta decisão depende apenas da negociação entre o cliente e a empresa e as características da realização dos serviços do empreendimento.

### **2.3.9.2. Realização do projeto**

“É na etapa de projeto que acontece a concepção e o desenvolvimento do produto, que devem ser baseados na identificação das necessidades dos clientes em termos de desempenho e custos e das condições de exposição a que está submetido o empreendimento na sua fase de uso. A qualidade da solução do projeto determinará a qualidade do produto e, conseqüentemente, condicionará o grau de satisfação dos usuários finais” (Souza & Abiko, 1997).

“Os tipos e números de operações do processo de execução, o grau de dependência entre as mesmas, condições de transporte e circulação nos canteiros de obras, a quantidade e qualidade requerida da mão-de-obra resultam das decisões do projeto quanto as formas e dimensões, configuração das plantas, posicionamento dos elementos, componentes e materiais e determinam o grau de complexidade, a continuidade de execução e o grau de repetição das operações” (Souza et alii, 1994).

“O projeto e a organização de seu processo de elaboração detêm assim um grande potencial de racionalização do processo de execução e, portanto, da elevação da produtividade global, a partir da simplificação de métodos e técnicas requeridas” (Souza et alii, 1994). Ainda, segundo o mesmo autor, após a finalização da execução do empreendimento o projeto ainda influi nos custos de manutenção através das seguintes fontes:

- durabilidade de materiais e componentes;
- ocorrência de manifestações patológicas; e
- alterações nas necessidades dos usuários.

Deve-se entender que os custos de projeto são baixos comparando ao de execução da obra, porém as decisões tomadas nessa etapa determinam o custo total do empreendimento, restando apenas, ao planejamento e gerenciamento da obra, manter os custos nos limites que o projeto permite.

Segundo Baía & Melhado (1998), “a estrutura de trabalho mais encontrada nas empresas de projeto, permite que o projeto seja elaborado por profissionais diferentes ao longo de suas etapas, ou seja, o projeto é desenvolvido por mais de uma equipe, sendo cada equipe responsável por uma etapa”, (...) “o que permite a redução de custos de produção do projeto, pois, segundo as empresas, esse arranjo proporciona uma maior produtividade. Contudo, nesse tipo de estrutura organizacional, os profissionais tendem a ter dificuldades de manter uma visão sistêmica de todo o processo, já que trabalham em departamentos isolados e em etapas específicas do projeto” e, ainda, “essa divisão de trabalho também pode ocasionar perda de informações na passagem do projeto de uma equipe para outra, caso não haja um controle rigoroso de registro dos dados de projeto”. Segundo o mesmo autor, destacam-se alguns problemas relacionados com a obtenção da qualidade em projetos, tais como:

- trabalho não sistematizado e descoordenado das diversas equipes de projeto participantes de um empreendimento;
- dificuldades de alterar a forma de projetar, muito voltada ao produto, ou seja, ausência de um projeto voltado à produção;
- falta de padrões e procedimentos para a contratação de projetistas;
- realização, apenas, de uma compatibilização final de projetos e não sua real coordenação ao longo do seu desenvolvimento; e

- falhas no fluxo de informações internas à empresa construtora, prejudicando o processo de retroalimentação de projetos futuros.

Ao analisar empresas de projeto com relação à estrutura organizacional, etapas de desenvolvimento, controle e coordenação de projeto, Baía & Melhado (1998) constatou algumas dificuldades com relação à obtenção de uma melhoria da qualidade, tais como:

- baixo grau de comprometimento dos profissionais e empresas de projeto com a estratégia e metas dos contratantes (custos, prazos, atendimento ao usuário final); situação agravada devido a falta de estratégia de produto por parte dos contratantes;
- ausência de metodologias adequadas para levantamento das necessidades dos clientes, como o investidor, construtor e o usuário final;
- excesso de retrabalho no processo de desenvolvimento do projeto, em função de alterações por parte do contratante e da falta de integração entre os diversos agentes participantes;
- controle de qualidade incipiente durante o processo de projeto, sendo ainda necessário o desenvolvimento de procedimentos de controle eficazes, de fácil utilização, que sirvam de base para tomadas de decisões nos projetos futuros e em andamento;
- inexistência de uma troca sistemática de informações entre a empresa de projeto e a obra, não promovendo assim a aplicação dos princípios de racionalização e construtibilidade desde a etapa inicial do processo de projeto; e
- ausência de coordenação do processo de projeto, ou seja, não há um trabalho conjunto entre a construtora, os demais projetistas e a empresa de projeto durante o processo de realização do projeto.

“O aumento da qualidade nos projetos depende da criação de uma estrutura que forneça especificações a serem repassadas aos diversos projetistas participantes, além de definir e transmitir as informações entre os diversos elementos envolvidos no empreendimento (proprietários, projetistas, gerentes, construtores), coordenar os projetos elaborados pelos diferentes profissionais e controlar a qualidade dos projetos elaborados” (Baía & Melhado, 1998).

Segundo Souza et alii (1994), a qualidade no projeto dependerá dos seguintes aspectos:

- qualidade da solução do projeto, refletindo – na qualidade do projeto final, facilidade de construir e no custo;
- qualidade da descrição do projeto, através – do projeto executivo, dos memoriais e especificações técnicas; e
- qualidade no processo de elaboração do projeto, através – das descrições e parâmetros de projeto, integração entre os projetos, análise crítica do projeto e controle de recebimento.

Este mesmo autor ainda afirma que a realização de um projeto compreende as seguintes etapas sucessivas:

- levantamento de dados;
- programa de necessidades;
- estudo de viabilidade;
- estudo preliminar;
- anteprojeto;
- projeto legal;
- projeto pré-executivo;
- projeto básico (aplicável em alguns tipos de obras, por exemplo, obras públicas);
- projeto executivo;
- detalhes de execução / detalhes construtivos;
- caderno de especificações;
- coordenação/gerenciamento de projetos; e
- assistência a execução.

Baía & Melhado (1998) afirma que são poucos os procedimentos de controle da qualidade que as empresas de projeto aplicam no desenvolvimento do projeto e os que existem não são aplicados de maneira sistematizada.

Segundo Souza et alii (1994), os padrões e as definições para o controle da qualidade do projeto seguem as seguintes diretrizes básicas:

- parâmetros de projetos – definições prévias relativas a cada projeto e respectivas interfaces;
- *check-list* de definições de projeto – listagem de itens que não podem ser padronizados, mas que devem ser definidos pelos projetistas em cada empreendimento, a fim de alimentar o trabalho dos demais projetistas;
- cronograma de projeto – define todas as etapas de um projeto e seus respectivos prazos de elaboração;
- mapa de acompanhamento do projeto – um mapa de situação dos projetos de vários empreendimentos em andamento;
- procedimentos de apresentação de projetos – são padrões de apresentação de um projeto em relação a todos os documentos que o compõem (memoriais, plantas, cortes, detalhes, perspectivas etc.);
- *check-list* de recebimento de projeto – relação de todos os itens que constam dos parâmetros de projeto e que podem ser verificados nos documentos apresentados, assim como de todas as condições estabelecidas nos procedimentos de apresentação de projeto;
- controle de arquivo – procedimento para a organização dos arquivos de projeto;
- controle da atualização de projeto – procedimentos de controle de revisões de várias partes do projeto, com identificação da versão; e
- controle de remessa de cópias – procedimentos de remessa de cópias dos documentos que fazem parte do projeto ao seu destino, eliminando-se a possibilidade de uso de cópias desatualizadas.

Ainda, a empresa deve realizar a validação do projeto, que serve para assegurar que o empreendimento resultante é capaz de atender aos requisitos especificados.

No caso da construção rodoviária a validação de projetos deve ser realizada pelo órgão rodoviário competente (DER's, DAER's, DNIT etc.) e antes da realização da obra ou dos trechos específicos, sendo esses responsáveis por fornecer o registro necessário que comprovem a validação.

Baía & Melhado (1998) aponta que, no processo de realização de projetos, há a necessidade de se estabelecer a figura de um coordenador que atue globalmente no processo de projeto, onde esse profissional deve ter muita experiência, tanto no desenvolvimento de projeto, como

em canteiro de obras. Na coordenação de projetos, dois tipos de reunião são importantes durante o processo de elaboração de projetos:

- reunião de consolidação – que tem como objetivo definir e validar, de forma conjunta, as diretrizes que irão nortear as etapas posteriores de desenvolvimento do projeto; e
- reunião de compatibilização – que procura solucionar todos os problemas existentes nas interfaces entre os projetos das diversas especialidades.

### **2.3.9.3. Realização da supervisão de obra**

Segundo Souza & Abiko (1997), o primeiro aspecto da qualidade das obras refere-se à qualidade no controle técnico e administrativo que deve ser homogêneo para todas as obras que a empresa participe e aderente a uma diretriz definida pela alta administração.

Ainda, não basta garantir a qualidade no controle da obra, mas também a qualidade dos materiais, equipamentos e na execução de cada serviço específico que faz parte do processo de produção.

Sabendo-se disso, o uso de dispositivos de inspeção e medição adequados e confiáveis, como também a implementação de medição e monitoramento em etapas críticas de cada processo executivo são fundamentais para que se garanta a execução e o controle da obra conforme acordado.

Na seqüência serão apresentadas as formas de se realizar o controle dos dispositivos de medição e ensaios, bem como as diretrizes para a realização dos controles técnico e administrativo da obra.

#### **a) Dispositivos de medição e ensaios**

Conforme os tipos de medições e controle que serão exercidos na supervisão de serviços e na medição de quantitativos, deve-se fazer uma seleção dos equipamentos de medição e monitoramento mais adequados para evidenciar a conformidade dos mesmos com as especificações determinadas.

Estes equipamentos devem ser calibrados em períodos estabelecidos ou antes do uso, contra padrões rastreáveis até os do INMETRO, em laboratórios de calibração ligados a RBC (Rede Brasileira de Calibração). Quando não existir um padrão, o método utilizado e a calibração ou verificação devem ser coerentes com o uso pretendido, bem como registrados.

No caso de descalibração, o equipamento deve ser reajustado, deve ser identificado para que a situação de calibração seja determinada, protegido contra os ajustes que possam invalidar o resultado da medição e contra danos e deterioração durante o manuseio, manutenção e armazenamento.

Quando utiliza-se software em medição e monitoramento (Ex.: em usinas dosadoras) os mesmos devem ser avaliados quanto a sua capacidade antes do uso inicial e reconfirmado caso necessário.

Os controles necessários relativos a calibração de equipamentos devem ser devidamente registrados em planilhas para este fim, como uma forma de garantir que o controle foi realmente executado e dentro dos prazos estabelecidos, e os equipamentos devem estar devidamente identificados quanto a sua situação de calibração.

#### b) Controle técnico da obra

“A checagem do serviço executado ou em execução evita o desvio de rumos e garante o andamento normal da obra sem a ocorrência de problemas que podem repercutir nas etapas posteriores. A forma de checagem ou inspeção também deve ser formalizada de maneira que todos os responsáveis utilizem os mesmos critérios para verificação da qualidade dos serviços” (Souza & Abiko, 1997).

Para prestar o serviço de controle técnico de uma obra rodoviária é necessário que se tenha domínio das especificações do empreendimento.

Além disso, os tipos de verificação e os critérios de aceitação de serviços devem ser determinados pela empresa consultora e estabelecidos procedimentos com base nas normas da ABNT e de Especificações de Serviços do DNIT, na experiência, boa prática, além de outros requisitos quando solicitado pelo cliente, levando-se em consideração os pontos considerados críticos de cada processo executivo e a seqüência do mesmo desde as condições para o seu início, durante a sua execução e ao seu final.

Uma opção para a verificação destas especificações é a empresa documentar todos os seus procedimentos de supervisão em forma de formulários, o que garante que todas as informações necessárias a obra serão registradas, bem como fornece um domínio tecnológico a empresa, com os procedimentos adequados a sua realidade e a do cliente. Além disso, como todos os serviços de controle técnico serão realizados de forma padronizada, fica mais fácil analisar a eficiência dos mesmos.

Para aqueles materiais que forem utilizados antes de encerrarem-se os ensaios e verificações necessários para a sua aprovação (Ex.: concreto asfáltico, concreto de cimento Portland, mistura solo-cimento, mistura solo-cal, mistura solo-betume etc.) devem ter a sua aplicação rastreada através de mapas de aplicação, pois qualquer problema quanto a sua aprovação fica fácil a localização exata de sua aplicação.

Os serviços de execução não devem ser liberados enquanto todos os seus itens de inspeção não estejam atendendo as especificações.

Os serviços ou parte da obra acabados devem ser identificados e isolados para evitar danos ou uso indevido, e, no tempo adequado, devem ser liberados para a execução de etapas subsequentes ou ao tráfego.

As rodovias que serão restauradas ou reparadas, materiais e/ou equipamento fornecidos pela contratante, redes elétrica, hidráulica, de esgoto e pluviais já existentes, devem ser identificados, verificados protegidos e salvaguardados pela executante, porém com o monitoramento da supervisora. Caso alguma propriedade do cliente tenha sido perdida, danificada ou considerada inadequada para uso, deve-se informar ao cliente o qual tomará as providências cabíveis.

Deve-se entender que qualquer processo de produção e fornecimento de serviço, onde possíveis deficiências só apareçam após a rodovia em uso, devem ser validados para demonstrar a capacidade do processo em cumprir as especificações de projeto.

Para tanto, deve-se definir critérios para a sua análise crítica e aprovação, aprovação também dos equipamentos utilizados e qualificação de pessoal, uso de métodos e procedimentos específicos e a maneira como revalidá-los (NBR ISO 9001:2000).

No caso de construção no setor rodoviário, as práticas mais consagradas de execução devem ser consideradas automaticamente validadas. Quando deseja-se implantar um método construtivo novo, utilizar qualquer tipo de traço para pavimentação e quando utiliza-se usinas dosadoras, todos esses processos têm que ser validados por verificações, ensaios, simulações, calibração de equipamentos etc.

Além de controlar os serviços de execução da obra, os quais são realizados pela empresa construtora, a empresa, quando realizando a fiscalização técnica da obra, também deve realizar a vistoria final da obra.

A inspeção final da obra serve para confirmar que as atividades de verificação e de validação tenham sido concluídas com êxito. Os critérios para essa verificação devem envolver condições técnico-funcionais, como também aqueles de percepção dos clientes, como conforto e condições ambientais.

Segundo Souza et alii (1994), a inspeção final da obra deve ser realizada por um profissional da área técnica que não tenha participado da execução da obra, devendo, também ser aplicado um *check-list* contendo as informações relevantes da obra que devem ser vistoriadas.

Segundo Souza et alii (1994), no ato da entrega da obra, e quando mais nenhuma não-conformidade seja apresentada, a supervisora deve entregar ao órgão contratante um manual de uso, operação e manutenção do empreendimento contendo:

- informações gerais;
- descrição geral da obra;
- informações sobre colocação em uso da obra;
- instruções para operação e uso da obra;
- instruções para situações de emergência;
- instruções para inspeção da obra;
- instruções para manutenção da obra;
- responsabilidades e garantias; e
- anexos técnicos.

A empresa também deve realizar o monitoramento da prestação de seus próprios serviços, como uma forma de garantir que os mesmos estão sendo executados como planejado.

Este monitoramento pode ser feito pelo acompanhamento, por parte da equipe de engenharia, dos profissionais responsáveis por cada setor (fiscais de campo, usina e laboratório e da equipe de topografia) enquanto os mesmos executam as suas tarefas, observando, assim, se o procedimento está sendo seguido de acordo como os parâmetros preestabelecidos. Outra maneira de verificação é através da comparação entre o preenchido nos formulários utilizados pelos fiscais e a situação real dos serviços executados.

### c) Controle administrativo da obra

Deve-se também definir e implementar eficazmente as condições para medição de serviços, para o monitoramento do andamento da obra e para a verificação do desempenho da empresa executante.

Para a medição dos serviços, normalmente executada pela equipe de topografia, deve-se utilizar cadernetas de campo que são processadas pela equipe de engenharia. Estas cadernetas podem ser monitoradas neste mesmo processamento, quando dispersões podem ocorrer com relação aos projetos da obra.

O monitoramento do andamento da obra pode ser feito através de comparação do executado com o planejado, de acordo com o cronograma físico e financeiro preestabelecido durante a fase de projeto. Este monitoramento, junto aos registros de não-conformidade na execução de serviços, dará suporte a realização da verificação do desempenho da empresa executante.

Nesta verificação do desempenho deve-se ter em vista os parâmetros preestabelecidos que determinam se a executante está realizando seus serviços de maneira satisfatória ou não.

Estes parâmetros dizem respeito a número de não-conformidades, atrasos, oneração do orçamento etc., onde a avaliação deve ser repassada para a contratante, a qual tomara as medidas cabíveis.

#### **2.3.10. Assistência Pós-Entrega**

A empresa deve prestar assistência a contratante no que se refere aos esclarecimentos relativos aos projetos fornecidos e as soluções tomadas durante a supervisão.

Mesmo realizando todos os controles necessários aos projetos fornecidos, algumas não-conformidades podem ainda ter passado despercebidas, sendo, então, responsabilidade da empresa resolver as mesmas.

O mesmo pode ocorrer nos serviços de supervisão, onde uma medição mau executada, inspeção deficiente, análise laboratorial realizada inadequadamente, quando percebidas pelo cliente ou mesmo pela empresa, devem ser resolvidas, onde os responsáveis devem ser acionados.

Os custos relativos a essas atividades, as quais são realizadas após a execução dos serviços pela empresa, devem ser apropriados. Além disso, pode-se fazer uma estatística das falhas

mais freqüentes e todas essas informações devem ser encaminhadas para a realização de análises futuras.

Segundo Souza & Abiko (1997), alguns dias após o término dos serviços, pode-se entrar novamente em contato com o solicitante a fim de levantar qual o seu grau de satisfação com o que foi realizado, envolvendo a solução do problema apontado e possíveis reclamações com relação ao pessoal envolvido nesse processo.

“Além de atender aos clientes insatisfeitos, o processo de assistência técnica tem outra função de fundamental importância nas empresas que é a de retroalimentar o sistema da qualidade com informações valiosas para o seu aperfeiçoamento contínuo, particularmente nas etapas de projeto e de obras” (Souza & Abiko, 1997).

### **2.3.11. Medição da Satisfação dos Clientes**

Segundo Souza et alii (1994), a avaliação pós-entrega tem por objetivos:

- conhecer o grau de satisfação dos clientes com os serviços prestados pela empresa;
- subsidiar novos projetos através de retroalimentação, por meio de informações e dados obtidos a partir de obras já concluídas e entregues;
- conhecer o comportamento em uso do empreendimento, de seus ambientes, instalações, elementos, componentes e materiais e retroalimentar as especificações adotadas em projeto;
- conhecer padrões de uso e atividades relacionadas a operação ou manutenção do empreendimento, que podem gerar custos ao longo da vida útil; e
- gerar um banco de dados e informações para a previsão da vida útil do empreendimento e suas partes e estimar os custos ao longo da mesma.

No caso de uma empresa consultora atuante no setor rodoviário, tanto quando na realização de projetos quanto na prestação dos serviços de supervisão, a medição da satisfação dos clientes deve ser feita em dois estágios. O primeiro é realizado a cada mês junto ao órgão contratante. O segundo é realizado diretamente com os usuários da via pavimentada em sua fase de uso.

A metodologia a ser utilizada no primeiro estágio é de levantar informações referentes as soluções adotadas na fase de projeto, quando o produto é a realização de projetos, ou com relação a fiscalização técnica e administrativa da obra, quando o produto é a prestação de serviço de supervisão.

A metodologia do segundo estágio consiste em levantar informações referentes a percepção dos usuários com o pavimento executado, transtornos gerados durante a execução, condições ambientais e paisagísticas da rodovia e condições de manutenção e operação da rodovia.

Essas informações podem ser levantadas através de formulários contendo perguntas divididas por assuntos de interesse da empresa. Ainda, para cada tipo conceito que os entrevistados optaram pode-se atribuir notas que reflitam o seu grau de satisfação.

Todas essas informações podem ser agrupadas em forma de relatório e retroalimentadas a diretoria da empresa, servindo de suporte para a promoção de melhorias.

### **2.3.12. Auditoria Interna**

A realização de auditorias internas da qualidade serve para avaliar se o Sistema de Gestão da Qualidade está conforme com os requisitos determinados pelos clientes, pela NBR ISO 9001:2000, pelas disposições planejadas e se o mesmo está mantido e implementado eficazmente.

Elas devem ser realizadas em intervalos planejados e adequados com as necessidades do sistema, por pessoal qualificado para o mesmo e que tenha conhecimento da área auditada, não devendo o auditor auditar sua própria área de trabalho. A equipe auditora também pode ser contratada para esse fim.

A BRS-ISO-ASQ QE19011-2000 aponta os seguintes princípios que devem estar relacionados aos auditores:

- conduta ética;
- boa apresentação;
- cautela profissional adequada;
- independência; e
- abordagem baseada em evidências.

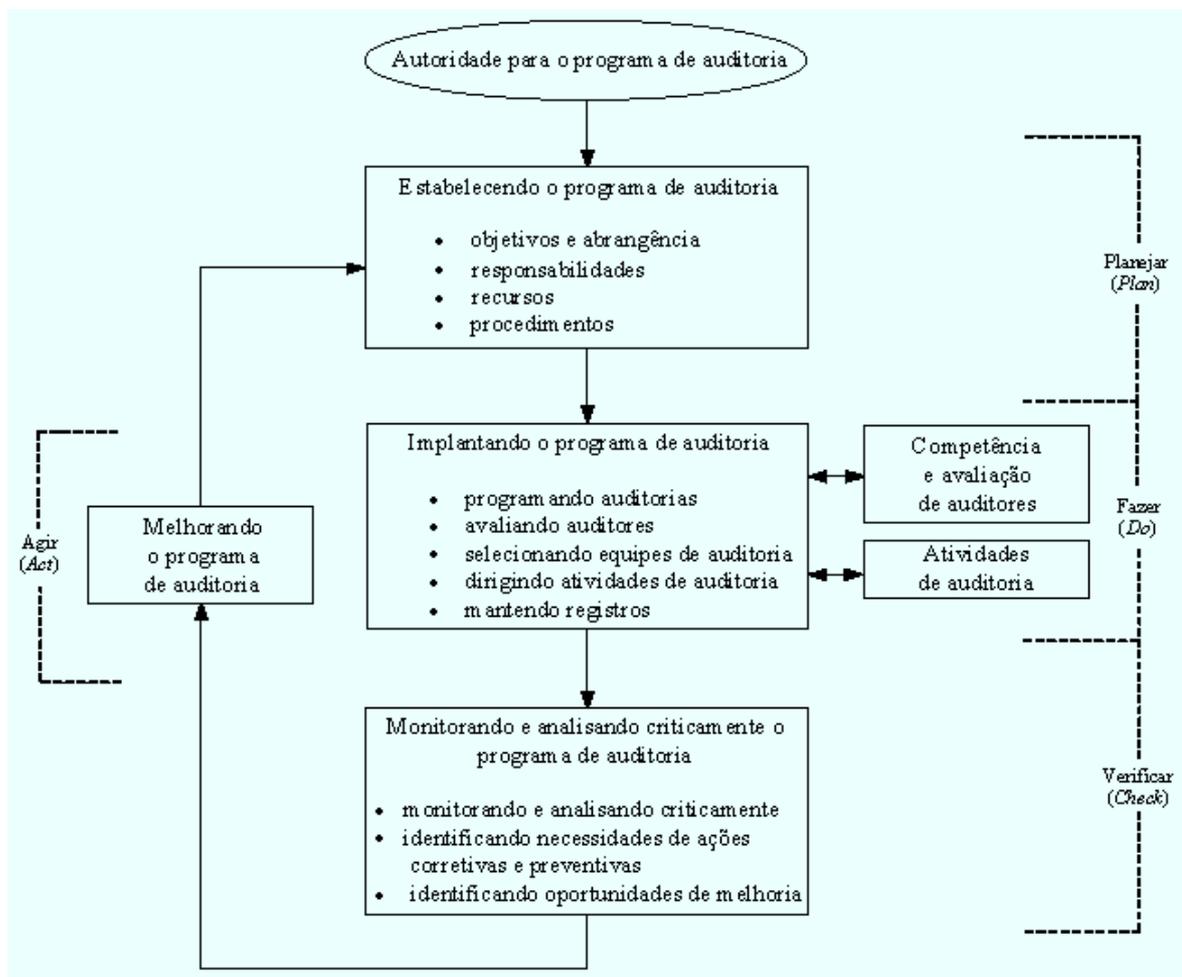
Segundo Souza et alii (1994) e NBR ISO 9001:2000, a direção da empresa deve, ainda, estabelecer um plano de auditoria que contemple:

- resultados das auditorias anteriores;
- escopo das auditoria;
- áreas a serem auditadas;

- periodicidade das auditorias;
- qualificação do pessoal executor das auditorias;
- requisitos a serem avaliados;
- documentos de referência para a realização da auditoria; e
- procedimentos para apresentação de relatórios de auditorias, incluindo resultados, conclusões e recomendações.

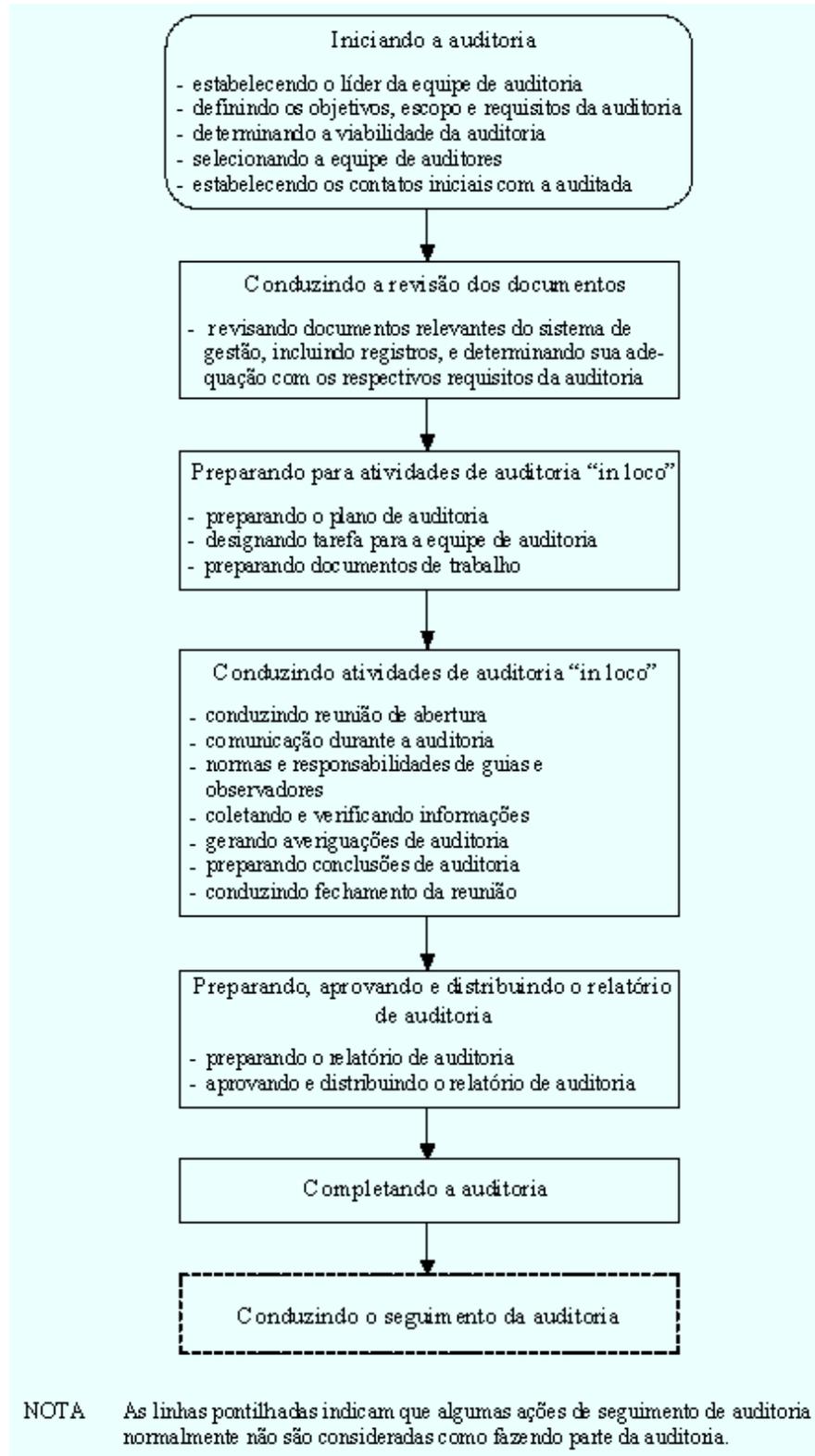
A figura 9 apresenta um fluxograma das atividades relacionadas a gerência de um plano de auditoria.

Todas as responsabilidades e os requisitos para planejamento e para a execução de auditorias internas devem ser estabelecidos em um procedimento documentado. Neste mesmo, ainda devem estar contidos os métodos para relatar os resultados e a manutenção dos registros utilizados.



**FIGURA 9 – Ilustração do fluxo do processo de gestão de um programa de auditoria (Fonte: Traduzido da BSR/ISO/ASQ QE19011:2002).**

A condução de auditorias deve seguir a seqüência básica do fluxograma da figura 10, onde a equipe auditora deve incluir verificação tanto às ações executadas, como também os relatos dos resultados de verificação.

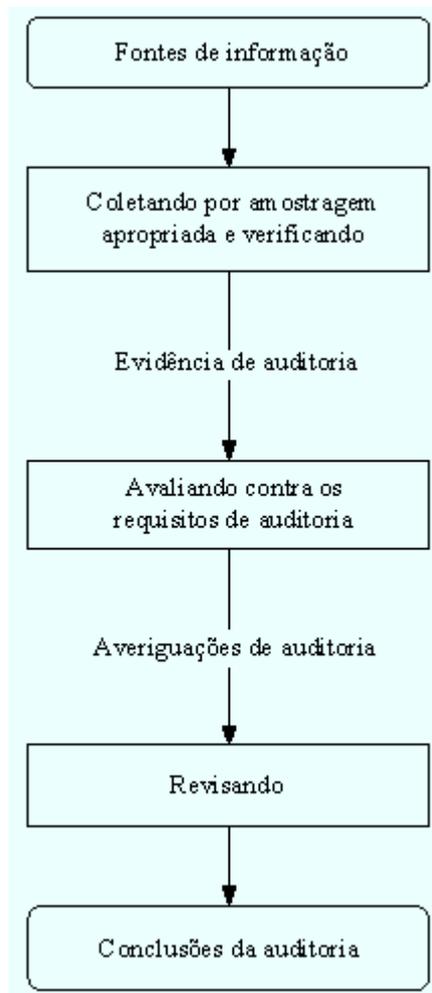


**FIGURA 10 – Visão geral das atividades típicas de auditoria (Fonte: Traduzido da BSR/ISO/ASQ QE19011:2002).**

Segundo Juran & Gryna (1991), deve-se ressaltar que, de acordo com a abrangência das informações e processos a serem auditados, conduzem-se as atividades de auditoria por planos de amostragem. Quando na fase de implantação da auditoria, deve-se coletar, analisar e avaliar as informações factuais e os rascunhos das conclusões desses fatos. Isto resume-se em avaliar *in loco* se o que foi planejado para o sistema da qualidade está sendo realizado.

Convém que os responsáveis pelas áreas auditadas agilizem a demonstração das evidências requisitas.

Todas as conformidades e não-conformidades devem ser observadas no *check-list* de auditoria e os resultados da mesma no relatório de auditoria, o qual deve ser analisado na reunião de pós auditoria, onde os responsáveis pelo setor auditado e os auditores devem estar presentes (figura 11).



**FIGURA 11 – Visão geral do processo vindo da coleta de informações até atingir a conclusão da auditoria (Fonte: Traduzido da BSR/ISO/ASQ QE19011:2002).**

Além de ressaltar os pontos positivos e de apontar não-conformidades e observações, o relatório de auditoria deve apresentar uma análise dos efeitos das deficiências no sistema e demonstrar o seu caráter amostral, em que alguns pontos falhos podem não ter sido analisados.

Importante é que o relatório de auditoria, junto com seus resultados, seja de consenso entre os auditores e os auditados, para que qualquer fato mal esclarecido esteja resolvido.

A conclusão da auditoria é atingida com a divulgação do relatório a todos os responsáveis pelo setor auditado, ou na necessidade de ações corretivas subsequentes, com a comprovação das medidas tomadas para a eliminação da não-conformidade e suas causas.

Segundo Thresh (1984), citado por Juran & Gryna (1991), com o fim de garantir a qualidade das auditorias realizadas, deve-se analisar, amostralmente, as mesmas quanto à sua imparcialidade, objetividade, os métodos de auditoria e a utilidade dos resultados – tudo sob o ponto de vista do auditado.

### **2.3.13. Não-Conformidades, Ações Corretivas e Ações Preventivas**

Não-conformidade consiste no não atendimento a uma necessidade ou expectativa que é expressa, geralmente, de forma implícita ou obrigatória (NBR ISO 9000:2000).

A não-conformidade pode ocorrer durante o processo de realização do projeto ou prestação dos serviços de supervisão da obra ou ao final destes, e os mesmos devem ser dispostos e resolvidos.

Para tanto, a empresa consultora deve estabelecer um procedimento documentado para descrever o processo de controle do produto não-conforme, bem como as responsabilidades e autoridades dos envolvidos. No mesmo deve-se assegurar que aqueles produtos (projetos ou serviços) ou qualquer outro processo no Sistema de Gestão da Qualidade da empresa que esteja não-conforme com os requisitos estabelecidos, sejam identificados e controlados para evitar seu uso ou entrega não intencional, de uma ou mais das seguintes formas (NBR ISO 9001:2000 e QUALIOBRA/SE, 2003):

- execução de ações que eliminem a não-conformidade detectada;
- autorização de uso para um fim determinado que não altere as especificações planejadas ou a liberação total com a concessão do cliente; e
- execução de ação para impedir o seu uso pretendido ou aplicação original.

Devem ser mantidos os registros de todo controle da não-conformidade, inclusive das verificações e inspeções dos produtos corrigidos.

Caso a não-conformidade seja detectada após o projeto ou serviço finalizados, deve-se avaliar seus efeitos e tomar as providências necessárias para a sua correção.

Ao final do tratamento de não-conformidades, deve-se, também, avaliar e eliminar as causas que geraram as mesmas, procurando desta forma evitar que elas voltem a ocorrer. Este procedimento é conhecido como ação corretiva.

Para a realização de ações corretivas, a empresa deve estabelecer um procedimento documentado para definir os requisitos para (NBR ISO 9001:2000 e QUALIOBRA/SE, 2003):

- análise crítica de não-conformidades (incluindo reclamações dos clientes);
- estabelecer o método utilizado para a determinação das suas causas;
- avaliar as necessidades de ações para assegurar que as não-conformidades não ocorrerão novamente;
- determinar e implantar ações necessárias;
- registros dos resultados de ações executadas; e
- análise crítica de ações corretivas executadas.

Em alguns casos, a não-conformidade é uma realidade potencial, ou seja, ela ainda não aconteceu, porém já foi prevista. Neste caso deve-se avaliar e eliminar as causas que possam gerá-las, procurando desta forma evitar que elas venham a ocorrer. Este procedimento é conhecido como ação preventiva.

Para a realização de ações preventiva, a empresa deve estabelecer um procedimento documentado para definir os requisitos para (NBR ISO 9001:2000 e QUALIOBRA/SE, 2003):

- estabelecer o método utilizado para definição das não-conformidades potenciais e suas causas;
- avaliar a necessidade de ações para evitar a ocorrência de não-conformidades;
- definição e implementação de ações necessárias;
- registros dos resultados de ações executadas; e

- análise crítica de ações preventivas executadas.

Os pedidos de ações corretivas e preventivas podem ser realizados por responsáveis de qualquer setor da empresa e devem ser emitidos em um formulário padrão.

#### **2.3.14. Análise de Dados**

A etapa de análise de dados tem a função de determinar, coletar e analisar dados apropriados para identificar a eficácia do sistema da qualidade. Ainda permite a tomada de decisões por parte da direção em cima de evidências.

Segundo Werkema (1995), os principais objetivos da coleta de dados são desenvolvimento de novos produtos, inspeção, controle e acompanhamento de processos produtivos e melhoria dos mesmos.

Na análise de dados, a empresa consultora deve determinar os métodos necessários, adequados e normatizados para coletar os dados os quais demonstrarão a adequação e eficácia do Sistema de Gestão da Qualidade e avaliarão onde melhorias contínuas da eficácia podem ser realizadas.

Os dados mínimos necessários para que se possa avaliar e melhorar continuamente o Sistema de Gestão da Qualidade são relativos a (NBR ISO 9001:2000 e QUALIOBRA/SE, 2003):

- satisfação dos clientes;
- conformidade com os requisitos do projeto e serviços de supervisão;
- características e tendências dos processos e produtos, incluindo oportunidades para ações preventivas; e
- fornecedores.

Os dados podem ser obtidos diretamente dos controles realizados para os processos do sistema, sejam eles processos produtivos, relacionados aos clientes ou administrativos e financeiros.

Após a realização da coleta dos dados, deve-se definir os métodos e ferramentas estatísticas mais adequados para interpretá-los, que, depois de reunidos e compilados em relatórios sintéticos, podem servir para a tomada de decisões necessárias.

Os métodos mais utilizados para se realizar análises de dados no SGQ podem ser observados a seguir.

### **2.3.14.1. Ferramentas para Análise de Processos**

#### 2.3.14.1.1. Conceitos

As ferramentas que servem para análise de processos do SGQ são bem difundidas e conhecidas na indústria convencional brasileira, porém pouco utilizadas em empresas que atuam na cadeia produtiva da construção. Algumas delas podem ser observadas a seguir:

- Gráfico de Pareto;
- Diagrama de Causa e Efeito;
- Diagrama de Dispersão; e
- Gráfico de Controle.

Esses métodos e ferramentas estatísticas podem ser utilizados para compilar os dados coletados no sistema da qualidade para que sejam analisados em reuniões de análise crítica pela direção.

Nas subseções seguintes pode-se observar breves comentários com relação às ferramentas de análise de processos listadas anteriormente.

#### 2.3.14.1.2. Gráfico de Pareto

“O Gráfico de Pareto dispõe a informação de modo a tornar evidente e visual a priorização de problemas e projetos” (Werkema, 1995).

Este gráfico mostra, em outras palavras, que apenas algumas causas dos problemas ou defeitos são os responsáveis pela maioria das não-conformidades nos processos.

Quando se tem um ponto a ser melhorado ou uma meta a ser atingida, podemos classificar os principais problemas que impedem de completar esta realização. Após a classificação dos problemas, plota-se em um gráfico de barras as quantidades de ocorrência de cada um desses e sua representação percentual, de forma a observar a repetibilidade de cada um e de como um conjunto pequeno de problemas representam a maior parte do número de eventos destes. A figura 12 representa um Gráfico de Pareto genérico para um conjunto de problemas, onde os mesmos são representados em forma de barra, e uma linha, representando a porcentagem acumulada de problemas, devendo tender até 100% destes.

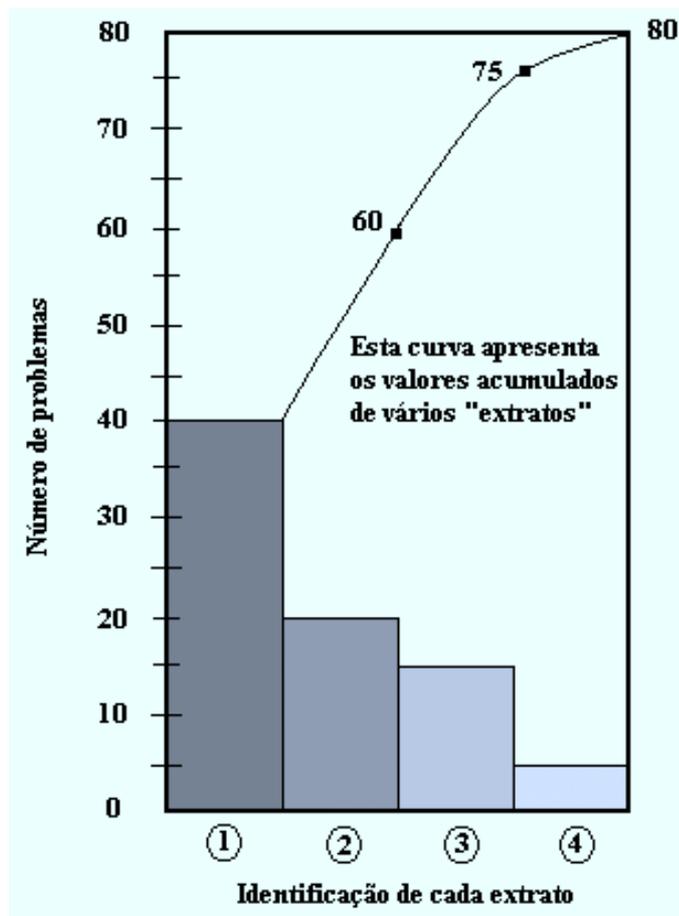


FIGURA 12 – Gráfico de Pareto (Fonte adaptada: Campos, 1995).

### 2.3.14.1.3. Diagrama de Causa e Efeito

“O Diagrama de Causa e Efeito é uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado” (Werkema, 1995).

Esse diagrama, também conhecido como Diagrama de Espinha e Diagrama de Ishikawa, deve apresentar-se com a forma disposta na figura 13.

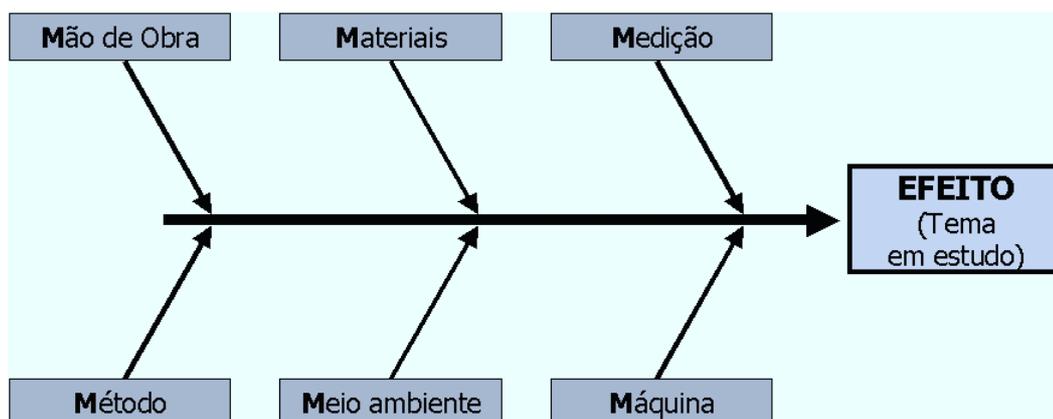
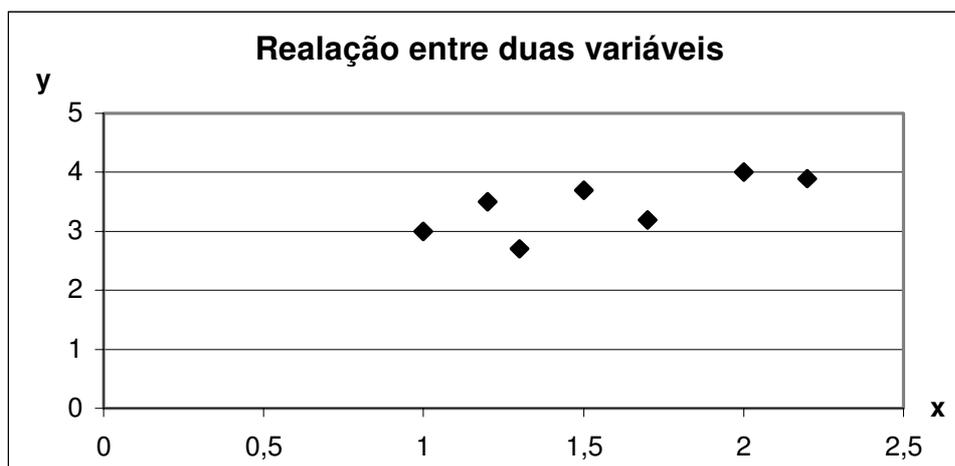


FIGURA 13 – Diagrama de Causa e Efeito.

#### 2.3.14.1.4. Diagrama de Dispersão

“O Diagrama de Dispersão é um gráfico utilizado para a visualização do tipo de relacionamento existente entre duas variáveis” (Werkema, 1995).

A figura 14 apresenta um aspecto possível do diagrama de dispersão.



**FIGURA 14 – Diagrama de Dispersão.**

A partir deste tipo de gráfico pode-se avaliar a correlação existente entre variáveis e estabelecer equações que determinem seu relacionamento.

Quando as variáveis correlacionadas são de causa e efeito, pode-se visualizar se o mesmo, origem, é realmente a causa do problema, efeito.

#### 2.3.14.1.4.1. Gráfico de Controle

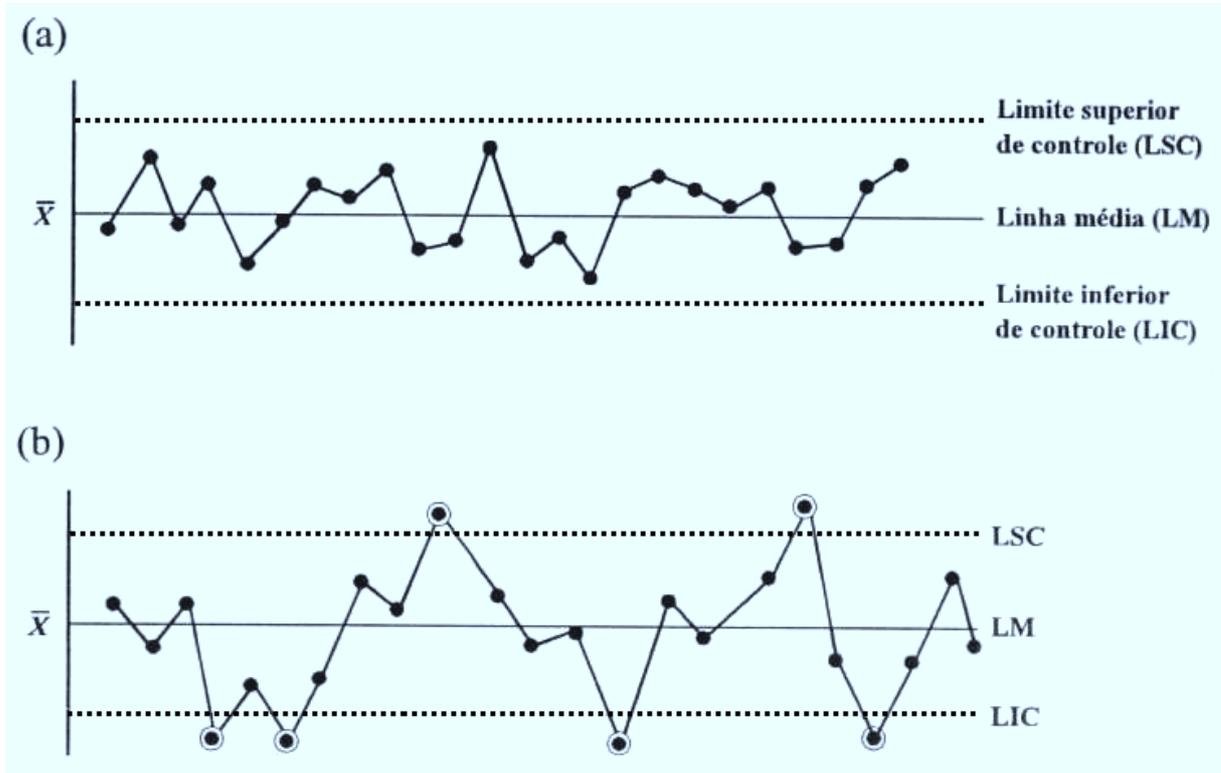
“Os gráficos (cartas) de controle são ferramentas para o monitoramento da variabilidade e para a avaliação da estabilidade de um processo” (Werkema, 1995).

O gráfico de controle fornece subsídio para afirmar se um processo está ou não sob controle estatístico.

Segundo Werkema (1995), o gráfico de controle é constituído de:

- uma linha média (LM);
- um par de limites de controle, representados um abaixo (limite inferior de controle – LIC) e outro acima (limite superior de controle – LSC) da linha média; e
- valores da característica da qualidade traçados no gráfico.

A figura 15 apresenta dois casos de gráficos de controle, onde no caso (a) o processo encontra-se sob controle estatístico, pois os seus pontos observados estão entre os limites de controle. No caso (b) o processo encontra-se fora de controle estatístico, pois alguns de seus pontos observados ultrapassam os limites de controle.



**FIGURA 15 – Gráficos de Controle: (a) processo sob controle; e (b) processo fora de controle (Fonte adaptada: Werkema, 1995).**

Segundo Werkema (1995), os critérios indicativos de falta de controle de um processo apresentados em gráficos de controle são:

- pontos fora do limite de controle;
- periodicidade;
- seqüência;
- tendência;
- aproximação dos limites de controle; e
- aproximação da linha média.

### 2.3.15. Análise Crítica pela Direção

Esses dados discutidos na seção anterior compilados deverão ser levados ao conhecimento da direção da empresa para dar suporte a realização da Análise Crítica do Sistema de Gestão da Qualidade.

É responsabilidade, portanto, da Direção da empresa analisar criticamente o sistema da qualidade, a intervalos planejados, para assegurar sua contínua pertinência, adequação e eficácia.

Em uma análise crítica do SGQ pela direção deve-se promover uma análise minuciosa do sistema da qualidade através dos seguintes requisitos (NBR ISO 9004:2000):

- situação e resultados dos objetivos (indicadores) da qualidade e das atividades de melhoria;
- novas oportunidades para melhoria;
- acompanhamento das ações oriundas de análises críticas anteriores pela direção;
- resultados de auditorias e auto-avaliações da organização;
- realimentação sobre a satisfação das partes interessadas, podendo-se até mesmo reportar a satisfação da própria direção;
- desempenho do processo e conformidade de produto;
- os fatores relacionados ao mercado, tais como tecnologia, pesquisa e desenvolvimento, e desempenho da concorrência;
- resultados das atividades de comparação com as melhores práticas (*benchmarking*);
- desempenho dos fornecedores;
- controle de não-conformidades de processo e de produto;
- situação das ações preventivas e corretivas;
- mudanças que possam afetar o Sistema de Gestão da Qualidade;
- situação das atividades relacionadas as parcerias estratégicas;
- efeitos financeiros das atividades relacionadas com a qualidade; e
- outros fatores que possam influenciar a empresa.

É importante frisar que o responsável por levantar todas essas informações é o Representante da Direção para que a Direção da empresa possa analisá-las criticamente. Esta análise deve ser feita em reunião, de preferência gerencial.

As saídas da análise crítica pela direção podem incluir (NBR ISO 9001:2000):

- objetivos de desempenho para produtos e processos e de melhoria de desempenho para a empresa;
- necessidades de recursos;
- estratégias e iniciativas para *marketing*, produtos e satisfação dos clientes e de outras partes interessadas;
- prevenção contra perdas e planos de redução de riscos identificados; e
- informações para planejamento estratégico com relação à necessidades futuras da organização.

Os registros gerados pela saída da análise crítica podem conter ações corretivas ou preventivas, ampliação do documento que contém os objetivos da qualidade e o próprio registro da reunião realizada.

# Capítulo 3

---

### **3. MÉTODOLOGIA DE PESQUISA**

#### **3.1. Considerações Iniciais**

O alvo da pesquisa realizada foi a elaboração de modelos de documentação da qualidade contendo: manual da qualidade, planos da qualidade, procedimentos, formulários etc., para todo o SGQ de uma empresa com o escopo de projeto e supervisão de obras rodoviárias, envolvendo os processos das três áreas principais da empresa: a técnica, a comercial e a administrativa.

Além disso, procurou-se realizar uma avaliação do SGQ de uma empresa do mesmo setor estudado para as situações de antes e após a certificação na NBR ISO 9001:2000.

Neste capítulo serão apresentados os métodos e os objetos de pesquisa utilizados para a realização deste trabalho.

#### **3.2. Métodos Científicos**

Os métodos científicos utilizados na pesquisa realizada foram os seguintes:

- Método dedutivo – Este método foi utilizado em uma “pesquisa bibliográfica”, onde, através de uma combinação de idéias de vários autores, pôde-se elaborar modelos de documentos da qualidade preliminares para uma empresa com escopo da qualidade na área estudada; e
- Método da observação – Este método foi empregado em uma “pesquisa de campo”, onde procurou-se observar, detalhadamente, o funcionamento do SGQ de uma empresa para realizar a validação dos modelos de documentação formulados na “pesquisa bibliográfica”. Esta observação foi considerada sistemática, pois foi realizada através de condições controladas, de acordo com objetivos e propósitos previamente estabelecidos. Realizou-se, também, uma avaliação do SGQ da empresa estudada. Nesta avaliação não houve participação do pesquisador, pois aplicou-se um questionário de diagnóstico que foi respondido pelos próprios integrantes da empresa. Isto significa que as etapas desta pesquisa não fizeram parte do processo de mudança da empresa, tendo o intuito apenas de avaliar as mudanças ocorridas nesta com a implantação do SGQ e de validar os modelos de documentação elaborados pelo pesquisador.

### 3.3. Pesquisa Bibliográfica

A finalidade desta pesquisa foi desenvolver os requisitos da documentação da qualidade necessários a uma empresa que atue com o escopo do SGQ em projetos e supervisão de obras rodoviárias. A sua realização foi fundamentada nos conceitos discutidos no capítulo 2 – Revisão Bibliográfica, nas normas e publicações do DNIT e na série de normas NBR ISO 9000:2000.

Os processos básicos de uma empresa consultora com escopo da qualidade em projetos e supervisão de obras rodoviárias, para os quais foram desenvolvidas as documentações da qualidade, estão identificados no macro-fluxo de processos da figura 16. Nele descreve-se o processo de licitação pelo qual a empresa firma contratos com seus clientes, os processos de realização dos produtos, os quais são subdivididos em projetos e supervisão, e independem um do outro, os processos de assistência técnica e as avaliações da satisfação dos clientes.

A reunião de conceitos de Sistema de Gestão da Qualidade com conceitos normativos, regulamentares, estatutários e o próprio conhecimento do autor sobre o setor estudado fornecem os subsídios necessários à elaboração dos modelos de documentação pretendido.

A documentação da qualidade a ser desenvolvida nesta pesquisa segue a pirâmide hierárquica representada na figura 17.

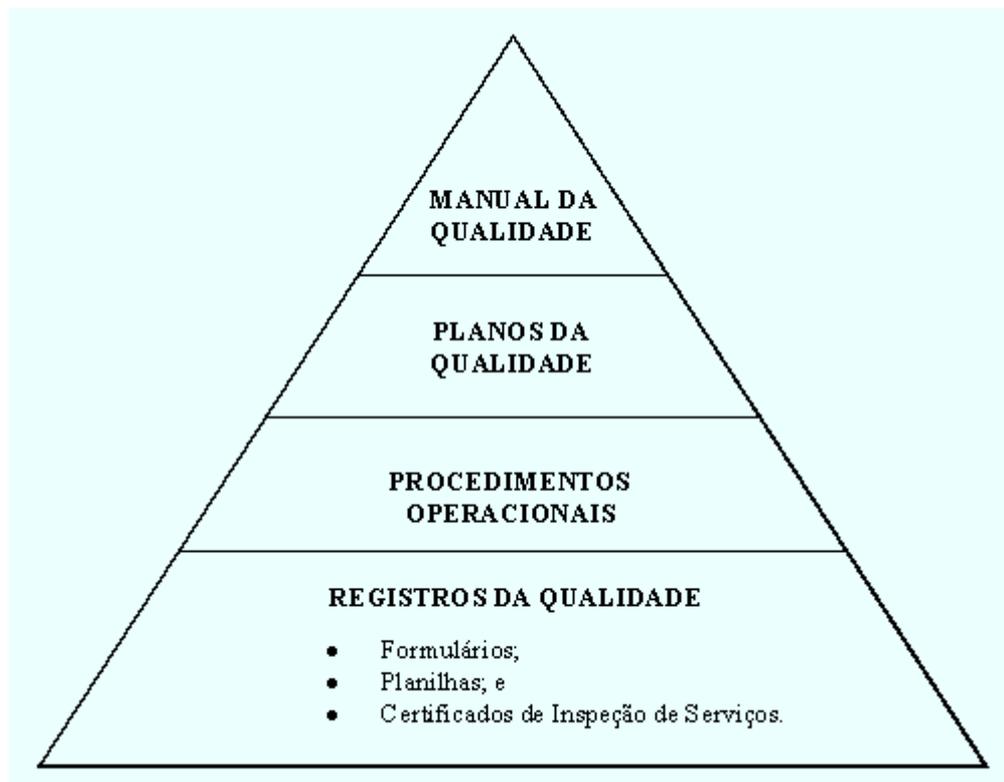
Para a elaboração do manual da qualidade foram seguidas as diretrizes da norma ISO/TR10013 (2002) que estabelece a forma para o seu desenvolvimento. Os requisitos do SGQ abordados para a sua elaboração consistiram os mesmos da NBR ISO 9001:2000.

O plano da qualidade e os procedimentos operacionais foram elaborados conforme as diretrizes estabelecidas para a padronização de empresas descritas por Campos (1992) e por Souza et alii (1994).

Os formulários e planilhas foram editados seguindo alguns formatos estabelecidos por Souza (1994) e seus conteúdos, quando envolvem técnicas de projeto e construção rodoviária, foram extraídos de normas e publicações do DNIT.

Ainda, toda a documentação elaborada sofreu influência dos conhecimentos sobre SGQ (método de redação de documentos, preservação da abordagem sistêmica dos documentos etc.) adquiridos pelo autor do presente trabalho durante a realização de consultoria num período de 16 meses em empresas construtoras no estado da Paraíba e sob a coordenação do Centro de Tecnologia de Edificações (CTE/SP), Sebrae/PB e SENAI/PB.





**FIGURA 17 – Pirâmide hierárquica da documentação do sistema (Fonte adaptada: ISO/TR10013, 2002).**

### **3.4. Pesquisa de Campo**

A pesquisa de campo foi realizada em uma empresa que atua no setor rodoviário na elaboração de projetos e supervisão de obras e já certificada na NBR ISO 9001.

Esta pesquisa objetivou realizar uma validação e aprimoramento dos modelos de documentação elaborados e de aplicar um diagnóstico de comparação entre a situação de atuação da empresa antes e depois da implantação do Sistema de Gestão da Qualidade.

#### **3.4.1. Caracterização da Empresa Estudada**

A empresa selecionada para a validação dos modelos de documentos é uma empresa que atua com o escopo da qualidade em projetos e supervisão de obras rodoviárias. Esta adquiriu a certificação na NBR ISO 9001:2000 no início do ano de 2003 por um Organismo de Certificação Credenciado (OCC) pelo INMETRO.

Ela é sediada na cidade de Recife/PE, onde possui escritório para realização de seus processos administrativos e para a realização de projetos.

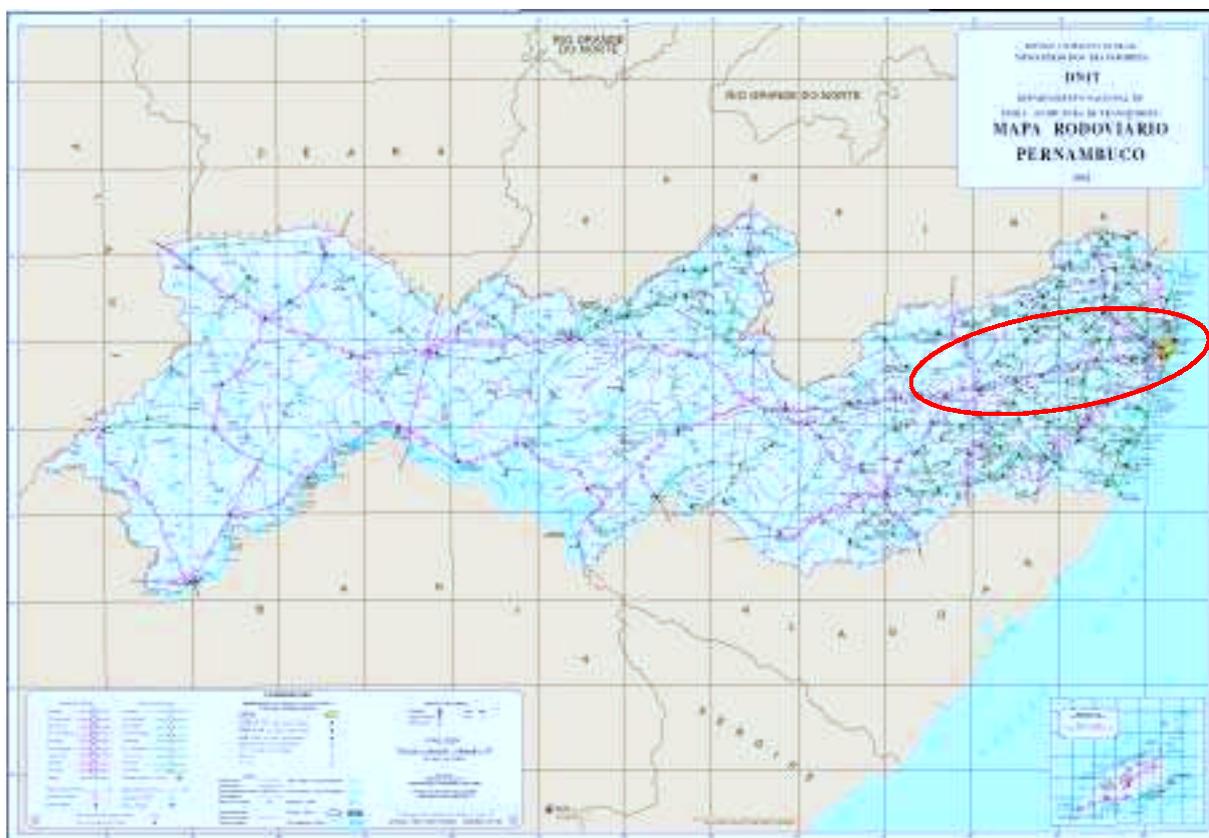
Ainda, quando a empresa não possui pessoal especializado na disciplina de projeto ela realiza a contratação de profissionais terceirizados para tanto.

Na supervisão de obras a empresa seleciona um quadro de pessoal que complemente suas necessidades na prestação desses serviços, onde, geralmente, os mesmos permanecem até a finalização da obra, compreendendo, então, uma gama de profissionais sazonais.

Os funcionários envolvidos nos processos técnicos da empresa, quase sempre, são técnicos especializados no seu ramo de atuação e engenheiros civis. Ainda é comum a utilização de auxiliares não especializados na execução de trabalhos rotineiros.

Esta pesquisa foi realizada quando a empresa estava na fase de prestação de serviço de projeto e supervisão da obra de restauração e duplicação da BR-232, entre Recife e Caruaru (Pernambuco), e após o seu processo de certificação, sendo finalizada em Maio de 2003.

O subtrecho pelo qual a empresa ficou responsável por executar seus serviços foi entre as cidades de Gravatá e Bezerros, totalizando aproximadamente 30 km de rodovia (figuras 18 e 19). O contrato da empresa foi firmado junto ao DER de Pernambuco, responsável pela administração da obra por delegação do DNIT.



**FIGURA 18 – Malha viária do estado de Pernambuco.**



**FIGURA 19 – Detalhe do trecho da BR-232 que sofreu melhoramentos e duplicação (Recife – Caruaru) e do subtrecho que a empresa ficou responsável pelo projeto e supervisão (Gravatá – Bezerros).**

### 3.4.2. Validação do Modelo

A validação do modelo se deu após a concessão, oferecida pela empresa estudada, de livre acesso às suas instalações de escritório e obra, bem como de verificação dos processos relacionados ao sistema da qualidade, portanto, não sendo de interesse desta pesquisa aqueles processos de exclusividade da empresa, tais como financeiros, negociação etc.

A forma adotada para a validação do modelo foi o de aplicação de seus manuais, procedimentos e formulários paralelamente aos já existentes na empresa estudada, porém sem interferir no perfeito andamento dos seus processos.

Isto não oferece prejuízos ao processo de validação do modelo, pois o que estava sendo avaliado era apenas se os requisitos da NBR ISO 9001:2000 poderiam ser atendidos com a utilização da documentação elaborada.

Já os procedimentos para a realização de cada processo, estes podem variar de acordo com cada empresa, pois isto refletirá a forma que ela compreende ser melhor de realizá-lo. Portanto, não foi o foco da pesquisa impor padrões de realização dos processos.

A comparação entre as documentações foi toda ela realizada pelo pesquisador autor desta dissertação, o que garantiu uma linearidade na interpretação dos estudos.

No processo de comparação adotou-se o entendimento de que, caso as documentações elaboradas na pesquisa bibliográfica fossem suficientes para a realização de um determinado processo e para a geração dos registros necessários ao mesmo, as mesmas documentações não sofreriam modificações. Caso contrário, as documentações relacionadas ao processo em análise sofreriam as modificações necessárias, de acordo com a forma realizada pela empresa estudada, sendo este um processo de melhoria realizado nas documentações previamente elaboradas.

Após a realização dos processos de comparação e melhoria das documentações elaboradas na pesquisa bibliográfica, pôde-se obter modelos de documentação do SGQ bem mais eficazes e

aplicáveis às empresas que atuam no ramo de elaboração de projetos e supervisão de obras rodoviárias. Porém é necessário frisar a necessidade de realizar as adaptações necessárias a realidade de cada empresa.

### **3.4.3. Avaliação do SGQ da Empresa Estudada**

Esta etapa da pesquisa de campo foi feita após a estada do pesquisador na empresa.

Esta compreendeu na aplicação de uma auto-avaliação do sistema de gestão da qualidade sugerida pela norma NBR ISO 9004:2000 em seu Anexo A – Diretrizes para Auto-avaliação, onde os próprios integrantes da empresa, incluindo a direção, realizaram tal avaliação de posse de dados que caracterizam o desempenho da empresa mesmo quando comparada a outras do seu ramo de atuação.

Esta avaliação é uma boa forma de se observar como a empresa caracteriza o seu desempenho antes da implantação do SGQ e os resultados atingidos por ela após todo um processo de implantação e certificação na ISO 9001:2000.

A mesma avaliação foi aplicada através de um planilha eletrônica onde a empresa classificou o seu desempenho em um determinado quesito de avaliação antes e após a implantação do SGQ. Os quesitos de avaliação podem ser observados no Anexo I deste trabalho e as notas que a empresa conferiria para os mesmos respeitaram os critérios apresentados no quadro 21.

Após o preenchimento do diagnóstico a empresa poderia observar uma outra planilha contendo os resultados da auto-avaliação. Nesta planilha são apresentados:

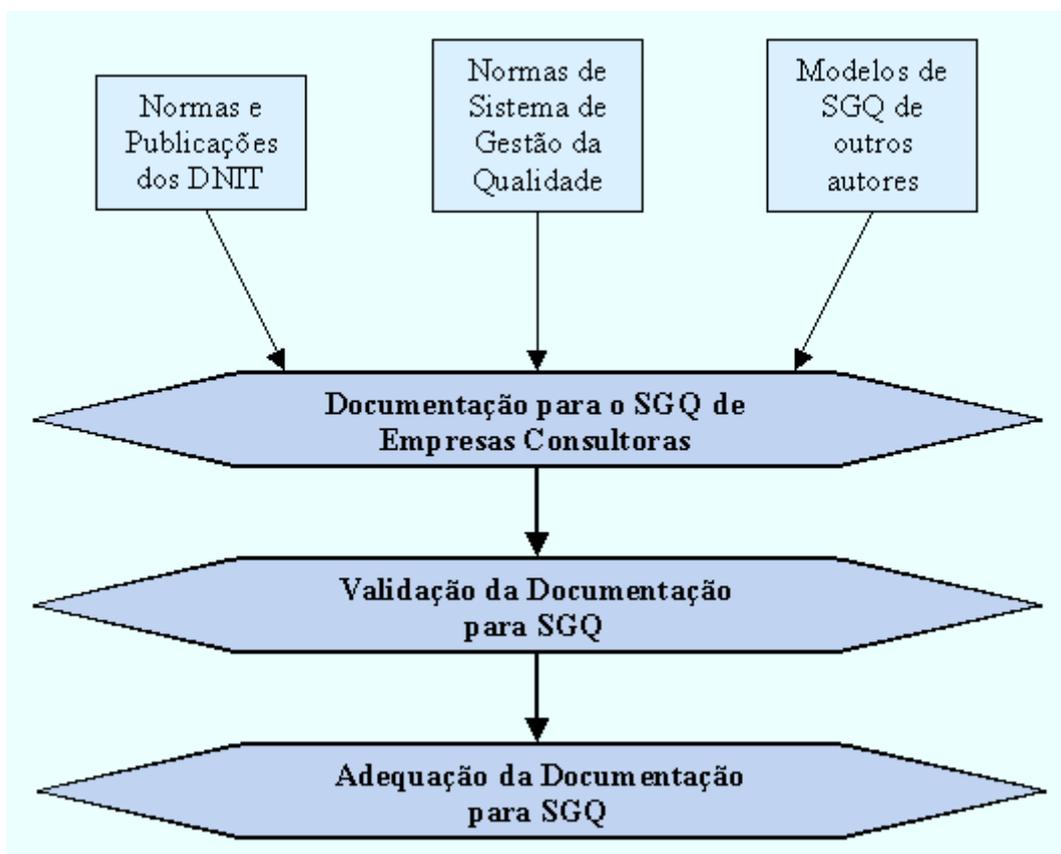
- resultados de cada quesito avaliado para as duas situações, de antes e depois da implantação do SGQ;
- resultado global, ou seja, média global das notas conferidas à cada quesito também para ambos os casos; e
- um gráfico apresentando o grau de atendimento comparativo para antes e depois da implantação do SGQ.

**QUADRO 21 – Notas e critérios utilizados na planilha de auto-avaliação do SGQ da empresa.**

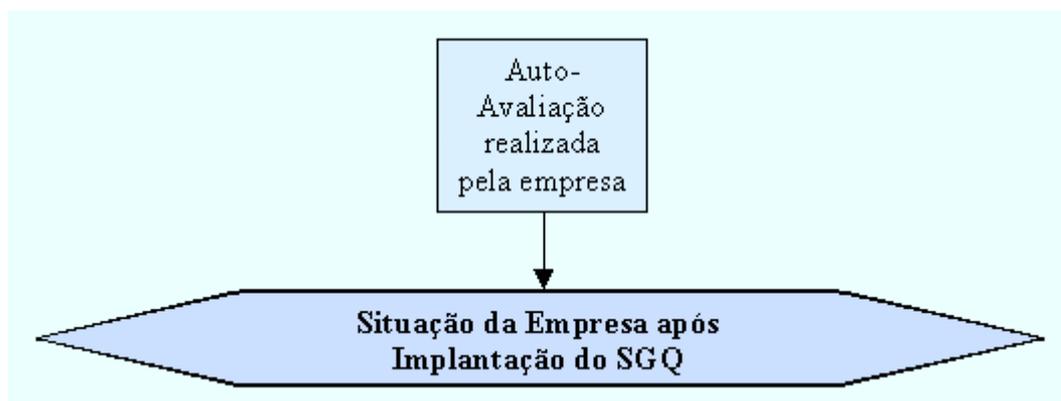
Nível de maturidade	A empresa tem	Orientações
1	Nenhuma abordagem formal	Nenhuma abordagem sistêmica evidenciada.
2	Abordagem reativa	Abordagem sistemática baseada em correção de problemas; poucos dados disponíveis sobre resultados de melhorias.
3	Abordagem estável e formal do sistema	Abordagem sistemática baseada no processo, estágio inicial de melhorias sistemáticas; dados disponíveis sobre conformidade com os objetivos e existência de tendências de melhoria.
4	Ênfase em melhoria contínua	Processos de melhoria em uso, bons resultados e tendências de melhorias sustentadas.
5	Melhor desempenho da classe	Processo de melhoria fortemente integrado; resultados de melhor da classe quando comparado com referenciais de excelência.

### 3.5. Resumos das Atividades

Os resumos das atividades listadas na metodologia adotada podem ser observados nas figuras 20 e 21, respectivamente, para o desenvolvimento da documentação para SGQ em Empresas Consultoras e para a avaliação do SGQ da empresa estudada.



**FIGURA 20 – Desenvolvimento da documentação para SGQ em Empresas Consultoras.**



**FIGURA 21 – Avaliação da situação da empresa estudada após a implantação do SGQ.**

# Capítulo 4

---

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste capítulo serão apresentados os resultados adquiridos durante a pesquisa científica realizada. A medida que se apresentam os resultados vai-se realizando também uma discussão dos mesmos.

Estes resultados são relativos ao modelo de documentação de SGQ elaborado durante a pesquisa bibliográfica, validada na pesquisa de campo e adequados de acordo com a técnica efetivamente empregada.

Os resultados relativos à avaliação do SGQ da empresa estudada também serão apresentados e discutidos neste capítulo.

### **4.1. Modelos de Documentação do SGQ de Empresas Consultoras**

De acordo as diretrizes seguidas na metodologia de pesquisa, foi definido que os documentos que dão apoio ao sistema seriam, portanto, o Manual da Qualidade, os Planos da Qualidade e os Procedimentos Operacionais.

Já aqueles documentos que fornecem os registros e evidências do sistema seriam formulários, planilhas e Certificados de Inspeção de Serviço, os quais podem ser vinculados ou não à outros documentos.

Os modelos de documentos foram elaborados para atender as necessidades levantadas em um macro-fluxo de processos típico a empresas com o escopo estudado (ver capítulo 3 – fig. 16), os quais foram identificados na pesquisa de bibliográfica e reconfirmados na pesquisa de campo.

Ainda neste capítulo, serão apresentadas as definições relativas à todos os modelos de documentação elaborados, não se detendo, portanto, aos detalhes e conteúdo dos mesmos, os quais já encontram-se explicados nos anexos à este trabalho.

Na seqüência serão apresentados o Manual da Qualidade, Plano da Qualidade, descrição dos Procedimentos Operacionais para os processos identificados na empresa e a documentação complementar que não está vinculada à outros documentos.

#### **4.1.1. Manual da Qualidade**

O manual da qualidade que foi desenvolvido apresentou sua estrutura de organização subdividida em seis capítulos principais, conforme a figura 22. Desta forma, houve uma

hierarquização na apresentação das informações no manual, objetivando possibilitar a visão sistêmica dos processos do tipo de empresa estudada e facilitar o refinamento do modelo.

Esta divisão do manual da qualidade seguiu, excluindo-se a apresentação, a base de apresentação da NBR ISO 9001:2000. Isto também pode facilitar a correlação entre os processos da empresa e a norma pela qual o SGQ da empresa é regido.

Os capítulos que formam o manual da qualidade são compostos pelas seguintes informações:

- **Capítulo 01 (Apresentação)** – Onde faz-se um breve histórico da empresa e compõe, também, a folha de assinatura de aprovação do Manual da Qualidade;
- **Capítulo 02 (Sistema de Gestão da Qualidade)** – Explica qual é a estrutura do sistema, apresentam-se o escopo e o macro-fluxo dos processos que compõem a realização dos produtos da empresa. Qualquer exclusão de requisitos do sistema também é realizada neste capítulo. Os requisitos de documentação também são tratados, apresentando-se como se faz a sistemática de controle de documentos e de registros da qualidade. Vale afirmar que a documentação do SGQ é composta por Manuais (M), Planos da Qualidade (PQ), Procedimentos Operacionais (PO), Formulários (FORM), Planilhas (PLAN) e Certificados de Inspeção de Serviços (CIS);
- **Capítulo 03 (Responsabilidade da Direção)** – Neste capítulo reafirma-se o comprometimento da direção da empresa com o SGQ, apresentam-se a política e os objetivos da qualidade, determina-se a estrutura organizacional da empresa para a qualidade, utilizando-se aí um organograma, nomeia e determina as responsabilidades do Representante da Direção e estabelece-se o procedimento para a realização de análise crítica do SGQ pela Direção da empresa;
- **Capítulo 04 (Administração de Recursos)** – Neste capítulo identificam-se os possíveis recursos para o SGQ da empresa e determina-se como se faz a sua provisão. Também faz-se menção ao processo de treinamento na empresa;
- **Capítulo 05 (Realização do Produto)** – Este capítulo faz menção à como se realizar o planejamento para a realização do produto (projeto ou supervisão), como realizar a análise e tratamento dos requisitos dos clientes, aos procedimentos adotados na empresa para a realização de controle de projetos e supervisão de obras, como realizar o processo de aquisição, identificação e rastreabilidade, o controle dos dispositivos de medição e monitoramento e o processo relativo a assistência técnica. Ainda são apresentadas as

formas de se tratar a propriedade do cliente quando sob os cuidados da empresa e como realizar a preservação do produto; e

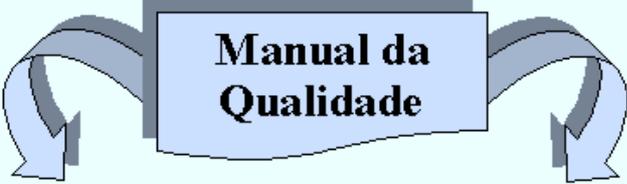
- **Capítulo 06 (Medição, Análise e Melhoria)** – São mencionados os procedimentos para a realização da análise da satisfação dos clientes com os serviços prestados pela empresa, para a realização de auditorias internas da qualidade e para a verificação dos serviços prestados. Ainda define-se as diretrizes para a realização de análise de dados na empresa e de como realizar-se o controle de produto não-conforme, as ações corretivas e preventivas.

Algumas adaptações foram realizadas no Manual da Qualidade após o processo de validação que foi realizado. Nele foi acrescentado a menção aos procedimentos que regem o item 5.10 do manual, Assistência Técnica, e ao item 6.3 também do manual, Verificação dos Serviços Prestados.

As planilhas e formulários correlatos ao Manual da Qualidade são compostos por:

- **Planilha de Controle de Documentos** – Planilha que realiza o controle de identificação, alterações e cópias dos documentos da qualidade;
- **Plano de Sensibilização para Implantação do Sistema** – Planilha que determina o planejamento das atividades que ajudarão na implantação do sistema da qualidade na empresa;
- **Planilha de Objetivos, Metas e Indicadores da Qualidade** – Planilha com a listagem de todos os objetivos, metas e indicadores da qualidade, com campos para registro;
- **Ata de Reunião** – Formulário que serve para registrar as reuniões para o SGQ;
- **Plano de Ação** – Formulário que serve para a realização de tratamento de não-conformidade e para realização de ações corretivas e preventivas; e
- **Planilha de Controle de PA** – Planilha que realiza o controle de todos planos de ação, desde sua abertura até o encerramento.

Maiores detalhes e um padrão de Manual da Qualidade podem ser observados no Anexo II deste trabalho.



<b>1.0 APRESENTAÇÃO</b>
<b>2.0 SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE</b>
2.1 Controle de Documentos e Dados
2.1.1 Documentos Internos
2.1.2 Documentos Externos
2.2 Controle de Registros
2.2.1 Controle de Registros Mencionados neste Manual
<b>3.0 RESPONSABILIDADE DA DIREÇÃO</b>
3.1 Política e Objetivos da Qualidade
3.2 Organização da Empresa para a Qualidade
3.3 Representante da Direção
3.4 Análise Crítica pela Direção
<b>4.0 ADMINISTRAÇÃO DE RECURSOS</b>
4.1 Treinamento
<b>5.0 REALIZAÇÃO DO PRODUTO</b>
5.1 Planejamento para a Realização do Produto
5.2 Processos Relacionados aos Clientes
5.2.1 Estabelecimento e Análise Crítica dos Requisitos Relacionados ao Produto
5.2.2 Comunicação com o Cliente
5.3 Realização e Controle de Projetos
5.4 Realização e Controle da Supervisão
5.5 Aquisição
5.6 Identificação e Rastreabilidade
5.7 Propriedade do Cliente
5.8 Preservação do Produto
5.9 Controle dos Dispositivos de Medição e Monitoramento
5.10 Assistência Técnica
<b>6.0 MEDIÇÃO, ANÁLISE E MELHORIA</b>
6.1 Satisfação dos Clientes
6.2 Auditoria Interna
6.3 Verificação dos Serviços Prestados
6.4 Análise de Dados
6.5 Controle de Não-Conformidade, Ação Corretiva e Ação Preventiva

**FIGURA 22 – Capítulos do Manual da Qualidade.**

#### 4.1.2. Plano da Qualidade

O planos da qualidade devem ser editados para todos empreendimentos da empresa, sejam eles projetos ou supervisão de obras rodoviárias. A sua estrutura foi subdividida em seis tópicos e cinco anexos (fig. 23). Conforme foi elaborado na pesquisa, o mesmo fornece um estrutura de apoio e complementação a outros documentos da qualidade, não sendo, então, por si só suficiente a condução do empreendimento.

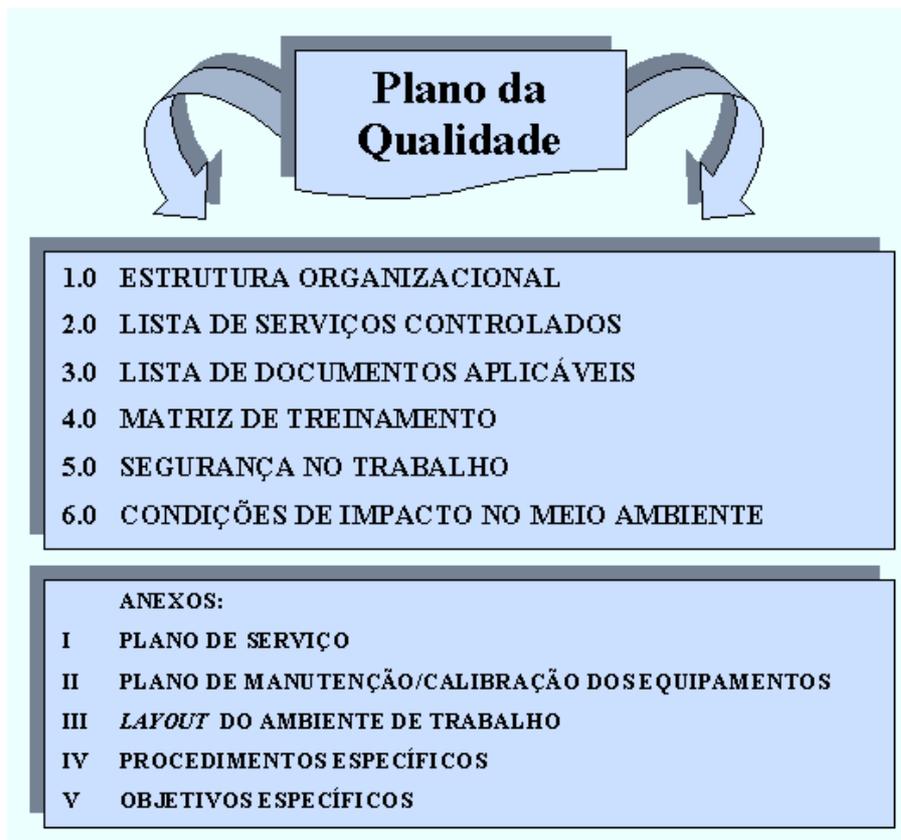
Os tópicos que formam o plano da qualidade são compostos pelas seguintes informações:

- **Tópico 01 (Estrutura Organizacional)** – Apresentam-se como são compostas as equipes de trabalho, quais as suas responsabilidades, autoridades e inter-relações;
- **Tópico 02 (Lista de Serviços Controlados)** – Apresenta quais serão os serviços controlados pela empresa no empreendimento;
- **Tópico 03 (Lista de Documentos Aplicáveis)** – Esta lista apresenta a documentação do sistema que é aplicável a realização do empreendimento (projeto ou supervisão);
- **Tópico 04 (Matriz de Treinamento)** – Onde são determinados quais são os treinamento específicos ao empreendimento da empresa;
- **Tópico 05 (Segurança no Trabalho)** – Determinam-se ou faz-se referência aos procedimentos que devem ser adotados para preservar as condições de segurança mínimas a realização dos serviços; e
- **Tópico 06 (Condições de Impacto no Meio Ambiente)** – Determinando como a empresa realiza ou fiscaliza o manejo ambiental de acordo com as normas do DNIT ou estabelecidas pela contratante.

Ainda, existem alguns anexos ao Plano da Qualidade, os quais são formulários, planilhas ou informações adicionais, que não alteram a estrutura do documento, podendo então serem modificados sem acarretar nova versão e que servem para complementar as informações necessárias ao mesmo. Tais anexos são:

- **Plano de Serviço** – Realizado conforme o Procedimento Operacional de Planejamento da Qualidade;
- **Plano de Manutenção/Calibração dos Equipamentos** – Realizado conforme o Procedimento Operacional de Controle de Equipamentos;

- **Layout do Ambiente de Trabalho** – Planta ou esquema delimitando as instalações da equipe de projeto ou da equipe supervisora;
- **Procedimentos Específicos** – São procedimentos que são únicos ao empreendimento e merecem detalhamento; e
- **Objetivos Específicos** – Objetivos e metas que os coordenadores do empreendimento devem atender durante a sua realização.



**FIGURA 23 – Tópicos e Anexos de Planos da Qualidade.**

Maiores detalhes e um padrão de Plano da Qualidade para Supervisão de Obras pode ser observado no Anexo III deste trabalho.

#### **4.1.3. Procedimentos Operacionais**

Os procedimentos operacionais foram editados tanto para aqueles processos que a NBR ISO 9001:2000 colocam como obrigatórios e não tinham sido inseridos no manual da qualidade, quanto para os processos que requeriam um detalhamento adequado para a sua execução.

Isto explica-se pelo fato de que empresas que trabalham na cadeia da indústria da construção necessitam que as informações sobre a condução de processos e o domínio tecnológico da

empresa sejam padronizados para que o mesmo possa ser repetitivo. A justificativa disto é a grande rotatividade dos funcionários nessas empresas e a baixa especialização dos mesmos.

A estrutura dos procedimentos operacionais foi subdividida em seis tópicos conforme indicado na figura 24.

Os tópicos que formam os procedimentos operacionais são compostos pelas seguintes informações:

- **Tópico 1 (Objetivo)** – Determina para quais atividades e processos o procedimento se aplica;
- **Tópico 2 (Documentos de Referência)** – Menciona todos os documentos internos ou externos a empresa que dão apoio a realização das atividades indicadas no procedimento;
- **Tópico 3 (Responsabilidades)** – Define as responsabilidades específicas ao procedimento para cada função envolvida no mesmo;
- **Tópico 4 (Procedimento)** – Descreve o procedimento propriamente dito para a execução das atividades dos processos afins;
- **Tópico 5 (Formulários e Modelos Correlatos)** – Determina todos os formulários, planilhas e modelos utilizados pela empresa para a realização dos registros e evidências necessários; e
- **Tópico 6 (Controle de Registros)** – Define o controle de registros mencionados no procedimento.



**FIGURA 24 – Tópicos do Procedimento Operacional.**

Ao final de todo o processo de elaboração dos procedimentos operacionais para um SGQ em empresas com o escopo estudado pôde-se chegar a documentação apontada no quadro 22, juntamente com os seus formulários e modelos correlatos.

**QUADRO 22 – A documentação do sistema da qualidade.**

<b>Processo</b>	<b>Procedimento Operacional (PO)</b>	<b>Registros e Modelos Correlatos</b>
Requisitos dos Clientes	<b>(Anexo IV)</b> PO de Análise da Oportunidade de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planilha de Análise de Concorrências</li> <li>• Proposta de Modificações</li> </ul>
Planejamento para a Prestação dos Serviços	<b>(Anexo V)</b> PO de Planejamento da Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano de Serviço</li> <li>• Modelo de Plano da Qualidade</li> </ul>
Aquisição, Recebimento e Manuseio de Materiais/ Equipamentos e Contratação de Serviços	<b>(Anexo VI)</b> PO de Suprimento de Materiais, Equipamentos e Serviços	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitação de Compra/Contratação</li> <li>• Questionário de Qualificação de Fornecedores</li> <li>• Pedido de Compra</li> <li>• Contrato de Serviço</li> <li>• Relatório de Avaliação de Fornecedores</li> <li>• Ficha de Avaliação de Fornecimento</li> </ul>
Seleção e Treinamento	<b>(Anexo VII)</b> PO de Admissão e Treinamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo de Manual de Funções</li> <li>• Requisição de Treinamento</li> <li>• Lista de presença em Treinamento</li> <li>• Histórico Individual</li> </ul>
Controle de Equipamentos de Produção, Medição e Ensaios	<b>(Anexo VIII)</b> PO de Controle de Equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planilha de Controle de Equipamentos</li> <li>• Plano de Calibração/Manutenção de Equipamento</li> <li>• Ficha de Calibração/Manutenção de Equipamento</li> </ul>
Realização de Projetos	<b>(Anexo IX)</b> PO de Desenvolvimento de Projetos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ata de Reunião de Projeto</li> <li>• Planilha de Acompanhamento de Projetos</li> <li>• Ficha de Locação de Obra</li> <li>• Planilha de Verificação de Projetos</li> <li>• Protocolo de Envio e Recebimento de Projetos</li> <li>• Projetos Emitidos</li> </ul>
Medição de serviços executados, análise do andamento da obra e do desempenho da executora	<b>(Anexo X)</b> PO de Execução de Serviços Administrativos em Obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ficha de Medição Topográfica</li> <li>• Ficha de Medição de Volumes</li> <li>• Ficha de Contabilização de Serviços</li> <li>• Resumo de Serviços Executados</li> <li>• Desempenho da Executora</li> </ul>

<b>Processo</b>	<b>Procedimento Operacional (PO)</b>	<b>Registros e Modelos Correlatos</b>
Vistoria Final da Obra	<b>(Anexo XI)</b> PO de Vistoria Final	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Check-list</i> de Vistoria Final</li> </ul>
Verificação dos Serviços Prestados	<b>(Anexo XII)</b> PO de Verificação de Serviços Prestados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planilha de Análise de Serviços Prestados</li> </ul>
Assistência Técnica	<b>(Anexo XIII)</b> PO de Assistência Pós-Serviço	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitação de Serviços de Assistência Técnica</li> <li>• Ordem de Serviço de Assistência Técnica</li> <li>• Relatórios de Assistência Técnica</li> </ul>
Auditorias Internas da Qualidade	<b>(Anexo XIV)</b> PO de Auditorias Internas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano de Auditoria</li> <li>• Programação de Auditoria</li> <li>• <i>Check-list</i> de Auditoria</li> <li>• Relatório de Auditoria</li> </ul>
Análise da Satisfação dos Clientes	<b>(Anexo XV)</b> PO de Avaliação da Satisfação dos Clientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação dos Clientes (Durante a Prestação de Serviços)</li> <li>• Avaliação dos Clientes (Após a Prestação de Serviços)</li> <li>• Modelo de Relatório de Avaliação dos Clientes</li> </ul>

Durante a validação dos modelos de documentos foi constatada a necessidade de se editar mais dois entre os procedimentos operacionais mencionados anteriormente no quadro 22.

Os mesmos procedimentos operacionais foram o de PO de Assistência Pós-Serviço, pois a interpretação inicial seria que os processos após encerrados não mais afetariam as necessidades dos clientes, o que não é verdade para o caso dos projetos e medições entregues que podem apresentar falhas, e o PO de Verificação dos Serviços Prestados, pois definiu-se inicialmente que todos os processos de prestação de serviços da empresa eram controlados durante a sua execução, o que não acontecia para os serviços de supervisão, os quais necessitavam ser verificados para analisar a sua coerência com os procedimentos adotados.

Nas subseções seguintes serão discutidos cada procedimento operacional desenvolvido juntamente com os seus registros.

#### **4.1.3.1. PO de Análise da Oportunidade de Negócio**

Este procedimento operacional trata dos processos de análise dos requisitos estabelecidos pelos clientes antes de se firmar a contratação para prestação de um serviço. Também, determina como a empresa deve proceder no tratamento das modificações relativas aos contratos firmados.

Os formulários necessários a este procedimento são assim definidos:

- **Planilha de Análise de Concorrências** – Formulário utilizado para realizar a análise do empreendimento e dos requisitos impostos ao mesmos, sejam eles definidos pelos cliente, os regulamentares e os estatutários; e
- **Proposta de Modificações** – Formulário utilizado no processo de análise de alterações ao produto ou serviço contratado a empresa.

#### **4.1.3.2. PO de Planejamento da Qualidade**

Procedimento operacional onde se realiza o processo de planejamento para a realização dos produtos da empresa (projetos ou supervisão). Também, determina como se editar os Planos da Qualidade de cada empreendimento.

Os modelos e planilhas necessários a este procedimento são definidos da seguinte forma:

- **Plano de Serviço** – É uma planilha derivada do processo de planejamento e que serve para conter todas as informações necessárias a realização do empreendimento; e
- **Modelo de Plano da Qualidade** – É um modelo do documento de Plano da Qualidade, discutido na seção 4.1.2, para servir apenas como diretriz para a realização dos PQ's de cada empreendimento.

#### **4.1.3.3. PO de Suprimento de Materiais, Equipamentos e Serviços**

Este procedimento operacional trata dos processos de aquisição, recebimento e manuseio de materiais e equipamentos. Trata também dos processos de contratação de serviços terceirizados (projetistas, laboratórios etc.) e da qualificação e avaliação de fornecedores da empresa.

Os modelos e formulários necessários a este procedimento são assim definidos:

- **Solicitação de Compra/Contratação** – Formulário utilizado por qualquer líder de processo para solicitar materiais, equipamentos ou serviços que interfiram na qualidade dos serviços da empresa;
- **Questionário de Qualificação de Fornecedores** – Formulário utilizado no processo de qualificação dos fornecedores da empresa contendo informações para cadastro e para verificações;

- **Pedido de Compra** – Formulário utilizado para realizar um pedido de fornecimento a qualquer fornecedor qualificado pela empresa. O mesmo tem campos para que se façam as especificações detalhadas do pedido;
- **Contrato de Serviço** – Contrato próprio a cada empresa que deve conter especificações e prazos para o fornecimento dos serviços contratados à fornecedores qualificados;
- **Relatório de Avaliação de Fornecedores** – Formulário que serve para avaliar o desempenho dos fornecedores de materiais, equipamentos e serviços durante o fornecimento; e
- **Ficha de Avaliação de Fornecimento** – Formulário utilizado para realizar a verificação de materiais, equipamentos e servidos fornecidos.

#### 4.1.3.4. PO de Admissão e Treinamento

Procedimento operacional que dá suporte ao processo de admissão de novos funcionários na empresa e ao processo de identificação da necessidade, de planejamento, realização e avaliação de treinamento para os processos relativos ao SGQ da empresa.

Os modelos e formulários necessários a este procedimento são definidos da seguinte forma:

- **Manual de Funções** – Documento que serve para determinar as atribuições e as competências requeridas a cada função da empresa;
- **Requisição de Treinamento** – Formulário utilizado para realizar solicitação, planejamento e avaliação de treinamentos na empresa;
- **Lista de presença em Treinamento** – Formulário que fornece o registro dos treinamentos realizados dentro da empresa; e
- **Histórico Individual** – Formulário utilizado para registrar as informações de cadastro e currículo dos funcionários da empresa.

#### 4.1.3.5. PO de Controle de Equipamentos

Este procedimento operacional trata dos processos de controle interno e calibração ou manutenção de máquinas e equipamentos da empresa, para mantê-los aptos à fornecer os resultados adequados as necessidades de seu uso, bem como protegê-los contra danos e extravios.

As planilhas e formulários necessários a este procedimento são assim definidos:

- **Planilha de Controle de Equipamentos** – Planilha que serve para determinar onde o equipamento está locado na empresa e para controlar os prazos de calibração e manutenção;
- **Plano de Calibração/Manutenção de Equipamento** – Formulário a ser incorporado ao plano da qualidade do empreendimento e que serve para fazer o planejamento e registro das calibrações e manutenções dos equipamentos alocados ao mesmo; e
- **Ficha de Calibração/Manutenção de Equipamento** – Formulário que contém os requisitos e os registros das calibrações e manutenções realizadas a um equipamento específico.

#### 4.1.3.6. PO de Desenvolvimento de Projetos

Procedimento operacional que dá suporte ao desenvolvimento de projetos na empresa. O mesmo, tendo as informações do planejamento contidas no plano da qualidade, determina como deve-se realizar a identificação dos requisitos do projeto, a sua realização, análise crítica, verificação e validação.

Os formulários, planilhas e modelos necessários a este procedimento são definidos da seguinte forma:

- **Ata de Reunião de Projeto** – Formulário utilizado para registrar as informações discutidas tanto em reuniões com clientes quanto com os especialistas de cada projeto;
- **Planilha de Acompanhamento de Projetos** – Planilha que serve para cadastrar projetos realizados, determinar sua versão e controlar a remessa de cópias dos mesmos;
- **Ficha de Locação de Obra** – Formulário utilizado pela equipe topográfica para realizar levantamento planimétrico, altimétrico e locação de obra durante a fase de projeto;
- **Planilha de Verificação de Projetos** – Formulário utilizado para realizar a análise crítica e verificação de projetos contendo informações padrões em forma de *check-list*, mas que são flexíveis a adição de outras. Seu conteúdo é o seguinte:
  1. verificação de projetos geométricos de acordo com as recomendações das normas do DNER e campos para a verificação das características da diretriz de acordo com as necessidades de tráfego selecionadas;
  2. verificação de características de projetos de pavimentação asfáltica pelo método do DNER, relativa às recomendações desse órgão, e contém, também, um *check-list* para

a verificação de projetos de pavimentação pelo método mecanístico através da validação em trechos experimentais com as verificações de deflexão, deformação específica de tração e tensão vertical de compressão;

3. verificação de estudos de engenharia definido através de perguntas dispostas em forma de *check-list*.

- **Protocolo de Envio e Recebimento de Projetos** – Formulário que registra o tipo de projeto enviado ou recebido, bem como o número de cópias; e
- **Projetos Emitidos** – Projetos e/ou memoriais, em formato eletrônico ou físico, recebidos de clientes ou desenvolvidos pela empresa e que devem ser salvaguardados durante pelo menos 20 anos.

#### **4.1.3.7. PO de Execução de Serviços Administrativos em Obra**

Este procedimento operacional trata dos processos relativos a fiscalização administrativa de obras durante a prestação de serviços de supervisão. Determina como se realizar medição de serviços executados pela executante, análise do andamento da obra e do desempenho da executante durante os serviços prestados por ela.

Os formulários necessários a este procedimento são assim definidos:

- **Ficha de Medição Topográfica** – Formulário utilizado pela equipe topográfica para realizar levantamento planimétrico e altimétrico dos serviços executados em obra;
- **Ficha de Medição de Volumes** – Formulário utilizado por fiscais de campo e usina para registrar os volumes de materiais utilizados em obra;
- **Ficha de Contabilização de Serviços** – Formulário utilizado pelos engenheiros da empresa para realizar a contabilização dos serviços que foram medidos em campo;
- **Resumo de Serviços Executados** – Formulário que fornece um resumo dos serviços executados pela empresa executora e que deve ser enviado a empresa contratante; e
- **Desempenho da Executora** – Formulário que relata a contratante os resultados do desempenho da executante de acordo com critérios preestabelecidos.

#### **4.1.3.8. PO de Vistoria Final**

Procedimento operacional que dá suporte à realização da vistoria final da obra ou parte dela. Este processo é de responsabilidade da empresa durante a supervisão da obra.

O formulário necessário a este procedimento é definido da seguinte forma:

- **Check-list de Vistoria Final** – Formulário utilizado para realizar a conferência de requisitos preestabelecidos da obra. Ele possui alguns requisitos padrões, mas que podem ser modificados ou adicionados a outros de interesse.

#### **4.1.3.9. PO de Verificação de Serviços Prestados**

Este procedimento operacional trata do processo relativo ao monitoramento dos serviços prestados durante a supervisão da obra. O mesmo monitoramento é realizado através de requisitos preestabelecidos para os diversos serviços prestados.

O formulário necessário a este procedimento é assim definido:

- **Planilha de Análise de Serviços Prestados** – Formulário utilizado pelo engenheiro residente da obra para realizar o monitoramento dos serviços prestados pelos funcionários que estão sob sua responsabilidade. Este formulário é preenchido de acordo com requisitos preestabelecido e funciona como um *check-list*.

#### **4.1.3.10. PO de Assistência Pós-Serviço**

Procedimento operacional que dá suporte à realização da assistência técnica dos serviços prestados pela empresa. Esses serviços de assistência técnica são os relativos à falhas detectadas pelos clientes ou usuários nos projetos e medições de serviços fornecidos.

Os modelos e formulários necessários a este procedimento são definidos da seguinte forma:

- **Solicitação de Serviços de Assistência Técnica** – Formulário que serve para que o responsável pelo empreendimento registre a solicitação feita pelo cliente, juntamente a falha detectada;
- **Ordem de Serviço de Assistência Técnica** – Formulário que serve para realizar o planejamento dos serviços de assistência, levantamento dos recursos utilizados e análise da satisfação do cliente com os serviços prestados; e
- **Relatórios de Assistência Técnica** – Relatório não padronizado que fornece uma análise dos dados relativos a assistência técnica, como número de falhas por tipo, a frequência, os custos etc.

#### 4.1.3.11. PO de Auditorias Internas

Este procedimento operacional trata do processo de realização de auditorias internas do SGQ da empresa. O mesmo estabelece a forma de como se proceder o planejamento da auditoria, sua realização e as ações de melhoria necessárias.

Os formulários necessários a este procedimento são assim definidos:

- **Plano de Auditoria** – Este formulário serve para realizar o planejamento anual de auditorias, onde determinam-se os setores que serão auditados com seus respectivos requisitos a avaliar e cronograma de realização;
- **Programação de Auditoria** – Formulário utilizado para realizar o planejamento de uma auditoria específica;
- **Check-list de Auditoria** – Formulário contendo todos os requisitos de avaliação que serão necessários no transcorrer da realização da auditoria. O mesmo contém, também, campos para registro das conformidades, observações e não-conformidades detectadas; e
- **Relatório de Auditoria** – Formulário que serve para registrar observações e não-conformidades detectadas e as conclusões da auditoria realizada.

#### 4.1.3.12. PO de Avaliação da Satisfação dos Clientes

Procedimento operacional que dá suporte à realização da análise da satisfação de clientes da empresa. A mesma análise foi dividida em duas etapas, sendo a primeira durante a execução da obra e a segunda ao seu final.

Os modelos e formulários necessários a este procedimento são definidos da seguinte forma:

- **Avaliação dos Clientes (Durante a Prestação de Serviços)** – Formulário utilizado para a realização da análise da satisfação dos clientes a cada mês durante a realização do empreendimento, direcionando-se à contratante ou seu representante;
- **Avaliação dos Clientes (Após a Prestação de Serviços)** – Formulário utilizado para a realização da análise da satisfação dos clientes 6 meses após a obra finalizada, direcionando-se aos usuários finais da rodovia; e
- **Modelo de Relatório de Avaliação dos Clientes** – Relatório não padronizado que fornece uma análise dos dados relativos ao monitoramento da satisfação dos clientes contendo seus resultados sintetizados.

#### 4.1.4. Documentação Complementar

As documentações complementares que fazem parte do SGQ da empresa, mas que não estão atreladas a outros documentos são as apresentadas no quadro 23.

Uma parte desta documentação é relativa a fase inicial do SGQ, ou seja, a fase de realização do diagnóstico e planejamento do sistema.

Os demais documentos são formulários utilizados na supervisão de obras, mais especificamente na verificação dos serviços de execução, mas que só são mencionados na lista de documentos aplicáveis do Plano da Qualidade da supervisão. O controle de seus registros é realizado no seu próprio cabeçalho.

#### QUADRO 23 – A documentação complementar do sistema da qualidade.

Processo	Documentação Complementar	Registros e Modelos Correlatos
Planejamento e Implantação do Sistema	(Anexo I)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planilha de Diagnóstico do Sistema</li> <li>• Plano para Implantação do Sistema</li> </ul>
Verificação de Serviços em Obra	(Anexo XVI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CIS – Certificado de Inspeção de Serviços</li> <li>• Fichas de Ensaio</li> <li>• Laudos de Análise e Ensaio</li> </ul>

As definições destes documentos podem ser observadas abaixo:

- **Planilha de Diagnóstico do Sistema** – Planilha pela qual se realiza o diagnóstico da empresa com relação aos requisitos da qualidade. Esta planilha foi elaborada de acordo com os requisitos de auto-avaliação contidos na NBR ISO 9004:2000;
- **Plano para Implantação do Sistema** – Planilha contendo as atividades que devem ser realizadas para a implantação do SGQ, seus responsáveis, prazos de elaboração e implantação e um campo para acompanhamento do mesmo;
- **CIS – Certificados de Inspeção de Serviços** – Formulários utilizados durante a verificação de serviços de obra, contendo os requisitos de verificação correlacionados às normas de especificação de serviços do DNIT adicionados de requisitos de verificação de deflexão em pavimentos, como uma forma de atender às necessidades de projetos mecânicos. Estes formulários foram desenvolvidos para os serviços de locação, corte, empréstimo, aterro, regularização de subleito, reforço de subleito, sub-base e base estabilizada granulometricamente, imprimação, pintura de ligação e concreto betuminoso;

- **Fichas de Ensaio** – Formulários utilizados durante a supervisão para alguns dos ensaios mencionados nas CIS's, contendo os requisitos de verificação correlacionados aos dispostos nas normas de métodos de ensaio do DNIT; e
- **Laudos de Análise e Ensaio** – Relatório não padronizado que indica os ensaios realizados e os seus resultados para avaliação por parte dos responsáveis.

#### 4.2. Avaliação do SGQ da Empresa Estudada

A avaliação do SGQ da empresa estudada resumiu-se na aplicação do questionário de auto-avaliação.

O mesmo foi respondido pelos três Diretores e o Representante da Direção da empresa estudada. As respostas finais para cada quesito foram obtidas em uma reunião através de um consenso formado pelos participantes.

Neste diagnóstico foram avaliados 27 questões listadas a seguir:

- gestão de sistemas e processos;
- documentação;
- responsabilidade da direção – recomendações gerais;
- necessidades e expectativas das partes interessadas;
- política da qualidade;
- planejamento;
- responsabilidade, autoridade e comunicação;
- análise crítica pela direção;
- gestão de recursos – recomendações gerais;
- pessoas;
- infra-estrutura;
- ambiente de trabalho;
- informação;
- fornecedores e parceiros;
- recursos naturais;

- recursos financeiros;
- realização do produto – recomendações gerais;
- processos relacionados à partes interessadas;
- projeto e desenvolvimento;
- aquisição;
- operações de produção e serviço;
- controle de dispositivos de medição e monitoramento;
- medição, análise e melhoria – recomendações gerais;
- medição e monitoramento;
- controle de não-conformidade;
- análise de dados; e
- melhorias.

Nas respostas às questões a empresa deveria apontar o seu nível de maturidade (variando de 1 a 5) de acordo com o atendimento aos requisitos de um SGQ baseado na NBR ISO 9001:2000 quando comparada a outras empresas do mesmo setor pelo qual ela atua.

Ainda existia um comparativo, onde a empresa pôde fornecer a sua pontuação para a situação de antes e depois da implantação do SGQ.

As respostas fornecidas para os questionamentos na situação de antes da implantação do SGQ coincidiram todas com o nível de maturidade **1**, que indica que a empresa não apresentava abordagem sistêmica evidenciada.

Já quanto as respostas fornecidas para os questionamentos na situação de depois da implantação do SGQ, estas coincidiram todas com o nível de maturidade **5**, que indica que a empresa apresentava, naquele momento, um processo de melhoria fortemente integrado, com resultados de melhor da classe quando comparado com referenciais de excelência.

Os questionamentos realizados e todas as respostas fornecidas podem ser observadas, com maiores detalhes, na Planilha de Diagnóstico do Sistema contida no Anexo I deste trabalho.

# Capítulo 5

---

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **5.1. Resultados Alcançados**

Este trabalho foi realizado com visão na realização de duas atividades para atingir o objetivo principal.

A primeira atividade esteve relacionada ao desenvolvimento de modelos de documentação que atendem aos requisitos de um sistema de gestão da qualidade baseado na NBR ISO 9001:2000 e as particulares dos processos de uma empresa que atua com o escopo de Projetos e Supervisão de Obras Rodoviárias.

Os objetos de pesquisa utilizados para a realização desta atividade foram o desenvolvimento dos modelos de documentação a partir de uma pesquisa bibliográfica, seguida da validação dos modelos em uma pesquisa de campo, efetuada numa empresa consultora atuante no setor estudado, com posteriores adequações que fossem necessárias.

A pesquisa bibliográfica foi realizada a partir de modelos e normas sobre SGQ e normas e publicações voltadas ao setor rodoviário, juntamente aos conceitos e diretrizes definidos no capítulo 2 deste trabalho, o que possibilitou a formatação de modelos de documentos da qualidade necessários a uma empresa que atue com o escopo estudado.

O processo de validação desses modelos de documentos da qualidade foi essencial tanto na confirmação de sua possibilidade de utilização por uma empresa consultora atuante no setor estudado, quanto nas adequações que só puderam ser feitas quando no exame em campo de seus processos.

Essas adequações realizadas resultaram no desenvolvimento de dois procedimentos adicionais aos que tinham sido desenvolvidos na pesquisa bibliográfica. Eles consistiram no PO de Assistência Pós-Serviço, necessário ao tratamento e resolução de solicitações feitas pelos clientes quanto à problemas apresentados nos projetos e relatórios de medição fornecidos pela empresa, e no PO de Verificação dos Serviços Prestados, como uma forma de verificar a eficácia dos serviços realizados por fiscais na supervisão e obras.

É necessário que se afirme que todos esses modelos de documentação do sistema não devem ser vistos como padrões a serem utilizados no setor, mas sim como sugestões que devem ser adequadas a cada empresa consultora conforme a sua realidade, seja quanto ao seu porte, tecnologia utilizada ou quanto à sua gestão interna.

Sobretudo, os formulários, planilhas e certificados de inspeção de serviços desenvolvidos, os quais requerem requisitos referenciados em normas técnicas, são os mais inflexíveis à modificações, pois são exigências da contratante em seus empreendimentos, bem como do próprio projeto. Na verdade, alguns dos ensaios mencionados nas normas de especificação de serviço (DNER-ES), quase sempre, não são realizados, como é o caso do Quociente de Irregularidade (QI) e Verificação do Acabamento da Superfície na camada de revestimento. Ainda, é comum a realização de ensaios de ISC na verificação de serviços de pavimentação quando esses são projetados pelo método mecanístico, o que é uma incoerência, pois o ensaio adequado para os parâmetros a analisar é o de deflexão. Portanto, os formulários de inspeção de serviços foram elaborados de forma a atender aos requisitos de projetos pelo método do DNER e Mecanístico.

Ainda, a apresentação dos procedimentos em forma de fluxograma possibilita que o processo não se torne rígido, pois não apresentar-se-á com muitos detalhes, mas sim demonstrará apenas a rotina de realização do mesmo.

Desta forma pode-se reafirmar que os modelos de documentos desenvolvidos atendem as necessidades de um SGQ para empresas consultoras atuando em projetos e supervisão de obras rodoviárias quando baseado na abordagem sistêmica dos processos, podendo, então, servir como referência a trabalhos realizados por outros autores, bem como as empresas atuantes no setor estudado que desejem implantar um SGQ.

A segunda atividade desta pesquisa foi a realização de uma avaliação do SGQ da mesma empresa consultora onde foi realizada a validação dos modelos de documentação. Como a mesma já era certificada na NBR ISO 9001:2000, pretendia-se avaliar os benefícios adquiridos nesta empresa após a implantação de um SGQ.

O método utilizado para analisar o SGQ da empresa foi a aplicação de um diagnóstico de auto-avaliação nos mesmos moldes como o sugerido na NBR ISO 9004:2000. Como o mesmo consistia em um processo de auto-avaliação, os próprios Diretores da empresa, juntamente ao seu Representante da Direção para o SGQ, responderam aos questionamentos contidos neste diagnóstico.

Ainda, quando na decisão de aplicar um diagnóstico do sistema de gestão da qualidade da empresa consultora estudada, baseado nas diretrizes de auto-avaliação da NBR ISO 9004:2000, não havia sido encontrada qualquer referência na bibliografia consultada quanto a estudos realizados com a mesma, de forma que se pudesse avaliar a sua aplicabilidade. Porém,

a colocação do conteúdo do processo de auto-avaliação em uma norma técnica, indica que o mesmo foi avaliado antes de sua publicação.

Os resultados apresentados no diagnóstico após a sua aplicação superaram as expectativas formadas para o estudo.

Segundo as respostas fornecidas, a empresa antes da implantação do seu SGQ, trabalhava sem abordagem sistêmica com relação aos seus processos.

Já a avaliação feita para a situação após a implantação do SGQ indicava que a mesma, no momento da aplicação do diagnóstico, se colocava como uma empresa que atingia resultados de melhor da classe quando comparada com referenciais de excelência e tinham um processo de melhoria fortemente integrado.

Vale ainda salientar que mesmo este processo de auto-avaliação sendo sugerido em uma norma técnica, na NBR ISO 9004:2000, ele requer cuidados com relação aos resultados atingidos, pois o julgamento é inteiramente realizado por pessoas da própria empresa, e, caso não haja imparcialidade, pode fornecer resultados tendenciosos.

Como isto é de difícil avaliação, prefere-se nesta pesquisa entender que os resultados fornecidos refletem um processo de pleno comprometimento de todos na empresa, sobretudo dos seus diretores, com o desenvolvimento e melhoria de seus processos e com a preocupação em garantir a plena satisfação de todas as partes interessadas (clientes, fornecedores, funcionários e diretores).

## **5.2. Sugestões**

Como já era previsível, esta pesquisa não foi suficiente para esgotar por completo o tema estudado.

Alguns outros trabalhos necessitam ser desenvolvidos para criar, no setor rodoviário brasileiro, uma conjuntura que proporcione a melhoria contínua dos serviços prestados e conseqüente atendimento às necessidades dos clientes diretos e dos usuários finais das rodovias.

A seguir podem-se observar sugestões de temas ainda pouco explorados no setor de qualidade em engenharia rodoviária:

- realizar um estudo de caso em uma empresa consultora atuante em projetos e supervisão de obras rodoviárias objetivando a utilização dos modelos de documentação desenvolvidos nesta pesquisa para implantar o SGQ da empresa;
- realizar um estudo de caso para desenvolver um modelo de SGQ em empresas concessionárias de rodovias;
- realizar um estudo sobre gestão de projetos de rodovias das mais diversas disciplinas que os compõem para determinar requisitos para análise crítica, verificação e validação dos mesmos, conforme requisitos normatizados e novas tendências e procedimentos utilizados em projetos rodoviários;
- desenvolver um sistema integrado de monitoramento de rodovias envolvendo requisitos de avaliação funcional e estrutural de pavimentos com os requisitos de projeto, de forma que se defina o momento de intervenções, o procedimento a ser utilizado e os custos das mesmas; e
- realizar uma revisão das normas de especificação de serviço do DNER, as DNER-ES, principalmente no que tange o controle dos serviços executados, como uma forma de determinar os parâmetros e ensaios necessários a serem avaliados, tanto para pavimentos projetados pelo método do DNER quanto pelo método mecanístico.

# **Bibliografia**

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, F. S. & MACEDO, J. A. G. de (2003). **NBR ISO 9001 versão 2000 para Empresas Construtoras do Setor Rodoviário**. 34ª Reunião Anual de Pavimentação. Seção Técnica: Construção e Controle de Obras. Campinas – SP, 24 a 29 de Agosto de 2003.
- BAÍA, J. L. & MELHADO, S. B. (1998). **Implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade em Empresas de Arquitetura**. Orientação do Prof. Silvio Burrattino Melhado. Dissertação de Mestrado. EPUSP, São Paulo – SP.
- BERTRAM, M. G. E. (1969). **Ensaio Fundamentais dos Solos para Construção**. Traduzido por Benjamin B. Fraenkel. Livro Ibero-Americano LTDA. Rio de Janeiro – RJ. 128p.
- BSR/ISO/ASQ QE19011 (2002). ASQ – American Society for Quality. **Proposed US Adoption of International Standard ISO 19011:2002 – Guidelines for quality and/or environmental management systems auditing**. Disponível em: URL: <http://standardsgroup.asq.org>. Item número T1901.
- CAMPOS, V. Falconi (1992). **Qualidade Total. Padronização de Empresas**. Fundação Christiano Ottoni. Belo Horizonte – MG. 4ª Ed. 124p.
- CAMPOS, V. Falconi (1995). **TQC – Controle da Qualidade Total (no Estilo Japonês)**. Belo Horizonte – MG. Fundação Christiano Ottoni. Escola de Engenharia da UFMG. 1992. Rio de Janeiro – RJ. Bloch Editora. 6ª Ed.
- CASTRO, A. A. (2001). **Projeto de pesquisa**. In: Castro AA, editor. Planejamento da pesquisa. São Paulo: AAC;. Disponível em: URL: <http://www.evidencias.com/planejamento>.
- CORNICK, T. (1991). **Quality management of building design**. Butterworth – Heinemann, Guildford.
- DNER-ES 280/97. **Terraplenagem – cortes**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- DNER-ES 281/97. **Terraplenagem – empréstimos**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.

- DNER-ES 282/97. **Terraplenagem – aterros**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- DNER-ES 299/97. **Pavimentação – regularização do subleito**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- DNER-ES 300/97. **Pavimentação – reforço do subleito**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- DNER-ES 301/97. **Pavimentação – sub-base estabilizada granulometricamente**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- DNER-ES 303/97. **Pavimentação – base estabilizada granulometricamente**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- DNER-ES 306/97. **Pavimentação – imprimação**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- DNER-ES 307/97. **Pavimentação – pintura de ligação**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- DNER-ES 313/97. **Pavimentação – concreto betuminoso**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- DNER-ES 316/97. **Pavimentação – base de macadame hidráulico**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- FOLHA DE SÃO PAULO, SEBRAE-SP (1994). **Projeto de Qualidade Total**. São Paulo – SP, Jornal Folha de São Paulo, 13 de Março, 1994.
- GUIMARÃES, A. C. T. (2001). **Diagnóstico Preliminar da Base de Dados de Tráfego da Malha Rodoviária do Estado da Paraíba**. Orientação de José Afonso G. de Macedo e Nilton Pereira de Andrade. Campina Grande, PB. UFPB. 2001. 151p. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) – Geotecnia, Universidade Federal da Paraíba, Campus II.
- IBP (1999). Instituto Brasileiro do Petróleo. Comissão de Asfalto do IBP. **Informações Básicas Sobre Materiais Asfálticos**. Revista: 1999. Rio de Janeiro – RJ, 6ª ed., 75p.
- IPR 377/50 (1976). Murillo Lopes de Souza. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Controle tecnológico de serviços de pavimentação**. 2ª Ed. Rio de Janeiro – RJ. 97p.

- IPR 696/100 (1996). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Manual de Implantação Básica**. 2ª Ed. Rio de Janeiro – RJ. 169p.
- IPR 697/100 (1996). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Manual de Pavimentação**. 2ª Ed.. Rio de Janeiro – RJ.
- IPR 700/100 (1997). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Glossário de Termos Técnicos Rodoviários**. Rio de Janeiro – RJ. 296p.
- IPR 701/100 (1997). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Glossário de Termos da Qualidade**. Rio de Janeiro – RJ. 209p.
- IPR 707/20 (1999). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários (escopos básicos/instruções de serviço)**. Rio de Janeiro – RJ. 375p.
- ISO/TR10013 (2002). ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT/CB-25 – Comitê Brasileiro da Qualidade, CE-25:002.18 – Comissão de Estudo de Sistema Da Qualidade. **Diretrizes para a documentação de sistema de gestão da qualidade**. Rio de Janeiro – RJ.
- JURAN, J. M. & GRAYNA, F. M. (1991). **Controle da Qualidade: Componentes Básicos da Função Qualidade**. McGraw-Hill/Makron Books. Volume II. 4ª Ed. São Paulo – SP.
- LUCAREVSCHI, C. I. et alii (1993). **Normalização Rodoviária - A Cooperação DNER-ABNT**. 27ª Reunião Anual de Pavimentação. III Seção Técnica. Teresina – Piauí. 07 a 12 de Novembro de 1993.
- MEDINA, J. de (1988). **Fundamentos da Mecânica dos Pavimentos**. (COPPE/UFRJ, Concurso para Professor Titular, Área de Mecânica dos Solos, Programa de Engenharia Civil, 1988). Rio de Janeiro – RJ. VI, 132p. 29,7cm.

- MESEGUER, Á. G. (1991). **Controle e Garantia da Qualidade na Construção**. São Paulo – SP. Sinduscon – SP/Projeto.
- MS-4 (1989). **Manual de Asfalto**. Instituto de Asfalto. Centros de Pesquisa. Lexington, EUA. 599p.
- NBR ISO 8402 (1994). ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Gestão da Qualidade e Garantia da Qualidade – Terminologia**. Rio de Janeiro – RJ.
- NBR ISO 9000 (2000). ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT/CB-25 – Comitê Brasileiro da Qualidade, CE-25:002.18 – Comissão de Estudo de Sistema Da Qualidade. **Sistemas de Gestão da Qualidade – Fundamentos e Vocabulário**. Rio de Janeiro – RJ.
- NBR ISO 9001 (2000). ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT/CB-25 – Comitê Brasileiro da Qualidade, CE-25:002.18 – Comissão de Estudo de Sistema Da Qualidade. **Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos**. Rio de Janeiro – RJ.
- NBR ISO 9004 (2000). ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT/CB-25 – Comitê Brasileiro da Qualidade, CE-25:002.18 – Comissão de Estudo de Sistema Da Qualidade. **Sistemas de Gestão da Qualidade – Diretrizes para Melhorias de Desempenho**. Rio de Janeiro – RJ.
- NETO, A. F. (1999). **Dicionário do engenheiro: termos técnicos e correlatos**. Edições BAGAÇO. Recife – PE. 358p.
- PBQP-H (2003). Comissão Técnica do Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras (SIQ) do PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat. **Empresas Qualificadas**. Presidência da República. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. Secretaria de Política Urbana. Brasília – DF. Disponível em: URL: <http://www.pbqp-h.gov.br>.
- PINTO, S. & PREUSSLER, E. (2002). **Pavimentação Rodoviária: Conceitos Fundamentais Sobre Pavimentos Flexíveis**. COPIARTE, Rio de Janeiro – RJ. 269 p.
- PREGO, A. S. da S. (2001). **A memória da pavimentação no Brasil**. Rio de Janeiro – RJ. Associação Brasileira de Pavimentação. 640p.
- QUALIOBRA/SE (2003). Comissão Técnica do Fórum Permanente de Acompanhamento do QUALIOBRA/SE – Programa Estadual da Qualidade e Produtividade no Habitat

de Sergipe. **QUALIOBRA / SE – Itens e Requisitos do Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras – Empresas de Projeto – SIQ-Empresas de Projeto**. CEHOP – Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas do Estado de Sergipe. Aracaju – SE.

SANTOS, L. A. dos; MELHADO, S. B. (2001). **Questionamentos e Proposições Acerca do Plano da Qualidade do Empreendimento – PQE**. Fortaleza, CE. 2001. 14p. Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, 2º, Fortaleza, CE. Artigo técnico.

SENÇO, W. de (2001). **Manual de Técnicas de Pavimentação**. Vol. II. 1ª ed. São Paulo – SP. PINI.

SOARES, J. B. et alii (2000). **Análise de Bacias Deflectométricas para o Controle de Construção de Pavimentos Asfálticos**. Transporte em Transformação V. Trabalhos Vencedores do Prêmio CNT de Produção Acadêmica. Confederação Nacional do Transporte. Co-edição MAKRON Books, São Paulo – SP.

SOUZA, L. N. de (1999). **Contribuição ao estudo dos pavimentos rodoviários**. Orientação de Protasio Ferreira e Castro. Niterói, RJ. UFPE. 1999. 222p. il. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense.

SOUZA, R. de & ABIKO, A. (1997). **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte**. EPUSP. São Paulo, SP. 52p.

SOUZA, R. de et alii (1994). **Sistema de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras**. CTE – Centro de Tecnologia de edificações. São Paulo – SP.

WERKEMA, Mª C. C. (1995). **Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos**. Fundação Christiano Ottoni. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte – MG. 404 p. Vol. 2.

## **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

AASHTO (1984). **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets**. USA. Washington, D. C.

- ALBUQUERQUE, F. S. & MACEDO, J. A. G. de (2003). **Sistema de Gestão da Qualidade em Empresas de Projeto e Fiscalização de Obras de Pavimentação**. 12ª Reunião de Pavimentação Urbana. Seção Técnica: Manutenção, Restauração e Gerência de Vias Urbanas. Aracaju, SE, Novembro de 2003.
- ALBUQUERQUE, F. S. (2002). **Disciplina de Pavimentação – Apresentação**. Departamento de Engenharia Civil. Estágio docência de Mestrado. UFCG, Campina Grande – PB.
- ANDRADE, M. H. F. & DOMINGUES, F. A. A. (1995). **Diretrizes para um Programa de Garantia da Qualidade na Conservação Rodoviária**. 29ª Reunião Anual de Pavimentação. V Seção Técnica. Cuiabá – MT. 23 a 27 de Outubro de 1995.
- ANSI/ASQC (1986). **Generic Guidelines for Auditing of Quality Systems**. American Society for Quality Control. Milwaukee.
- BALBO, J. T. (2002). **Composição do Tráfego e Cálculo do Número N**. Laboratório de Mecânica dos Pavimentos. EPUSP.
- BRANDALIZE, Mª C. B. (2003). **Apostila de Topografia**. PUC/PR. Curitiba – PR.
- BUZATTI, D. J. (1997). **Critérios Estatísticos para o Controle de Execução de Obras Rodoviárias**. XIII RAPv. Curitiba – PR.
- BUZATTI, D. J. **Aplicações da Estatística ao Controle de Qualidade de Obras Rodoviárias**. Ano desconhecido.
- CORRÊA, H. & GIANESI, I. (1993). **Just in Time, MRP e OPT**. 2ª ed. São Paulo: Atlas.
- DA COSTA, P. S. & FIGUEIREDO, W. C. de (2001). **Estradas: Estudos e Projetos**. EDUFBA, Salvador – BA. 408p.il.
- DER – MG R-25 (1975). **Critério Estatístico para o Controle de Obras Rodoviárias**.
- DER/SC DCE-C (1999). Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina – DER/SC. **Diretrizes para a concepção de estradas: condução do traçado – DCE-C**. Florianópolis – SC.
- DER/SC DCE-T (1993). Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina – DER/SC. **Diretrizes para a construção de estradas: traçado das linhas – DCE-T**. Florianópolis - SC.

- DNER-PRO 277/97. **Metodologia de Controle Estatístico de Obras e Serviços**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- FABRICIO, J. M. et alii (1993). **Contribuição ao Controle Estatístico da Qualidade de Obras Rodoviárias**. 27ª Reunião Anual de Pavimentação. III Seção Técnica. Teresina – Piauí. 07 a 12 de Novembro de 1993.
- FELEX, J. B. & MARQUES, C. S. A. (2000). **Qualidade de Pavimentos e Normas NBR ISO 9000**. 32ª Reunião Anual de Pavimentação. Brasília – DF. 16 a 20 de Outubro de 2000.
- FUNASA (2003). **Manual de Saneamento**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília – DF.
- HUTCHINS, David (1993). **Just in Time**. São Paulo: Atlas.
- IPR 643/50 (1975). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Controle da Qualidade na Construção Rodoviária**. Tradução do “*Buletin Mars – LCPC*”. *Controle do Qualité en Construction Routière*.
- IPR 704/100 (1998). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos**. Rio de Janeiro – RJ.
- IPR 706/20 (1999). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais**. Rio de Janeiro – RJ. 218p.
- IPR S/N (1974). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de projeto de engenharia rodoviária**. Rio de Janeiro – RJ. (não disponível na BU).
- IPR S/N (1981). BIRMAN, S. Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Instruções para Controle Tecnológico de Serviços de Pavimentação**. Rio de Janeiro – RJ.
- IPR S/N (1990). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Manual de**

**Pavimentos Rígidos: Materiais para Concreto de Cimento Portland, Execução e Controle Tecnológico.** Vol. 1. Rio de Janeiro – RJ.

IPR S/N (1995). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Roteiro para Monitoramento de Obras Rodoviárias.** Rio de Janeiro – RJ.

IPR S/N (1997). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Diretrizes de Controle da Qualidade.** Rio de Janeiro – RJ.

LEE, Shu Han (2000). **Projeto Geométrico de Estradas.** Engenharia Civil – UFSC. Programa Especial de Treinamento. Apostila da Disciplina ECV 5115: Introdução ao Projeto Geométrico de Rodovias Parte 1. Florianópolis – SC.

MACHADO, S. L. (1998). **Apostila de Mecânica dos Solos.** Disciplina ENG - 106, UFBA/Salvador/Bahia. Disponível em: URL: <http://www.geotec.eng.ufba.br>.

MFQ-GT4 (1997). Mouvement Français pour la Qualité, Groupe de Travail 4. **Qualité et management: lignes directrices pour le management et l'assurance de la qualité d'une opération de construction.** Mimeo, Paris.

MIYAUCHI, I (1992). **“Management by Policy”, JUSE TQC Seminar for Brazilian Top Management.** Japão.

MOTTA, L. M. G. (1991). **Método de dimensionamento de pavimentos flexíveis; critérios de confiabilidade e ensaios de cargas repetidas.** Tese de Doutorado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro – RJ.

NBR 5426 (JAN de 1985). ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Comitê Brasileiro de Eletricidade. **Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos.** Rio de Janeiro – RJ.

NBR 5427 (JAN de 1985). ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Comitê Brasileiro de Eletricidade. **Guia para Utilização da Norma NBR 5426 - Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos.** Rio de Janeiro – RJ.

NEPOMUCENO, N. F. (1999). **Processo de planejamento rodoviário no Brasil.** Orientação de Orlando Celso Longo. Niterói, RJ. UFF. 1999. 96p. Dissertação ( Pós-

graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense.

NETO, A. Z. et alii (1993). **Controle da Qualidade em Obras de Pavimentação Urbana – Algumas Sugestões**. 27ª Reunião Anual de Pavimentação. III Seção Técnica. Teresina – Piauí. 07 a 12 de Novembro de 1993.

NÓBREGA, E. S. (2003). **Comparação entre métodos de retroanálise em pavimentos asfálticos**. Dissertação de Mestrado. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro – RJ. 365f.

PBQP-H (2002). Comissão Técnica do Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras (SIQ) do PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat. **PBQP-H – ANEXO III – Itens e Requisitos do Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras – SIQ, Segundo a NBR ISO 9001:2000**. Presidência da República. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. Secretaria de Política Urbana. Brasília – DF.

PEREIRA, D. R. AL-CHUEYR M. (1992). **Contribuição ao Estudo dos Fatores de Equivalência de Cargas**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da USP, São Paulo – SP.

PONTES FILHO, G. (1998). **Estradas de Rodagem: projeto geométrico**. São Carlos – SP. 432p.il.

SOARES, D. R.; SPOSTO, R. M<sup>a</sup> (2001). **Proposta de metodologia para sistema de gestão da qualidade (SGQ) em órgão de execução de obras militares, com enfoque na fiscalização de obras**. Fortaleza, CE. 14p. Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, 2º, Fortaleza, CE, 2001. Artigo técnico.

SOUSA, M. L. de (1980). **Pavimentação Rodoviária**. Vol. 1. 2ª Ed. Livros Técnicos e Científicos: DNER – Instituto de Pesquisas Rodoviárias. IPR – Publicação nº 609. Rio de Janeiro – RJ.

THRESH, J. L. (1984). **How to Conduct, Manage, and Benefit from Effective Quality Audits**. MGI Management Institute. Harrison. New York - USA. pp. 5-7.

WONNACOTT, T. H. & WONNACOTT, R. J. **Introductory Statistics for Business and Economics**. Ano desconhecido.

# **Apêndices**

---

## APÊNDICE A

### A. ESTUDOS DE TRÁFEGO

As informações e o processamento dos dados obtidos acerca do tráfego na região de estudo seguem a seguinte rotina (IPR 707, 1999):

- levantamento de dados – contagem volumétrica e classificatória, pesquisas de origem e destino (O/D) e cadastro expedito;
- determinação do tráfego atual e futuro;
- determinação do tipo, padrão e número de faixas da obra viária;
- determinação do número de operações do eixo-padrão; e
- configuração das interseções.

#### A.1. Levantamento de Dados

A projeção do volume de tráfego durante um dado período de tempo deverá, de alguma forma, exprimir os índices de crescimento anual da movimentação de cargas, portanto, dos veículos comerciais; tais índices se correlacionam com outros índices de crescimento sócio-econômico das regiões servidas pela via (Balbo, 2002).

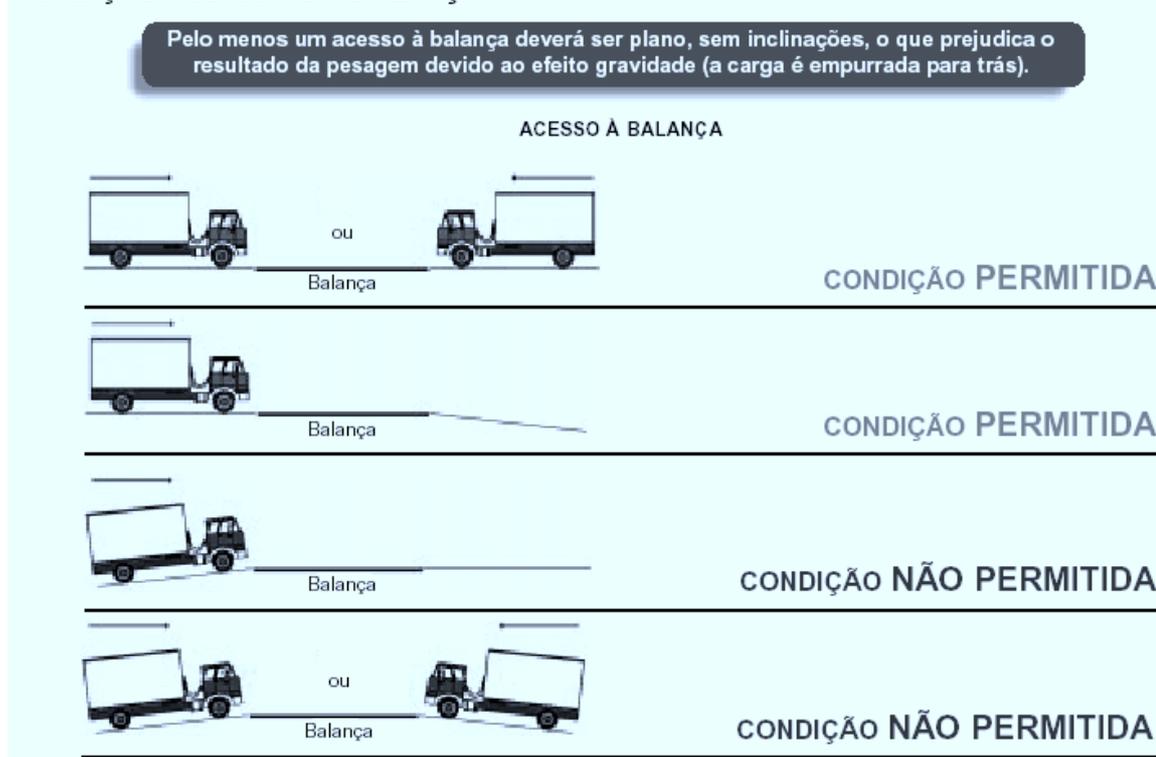
O perfil de tráfego poderá ser obtido através de analogias com vias de natureza semelhante; quando é previsto um controle de cargas por sistemas de balança (“lei da balança”) na fase de operação, podem ser adotadas as cargas máximas legais para o dimensionamento do tráfego com fatores de segurança obtidos através de médias de pesos de veículos que ultrapassam em peso os limites legais. A figura A.01 apresenta a forma correta para acesso de veículos a balança.

Quando trata-se de projeto de manutenção e recuperação de pavimentos, o perfil do tráfego usuário pode ser determinado com base na distribuição passada/atual de veículos obtidas de estatísticas de trânsito a partir de séries históricas.

O processo mais adequado para a contabilização do tráfego é a realização de contagens volumétricas e classificatórias de veículos, em curto, porém representativo, período de amostragem, normalmente de uma semana típica do ano. Além das contagens são necessárias as pesagens de eixos para a quantificação de cargas.

Os locais dos postos de contagem deverão ser selecionados mediante visita de inspeção aos trechos e em função das necessidades estabelecidas em estudo sócio-econômico. A coleta de dados será efetuada durante 3 (três) dias úteis, 24 horas por dia e, em postos distintos, cujo quantitativo permita cobrir todos os deslocamentos que possam vir a utilizar a ligação em estudo.

#### CONDIÇÕES DE USO DA BALANÇA



**FIGURA A.01 – Forma correta de acesso a balança de pesagem de automóveis.**

É conveniente a adoção da nomenclatura adotada pelo DNER para a classificação dos veículos (quadro. A.01) e a utilização de planilhas auxiliadas por contadores manuais (figura. A.02).

**QUADRO A.01 – Classificação de Veículos Rodoviários segundo o DNER (PBTC≤45t – TOLERÂNCIA = 7,5%).**

TIPO	MODELO	CARGA
2C		6+10=16
2C2		6+10+10+10=36
2C3		6+10+10+17=43

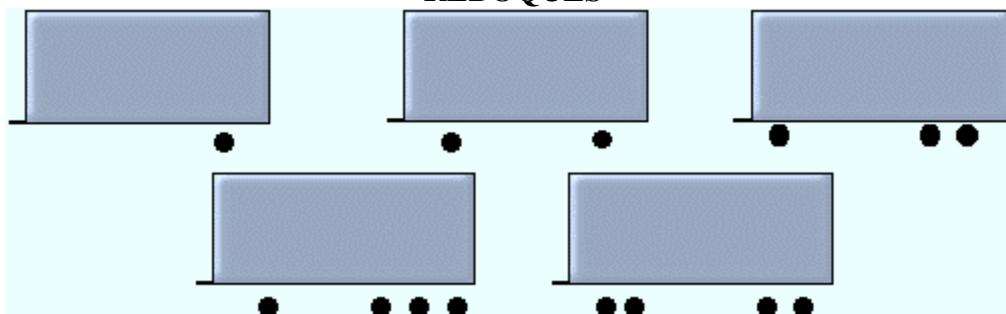
3C		$6+17=23$
3C2		$6+17+10$ $+10=43$
3C3		$6+17+10+17=50$ $>45$
2S1		$6+10+10=26$
2S2		$6+10+17=33$
2S3		$6+10+25,5=41,5$
3S1		$6+17+10=33$
3S2		$6+17+17=40$
3S3		$6+17+25,5=48,5$ $>45$

O PRIMEIRO NÚMERO INDICA O NÚMERO DE EIXOS NO CAVALO

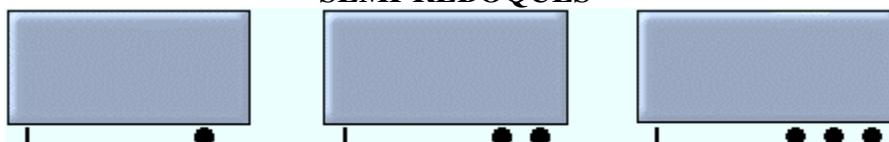
A LETRA IDENTIFICA O TIPO DE VEÍCULO

O SEGUNDO NÚMERO INDICA O NÚMERO DE EIXOS NO REBOQUE

#### REBOQUES



#### SEMI-REBOQUES



**CONTAGEM CLASSIFICADA DE VEÍCULOS**  
DATA 19/11/87

Receita: BR-116/116  
Plata: ITAPORÁ - DIVISA 24/116  
Km: 23

VEÍCULO DE TRANSPORTE  
Nº: /  
TIPO: /  
PLACA: /  
COR: /  
REGISTRO: 198072482 22

CÓDIGO	CLASSIFICAÇÃO	TIPO DE VEÍCULO	INTERVALO (HORAS)									TOTAL	
			16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24			
2C	LEVE		11	13	11	9	6	1	4	2			57
2C			1	1	3	3	1	0	1	0			10
2C	MÉDIO		6	4	5	2	5	3	1	1			27
2C			8	8	2	2	2	2	1	3			29
3C	PESADO		33	27	30	23	28	22	15	23			201
4C			0	0	1	0	0	0	0	0			1
2S1	SEMI-REBOQUE		0	1	0	0	3	0	0	0			4
2S2			1	0	1	0	6	2	1	2			13
2S3			9	10	5	9	12	8	8	1			62
3S2			0	1	0	0	0	0	0	0			1
3S3			2	0	0	0	0	0	1	0			3
2C-3	REBOQUE		0	0	0	0	0	0	0	0			0
3S3-3			0	0	0	0	0	0	0	0			0
TOTAL			71	65	58	48	64	38	32	32			402

**FIGURA A.02 – Planilha para contagem classificatória (Fonte: BALBO, 2002).**

O significado da terminologia adotada pelo DNER advêm das cargas que solicitam os pavimentos rodoviários e classificam-se em (Balbo, 2002):

- automóveis – veículos de dois eixos e quatro rodas destinados ao transporte de pessoas;
- ônibus (2C) – veículos com dois ou três eixos, onde o eixo dianteiro possui duas rodas e os demais quatro rodas cada;
- caminhões leves – veículos com dois eixos e quatro rodas destinados ao transporte de carga leve;
- caminhões médios (2C) – veículos destinados ao transporte de carga, com dois eixos, o traseiro possuindo rodas duplas;
- caminhões pesados (3C e 4C) – veículos que possuem dois ou três eixos traseiros com quatro rodas cada e o dianteiro com duas rodas;
- reboques (2C2 ou 2C3) e semi-reboques (2S1, 2S2, 2S3, 3S2 ou 3S3) – veículos constituídos por mais de uma unidade. O eixo dianteiro do veículo trator é simples com duas rodas. Os demais, possuem quatro rodas podendo ser simples, em tandem duplo ou em tandem triplo.

Ainda, consideram-se em Tandem, dois ou mais eixos que constituem um conjunto integral de suspensão, podendo qualquer deles ser ou não motriz.

Os levantamentos visuais com equipes de campo são realizados em períodos seqüenciais de uma hora, o que permite a verificação de flutuações horárias ocorridas nos volumes de tráfego.

Segundo Da Costa e Figueiredo (2001), a unidade de medida, no cômputo do volume de tráfego, é o carro de passeio, e para os veículos de maiores dimensões usa-se um fator de equivalência (tabela. A.01), multiplicando-se os valores determinados, para cada categoria, na contagem de veículos pela sua equivalência.

**TABELA A.01 – Equivalência de veículos.**

Automóveis	1,00
Ônibus	2,25
Caminhão	1,75
Moto	0,33
Bicicleta	0,20

Fonte: Da Costa e Figueiredo (2001).

Deve-se determinar os fatores de expansão que podem ser obtidos através de séries históricas, quando conhecidas, ou através de métodos indiretos, como por exemplo a checagem da variação de consumo de óleo diesel em postos de gasolina localizados na região durante períodos preestabelecidos (semanais ou mensais) (Balbo, 2002).

A contagem dos veículos e a utilização de fatores de expansão permitirá a definição do perfil do tráfego ao longo de um ano inteiro, o que servirá de base para a projeção do tráfego para qualquer ano do horizonte de projeto. Para tanto, é necessária a definição do volume diário médio (*VDM*) no ano de abertura da via de acordo com algum processo de contagem e expansão de dados.

“O *VDM* é obtido com base de cálculo geralmente de 365 dias para abranger todas as condições de sazonalidade semanais ou mensais, que se utiliza de uma seção da via, compreendidos os veículos de passeio, os ônibus e caminhões (leves, médios e pesados)” (Balbo, 2002).

Uma outra variável bastante utilizada para a classificação de rodovias é o *VHP* (Volume Horário de Projeto), que é expresso pela equação a seguir:

$$VHP = VDM \cdot \frac{K}{100} \quad (\text{Eq. A.01})$$

sendo o *K* um fator de multiplicação que varia normalmente entre 10% a 20%.

Quanto as pesquisas de origem e destino (O/D), elas devem ser desenvolvidas durante três dias úteis, 16 horas por dia e, em postos previamente selecionados, cobrindo todos os deslocamentos que possam vir a utilizar o segmento em estudo, os quais serão obrigatoriamente os mesmos das pesquisas volumétricas (IPR 707, 1999).

Com estas pesquisas pode-se determinar quais são os principais pólos de origem e destino das viagens, a composição da frota de veículos e participação de cada categoria nas rodovias, a motivo de viagem e freqüência de utilização das rodovias e a opinião do usuário com relação ao empreendimento (IPR 707, 1999).

Finalmente, o cadastro expedito tem o objetivo de, após pesquisa e análise dos dados disponíveis, percorrer as alternativas objetivando identificar o relevo, classificando as alternativas quanto à importância, registrando os locais dos principais acessos, verificando o estado de conservação do pavimento, observações relativas ao perfil do tráfego, geometria da via e dados relevantes (IPR 707, 1999).

## A.2. Determinação do Tráfego Atual e Futuro

Conhecido o valor do *VDM*, o volume anual de veículos que solicitam a via no primeiro ano de referência do projeto será (Balbo, 2002):

$$V_0 = 365 \cdot VDM \quad (\text{Eq. A.02})$$

O volume anual de veículos que solicitam a via em anos futuros para os casos de crescimento linear e geométrico, respectivamente (Balbo, 2002):

$$V_f = V_0 \cdot (1 + P \cdot t) = 365 \cdot VDM \cdot (1 + P \cdot t) \quad (\text{Eq. 1.03})$$

e

$$V_f = V_0 \cdot (1 + t) = 365 \cdot VDM \cdot (1 + t)P^P \quad (\text{Eq. A.04})$$

onde *P* é o período de tempo decorrido em anos e *t* a taxa anual de crescimento do tráfego, linear ou geométrica conforme o caso.

O volume acumulado de tráfego ao longo do horizonte ou período de projeto *P* (*V<sub>p</sub>*) pode ser calculado através da integração das equações acima para intervalos definidos, conforme indicado abaixo, para crescimento linear e geométrico, respectivamente (Balbo, 2002):

$$V_p = \int_0^P 365 \cdot VDM \cdot (1 + P \cdot t) \cdot dP = 365 \cdot VDM \cdot \frac{[(1 + P \cdot t) - 1]}{t} \quad (\text{Eq. A.05})$$

e

$$V_p = \int_0^P 365 \cdot VDM \cdot (1+t) \cdot dP = 365 \cdot VDM \cdot \frac{[(1+t)P - 1]}{\ln(1+t)} \quad (\text{Eq. A.06})$$

“Para fins de projetos de pavimentação o volume total de veículos acumulado decorridos  $P$  anos deverá ser transformado em um número de repetições de um eixo-padrão ( $N$ ), para o caso brasileiro o ESRD de 80  $kN$ . Para tanto, todos os eixos previstos com base em contagens dos veículos usuários da via (ou outro processo) deverão ser transformados em eixos-padrão equivalentes através da adoção de fatores de equivalência de cargas coerentes com o método de projeto adotado” (Balbo, 2002).

### A.3. Determinação do Tipo, Padrão e Número de Faixas da Obra Viária

Esta etapa se resume em determinar a categoria da rodovia. Para tanto, existem dois métodos diferentes conhecidos como:

- parâmetros para a classificação funcionais de rodovias; e
- parâmetros para a classificação técnica de rodovias.

Segundo os parâmetros funcionais de uma rodovia, pode-se utilizar o exposto no quadro A.02 para a sua classificação.

Ao realizar-se a classificação técnica de uma rodovia (quadro A.03), pode-se definir qual a classe de projeto e quais as características da rodovia que será implantada.

Para tanto, será necessária a utilização do volume de tráfego determinado para o horizonte de projeto, como, também, do nível de serviço que se deseje para a rodovia que será implantada ou o que será adotado para o projeto de reabilitação de uma rodovia já existente.

Segundo Da Costa e Figueiredo (2001), é fundamenta, nesta fase, determinar-se o nível de serviço da rodovia, o qual leva em consideração a velocidade e o tempo de viagem, as interrupções do tráfego, a liberdade de manobra, o conforto e a conveniência do motorista, a segurança e os custos operacionais do veículo.

O nível de serviço de uma rodovia é classificado da seguinte maneira (Da Costa e Figueiredo, 2001):

- nível A – fluxo livre e com liberdade de escolha da velocidade;

- nível B – situa-se no início do fluxo estável, com algumas restrições de velocidade e manobra;
- nível C – fluxo estável, com oportunidades de ultrapassagem e escolha da velocidade sofrendo bastante restrições;
- nível D – situa-se próximo ao chamado fluxo instável, com velocidade de operação bem afetada, mas toleráveis por curto espaço de tempo;
- nível E – fluxo é denominado instável, com velocidade em torno de 50km/h e podem ocorrer paradas momentâneas; e
- nível F – fluxo denominado forçado a baixas velocidades, onde os volumes escoados estão abaixo da capacidade, resultando em filas de veículo acumuladas.

#### QUADRO A.02 – Parâmetros para a classificação funcional de rodovias.

Sistemas Funcionais		Funções Básicas	Parâmetros de Referência
Arterial	Principal	Viagens internacionais e inter-regionais. Elevados níveis de mobilidade. Formar sistema contínuo na região. Articulação com rodovias similares em regiões vizinhas. Conectar capitais e cidades com pop. > 150.000 hab.	Extensão: 2 a 3½ % da rede. Serviço: 30 a 35 % dos vpd.km. Ext. média de viagens: 120 km. Veloc. Operação: 60 a 120 km/h.
	Primário	Viagens inter-regionais e interestaduais. Atender função essencial de mobilidade. Formar sistema contínuo na região. Conectar cidades com pop. ± 50.000 hab.	Extensão: 1½ a 3½ % da rede. Serviço: 15 a 20 % dos vpd.km. Ext. média de viagens: 80 km. Veloc. Operação: 50 a 100 km/h.
	Secundário	Viagens intra-estaduais e não servidas pelos sistemas superiores. Formar sistema contínuo com rodovias dos sistemas superiores, atendendo função essencial de mobilidade. Conectar cidades com pop. > 10.000 hab.	Extensão: 2½ a 5 % da rede. Serviço: 10 a 20 % dos vpd.km. Ext. média de viagens: 60 km. Veloc. Operação: 40 a 80 km/h.
Coletor	Primário	Viagens intermunicipais. Acesso a geradores de tráfego (portos, mineração, parques turísticos, produção agrícola, etc.). Conectar cidades com pop. > 5.000 hab.	Extensão: 4 a 8 % da rede. Serviço: 8 a 10 % dos vpd.km. Ext. média de viagens: 50 km. Veloc. Operação: 30 a 70 km/h.
	Secundário	Ligar áreas servidas com o sistema coletor primário ou com o sistema arterial. Acesso a grandes áreas de baixa densidade populacional. Conectar centros com pop. > 2.000 hab e sedes municipais não servidas por sistemas superiores.	Extensão: 10 a 15 % da rede. Serviço: 7 a 10 % dos vpd.km. Ext. média de viagens: 35 km. Veloc. Operação: 30 a 60 km/h.
Local		Viagens Intra-Municipais. Acesso De Pequenas Localidades E Áreas Rurais Às Rodovias De Sistemas Superiores.	Extensão: 65 a 80 % da rede. Serviço: 5 a 30 % dos vpd.km. Ext. média de viagens: 20 km. Veloc. Operação: 20 a 80 km/h.

Fonte de dados primários: Manual de projeto geométrico de rodovias rurais (DNER, 1999, p. 17-19), citado por Lee (2000).

As condições de uma rodovia considerada com fluxo livre são as seguintes (Da Costa e Figueiredo, 2001):

- condições geométricas ou físicas – velocidade média de 100km/h, sem restrições à ultrapassagem, no mínimo duas ou três faixas de tráfego no mesmo sentido, largura mínima da faixa de tráfego de 3,50m, acostamentos adequados (2,50m), gabarito vertical com mínimo de 5,50m e pavimento em bom estado;
- condições de operação – fluxo livre sem interferências laterais com veículos ou pedestres, controle total de acesso com faixas de aceleração e desaceleração e somente carros de passeio na corrente de tráfego; e
- condições ambientais – condições adequadas definidas pela *Highway Capacity Manual*.

#### QUADRO A.03 – Parâmetros para a classificação técnica de rodovias.

Classes de Projeto	Características	Critérios de Classificação Técnica	Relevo da Região Velocidade Diretriz – km/h		
			Plano	Ondulado	Montanhoso
0	Via Expressa Controle Total de Acesso	Decisão Administrativa	120	100	80
I	A Pista Dupla Controle Parcial de Acesso	Quando os Volumes de Tráfego Previstos para a Classe IB Apresentarem Níveis de Serviço Abaixo de C e D	100	80	60
	B Pista Simples Controle Parcial de Acesso	Volume Horário de Projeto VHP > 200 Volume Médio Diário VDM > 1.400	100	80	60
II	Pista Simples	1.400 > VDM > 700	100	70	50
III	Pista Simples	700 > VDM > 300	80	60	40
IV	A Pista Simples	300 > VDM > 50	70	50	35
	B Pista Simples	VDM > 50			

Fonte: Da Costa e Figueiredo (2001).

No caso de projetos de melhoramento de rodovias existentes, foram introduzidas mais cinco denominações diferentes, variando da Classe 0 a Classe IV, conhecidas por M-0, M-I, M-II, M-III e M-IV (LEE, 2000).

#### A.4. Determinação do Número de Operações do Eixo-Padrão

Um projeto de pavimento flexível bem concebido, deve atender a limitações de:

- tensões que possam provocar ruptura por cisalhamento;
- deformações permanentes; e

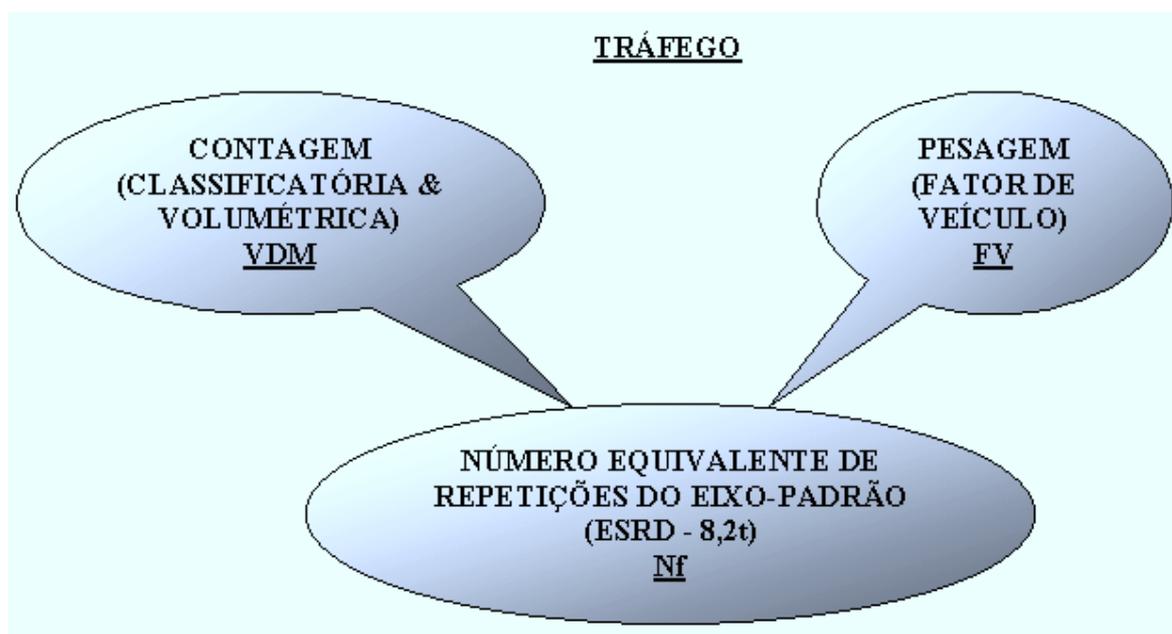
- deformações recuperáveis ou elásticas.

Um pavimento bem dimensionado, em função do CBR, garante as duas primeiras condições. Contudo, a repetição das cargas transientes pode levar a ruptura por fadiga do revestimento betuminoso ou da camada cimentada permanente, se não for considerado o limite admissível das deformações elásticas para um “N” de projeto – repetições do carregamento (Balbo, 2002).

Então, a definição de uma estrutura de pavimento para sua posterior construção está intimamente relacionada com as magnitudes das cargas que a solicitarão.

Nos pavimentos rodoviários, o esquema geral de tratamento das solicitações do tráfego é a conversão de todo seu universo de eixos e cargas em um número equivalente de repetições de um eixo-padrão.

O resumo de um estudo dos efeitos do tráfego futuro em um pavimento pode ser observado na figura A.03 e vai ser detalhado adiante.



**FIGURA A.03 – Resumo do estudo de tráfego no projeto de pavimentação rodoviária (Fonte: Albuquerque, 2002).**

A carga que cada tipo de veículo transferirá ao pavimento é determinada através da seguinte rotina de cálculo (Balbo, 2002):

- tabulação das categorias de eixos encontrados em amostragem de veículos durante as pesagens, por intervalo de carga verificado;

- tabulação do número de eixos na amostra que se enquadram em cada uma das categorias indicadas;
- cálculo da porcentagem de eixos tabulados em relação ao número total de veículos da amostra ( $p_i$ );
- tabulação, com base na metodologia de projeto adotada, dos fatores de equivalência de cargas de cada categoria de eixo indicada ( $FEC_{i,p}$ ); e
- cômputo dos produtos ( $p_i \cdot FEC_{i,p}$ ) para cada categoria de eixo indicada.

O fator de equivalência pode ser obtido por dois diferentes métodos, o do AASHTO/GEIPOT/DNER e DNER/USACE.

O cálculo do fator de equivalência pelo AASHTO/GEIPOT/DNER leva em consideração a “serventia” do pavimento, a partir de características da superfície dependentes do desempenho estrutural do pavimento (adequado para projetos de recuperação).

O fator de equivalência da AASHTO foi idealizado a partir de estudos de solicitações tangenciais por um eixo padronizado de  $8.165kgf$  para que conduzisse a um determinado índice de serventia pré-definido. Essas solicitações tangenciais causam esforços ao revestimento do pavimento.

Quando assumindo um índice de serventia não inferior a 2,0 e que as deformações verticais máximas não superam a superfície do subleito, os valores dos fatores de equivalência da AASHTO se aproximam aqueles obtidos através da teoria da elasticidade, podendo-se então estender o mecanismo de cálculo dos  $FECs$  para eixos de roda duplas mais carregados e até para tandem-duplos que não superem a  $25tf$ .

Porém, o fator de equivalência não depende só da carga aplicada, mas da estrutura do pavimento. Além disso, a utilização dos  $FECs$  da AASHTO é bastante influenciada pelas condições climáticas, do tipo de solo existente no subleito e das pressões de inflação (que solicitam as seções do pavimento), sendo necessário tomar os devidos cuidados com relação as condições dos EUA, para onde foram formulados, e as do Brasil (Pereira, 1992).

Mesmo com essas considerações, esse foi o único método que foi gerado com o respaldo de verificações experimentais de campo.

O cálculo do fator de equivalência pelo DNER/USACE leva em consideração o “afundamento plástico” do pavimento, sendo aplicável à resolução de problemas de dimensionamento onde a

maior preocupação é a proteção da infraestrutura do pavimento (subleito) quanto a deformações permanentes (adequado para projetos de pavimentos novos).

O fator de equivalência do USACE, como está associado a ruptura plástica da porção inferior da estrutura, não é adequado para a resolução de problemas ligados à estimativa da vida das camadas betuminosas do pavimento no que respeita à fadiga. Além disto, a espessura implícita para o cálculo dos fatores de equivalência do CE é de 34,3cm, sendo inferior a espessura das rodovias brasileiras de tráfego pesado (Pereira, 1992).

As equações gerais apresentadas a seguir para o cálculo dos fatores de equivalência de cargas por este método são bastante influenciadas pelo número de coberturas (número de vezes em que a área de contato da roda simples – eixo simples, ou de uma das rodas simples – eixo duplo, se sobrepõe ao ponto crítico, o qual é o que recebe um número de solicitações maior que os demais) tomado como referência pelo CE 5.000 coberturas (Pereira, 1992).

$$\log FEC_c = \frac{1}{0,23} \sqrt{\frac{P_{eq}}{P_{ep}}} - \left[ \frac{0,15}{0,23} + \log 5000 \right] \quad (\text{Eq. A.07})$$

$$\log FEC = \frac{1}{0,23} \sqrt{\frac{P_{eq}}{P_{ep}}} - \left[ \frac{0,15}{0,23} + \log 5000 \right] + \log \frac{(Rc)_p}{Rc} \quad (\text{Eq. A.08})$$

Onde:

$FEC_c$  → fator de equivalência referido ao número de coberturas;

$FEC$  → fator de equivalência de carga de eixo genérica;

$P_{eq}$  → pressão de contato equivalente;

$P_{ep}$  → carga de roda simples equivalente ao eixo - padrão adotado, referida a profundidade  $e_p$  (em lb), onde  $e_p$  é a espessura do pavimento que, apresentado sobre o subleito considerado, pode resistir a 5.000 coberturas de uma carga de roda simples igual à carga de roda simples equivalente ao eixo - padrão e referida a profundidade  $e_p$  (em polegadas);

$(Rc)_p$  → número de operações requerido para a obtenção de uma cobertura;

$Rc$  → número de operações da carga de eixo genérica suficiente para a realização de uma cobertura.

O quadro A.04 apresenta as fórmulas utilizadas para cálculo do  $FEC$ , para diferentes tipos de eixos, pelos os dois métodos observados anteriormente.

A somatória dos valores ( $p_i \cdot FEC_{i,p}$ ) fornece o valor do chamado fator de veículo ( $FV$ ) ou fator de caminhão ou equivalência de operações, relativo ao perfil de tráfego verificado em

pesagens por 100 veículos da amostra. O valor absoluto do fator de veículo será portanto (Balbo, 1992):

$$FV = \frac{\sum_{i=1}^n (p_i \cdot FEC_{i,p})}{100} \quad (\text{Eq. A.09})$$

**QUADRO A.04 – Equações para cálculo de fatores de equivalência.**

Tipo de Eixo	Método (carga em tf)	
	GEIPOT/DNER	DNER/USACE
Simplex de roda simples	$\left(\frac{P}{7,77}\right)^{4,32}$	$2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
Simplex de roda dupla	$\left(\frac{P}{8,17}\right)^{4,32}$	$1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Duplo Tandem roda dupla	$\left(\frac{P}{15,08}\right)^{4,14}$	$1,528 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Tandem triplo roda dupla	$\left(\frac{P}{22,95}\right)^{4,22}$	$1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

Fonte de dados preliminares: Pereira (1992).

O número de solicitações equivalentes do eixo-padrão será então determinado levando-se em consideração as seguintes condições (Balbo, 2002):

- *VDM* calculado com base nas contagens volumétricas e classificatórias é representativo de uma seção de via;
- *VDM* é representativo da frota total de veículos. Para fins de projeto de pavimentação, podendo ser considerado apenas os veículos comerciais (ônibus, caminhões médios, caminhões pesados, reboques e semi-reboques), sendo desprezados os veículos de passeio, utilitários e caminhões leves. Isto é realizado através da inclusão de um fator de frota comercial ( $F_f$ ) que representa a porcentagem de veículos comerciais existentes em relação ao universo da frota, o que é obtido através da contagem classificada;
- volume acumulado de veículos deverá ser considerado em apenas um sentido (caso a via apresente dois sentidos) através da inclusão de um fator de sentido ( $F_s$ ). Assim, ter-se-á  $F_s = 1,0$  para vias com um sentido apenas e  $F_s = 0,5$  para vias com dois sentidos de tráfego; e
- caso a via possua mais de uma faixa de tráfego por sentido, o volume acumulado de veículos deverá ainda ser estimado apenas para a faixa supostamente mais carregada,

através da inclusão de um fator de distribuição de frota por faixa ( $F_d$ ), que representa a porcentagem dos veículos comerciais que se utilizam de tal faixa. Valores de  $F_d$  entre 0,8 e 1,0 são comumente adotados em projetos rodoviários. Para o caso de acostamentos, o dimensionamento é comumente realizado empregando-se  $F_d$  entre 0,01 e 0,05.

A expressão geral para o cálculo do número de repetições equivalentes do eixo-padrão ( $N$ ) será, portanto, para crescimento linear e geométrico, respectivamente (Balbo, 2002):

$$N = 365 \cdot \left\{ VDM \cdot \frac{[(1 + P \cdot t)^2 - 1]}{2 \cdot t} \right\} \cdot FV \cdot F_f \cdot F_s \cdot F_d \quad (\text{Eq. A.10})$$

e

$$N = 365 \cdot \left\{ VDM \cdot \frac{[(1 + t) - 1]}{\ln(1 + t)} \right\} \cdot FV \cdot F_f \cdot F_s \cdot F_d \quad (\text{Eq. A.11})$$

onde os itens entre chaves nas equações A.10 e A.11 podem ser expressos através de uma projeção linear de séries históricas.

## APÊNDICE B

### B. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS PARA CONSTRUÇÃO RODOVIÁRIA

A equipe de topografia tem fundamental importância em projeto e construção de rodovias.

Através dela é que pode-se materializar os pontos notáveis da rodovia em campo conforme ela foi projetada, realizar controle geométrico da execução e realizar a medição dos serviços de engenharia.

A seguir serão descritos os conhecimentos básicos necessários à realização dos trabalhos por equipes de topografia em construção rodoviária.

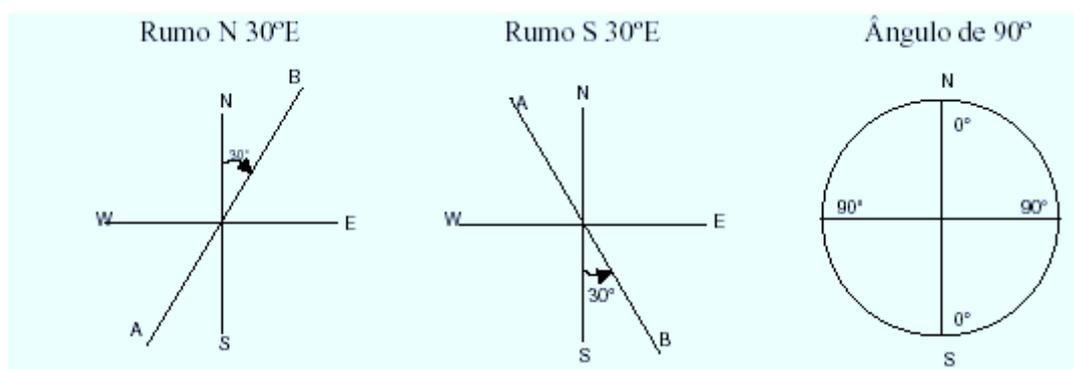
#### B.1. Ângulos de Orientação Utilizados em Topografia

Na locação de poligonais de rodovias, são três os ângulos principais que devem ser observados (rumos, azimutes e deflexões), além das coordenadas dos pontos (x;y).

“Para medir a direção de uma linha, usa-se rumos ou azimutes, grandezas que podem ser magnéticas ou verdadeiras, de acordo com a linha Norte-Sul de referência” (FUNASA, 2003).

O Rumo é o ângulo que uma linha faz com o Norte-Sul, a partir do Norte ou do Sul como origem, e vai até Este (E) ou Oeste (W), tendo, no máximo,  $90^\circ$ .

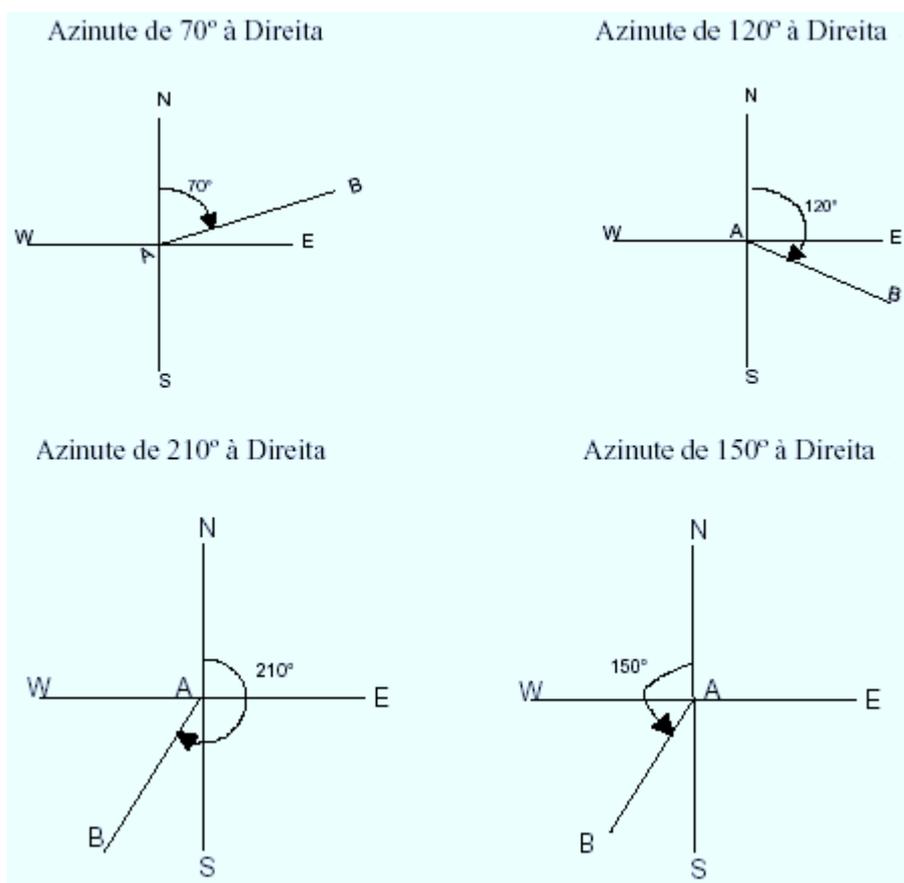
A figura B.01 a seguir apresenta alguns exemplos de representação de rumos em quadrantes de  $360^\circ$ .



**FIGURA B.01 – Representação gráfica de Rumos (Fonte: FUNASA, 2003).**

O Azimute é o ângulo que uma linha faz com o Norte-Sul, a partir do Norte para a direita ou para a esquerda, variando de  $0^\circ$  a  $360^\circ$ .

A figura B.02 a seguir apresenta alguns exemplos de representação de azimutes em quadrantes de 360°.



**FIGURA B.02 – Representação gráfica de Azimutes (Fonte: FUNASA, 2003).**

As relações entre Azimutes à Direita e Rumos podem ser observadas no quadro B.01 a seguir.

**QUADRO B.01 – Relações entre Azimutes à Direita e Rumos.**

Quadrante	Azimute → Rumo	Rumo → Azimute
1°	$R = A_z (NE)$	$A_z = R$
2°	$R = 180^\circ - A_z (SE)$	$A_z = 180^\circ - R$
3°	$R = A_z - 180^\circ (SO)$	$A_z = R + 180^\circ$
4°	$R = 360^\circ - A_z (NO)$	$A_z = 360^\circ - R$

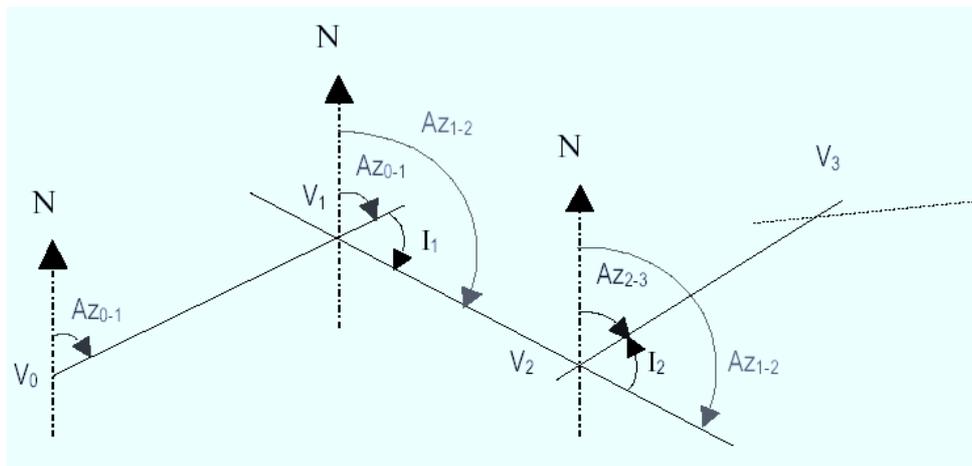
Fonte: Brandalize (2003), pág. 71.

Já o ângulo de deflexão “é a medida de quanto se está desviando quando se passa do alinhamento anterior para o seguinte nesse vértice” (Lee, 2000).

A deflexão pode ser medida a direita ou a esquerda, de acordo com o sentido escolhido, e seu cálculo é realizado pela equação B.01.

$$\text{Deflexão } (I) = \text{Azimute}_{(n+1)} - \text{Azimute}_{(n)} \quad (\text{Eq.B.01})$$

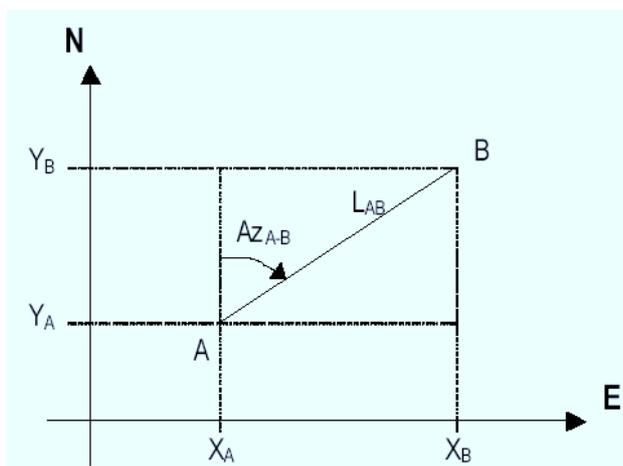
Analisando-se a equação B.01, pode-se sugerir a representação gráfica e prática, na figura B.03, dos azimutes e deflexões.



$$\begin{cases} Az_{1-2} = Az_{0-1} + I_1 \\ Az_{2-3} = Az_{1-2} - I_2 \end{cases}$$

**FIGURA B.03 – Representação gráfica dos azimutes e deflexões (Fonte: Lee, 2000).**

Já as coordenadas de um ponto podem ser definidas através da analogia da figura B.04 com a utilização das equações B.02 e B.03.



**FIGURA B.04 – Representação cartesiana das coordenadas de pontos (Fonte: Lee, 2000).**

$$X_B = X_A + L_{AB} \cdot \text{sen}(Az_{A-B}) \quad (\text{Eq.B.02})$$

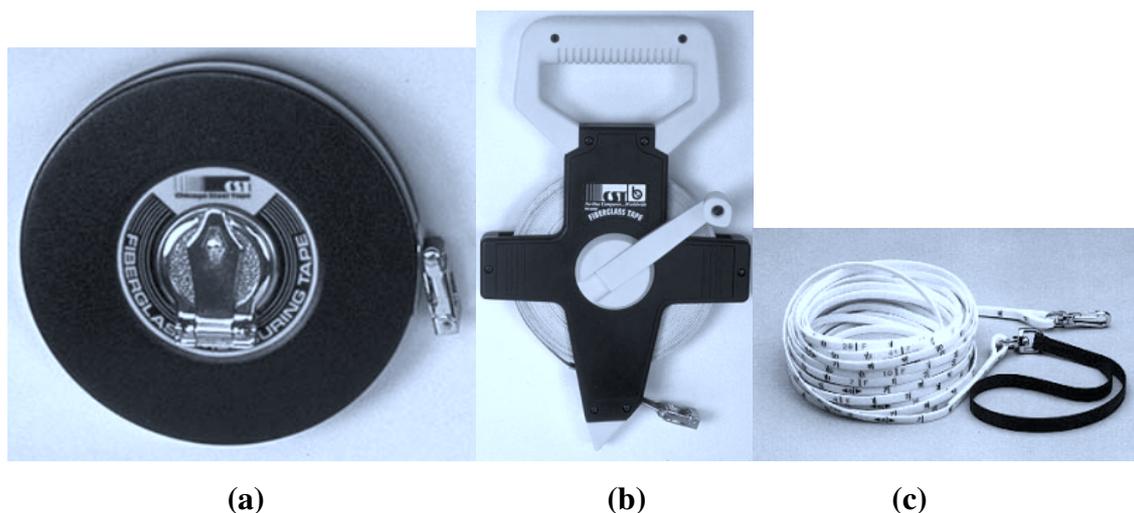
$$Y_B = Y_A + L_{AB} \cdot \text{cos}(Az_{A-B}) \quad (\text{Eq.B.03})$$

## B.2. Medidas de Distância

### B.2.1. Medidas Diretas

As medidas diretas de distância, como o próprio nome já diz, são aquelas há a necessidade de percorrê-las para compará-las com um grandeza padrão. Os principais dispositivos de medição de direta de distância, conhecidos também por diastímetros, e seus acessórios são os seguintes (Brandalize, 2003):

- fita e trena de aço (fig. B.05-a);
- trena de lona;
- trena de fibra de vidro (fig. B.05-b e B.05-c); e
- acessórios: piquetes, estacas, fichas, balizas, nível de cantoneira, barômetro de bolso, dinamômetro, termômetro, nível de mangueira e caderneta de campo.



**FIGURA B.05 – Trena: de aço (a) e de fibra de vidro (b e c) (Fonte: Brandalize, 2003).**

Esses aparelhos são muito sensíveis ao manuseio e as condições ambientes, como o clima. A quadro B.02 a seguir apresenta o grau de precisão de diastímetros em levantamentos.

**QUADRO B.02 – Grau de precisão de diastímetros.**

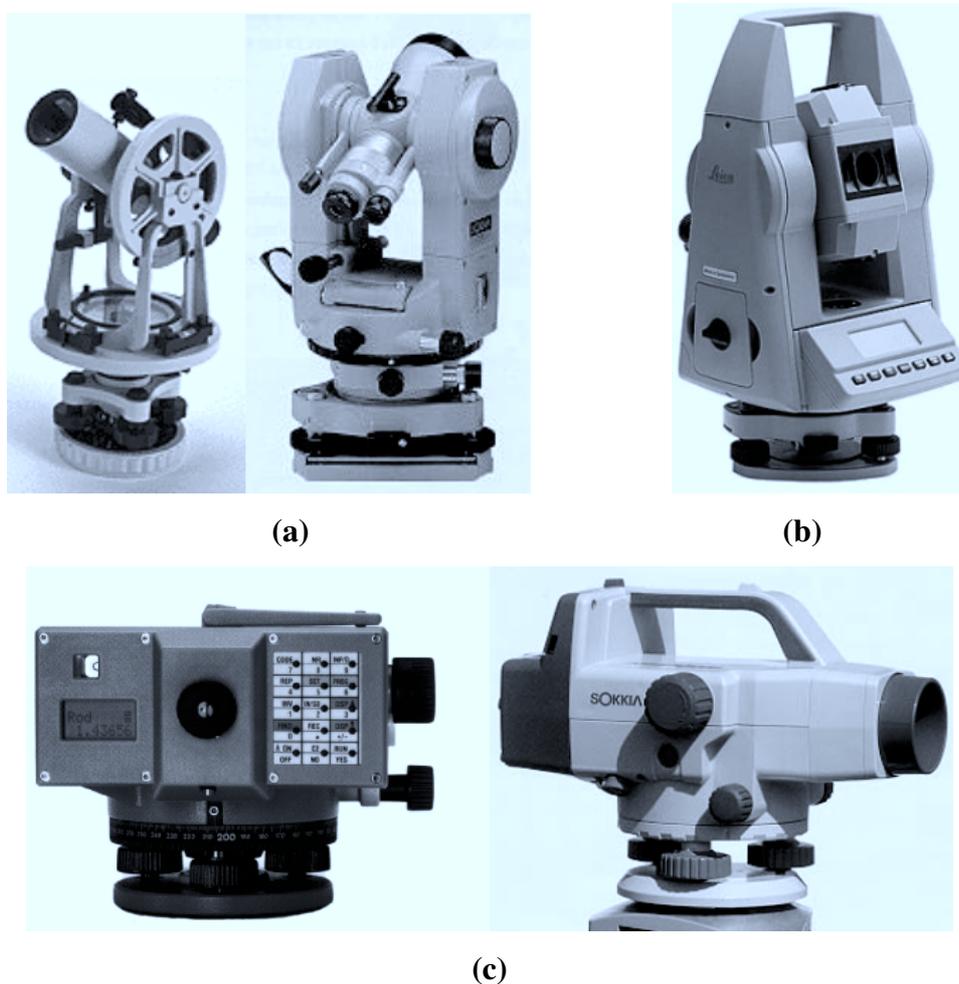
Diastímetro	Precisão
Fita e trena de aço	1 cm / 100 m
Fita Plástica	5 cm / 100 m
Fita de lona	25 cm / 100 m

Fonte: Brandalize (2003), pág. 25.

### B.2.2. Medidas Indiretas de Distância

O processo de medida indireta de distância é aquele em que pode-se calcular em função das medidas de grandezas indiretas (Brandalize, 2003). Os equipamentos utilizados neste tipo de medição são:

- teodolito (fig. B.06-a), estação total (fig. B.06-b) e e/ou nível digital (fig. B.06-c);
- mira ou régua graduada;
- nível de cantoneira;
- baliza; e
- acessórios: tripé e fio de prumo.

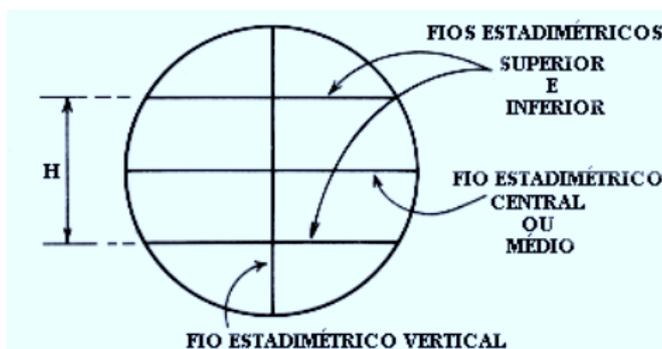


**FIGURA B.06 – Dispositivos de medição indireta de distância: teodolito (a), estação total (b) e nível digital (c) (Fonte: Brandalize, 2003).**

“Ao processo de medida indireta denomina-se Estadimetria ou Taqueometria, pois é através do retículo ou estadia do teodolito que são obtidas as leituras dos ângulos verticais

e horizontais e da régua graduada, para o posterior cálculo das distâncias horizontais e verticais” (Brandalize, 2003).

A estadia do teodolito é composta por 3 fios estadimétricos horizontais (FS, FM e FI) e por um fio estadimétrico vertical, conforme figura B.07.



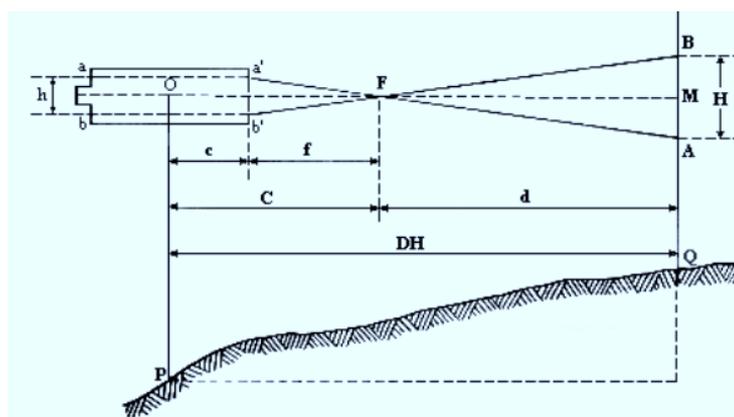
**FIGURA B.07 – Fios estadimétricos do teodolito (Fonte: Brandalize, 2003).**

### B.2.2.1. Métodos

Brandalize (2003) aponta 04 métodos para a realização de medidas indiretas de distância, os quais estão listados a seguir:

#### a) Distância Horizontal – Visada Horizontal

Deve ser realizado conforme a ilustração da figura B.08, com o teodolito estacionado no ponto P e a régua graduada no ponto Q, tendo-se a luneta do teodolito na posição horizontal. Realiza-se, então, as leituras dos três fios estadimétricos horizontais.



**FIGURA B.08 – Método da distância horizontal – visada horizontal (Fonte: Brandalize, 2003).**

Da qual têm-se:

$f$  = distância focal da objetiva;  
 $F$  = foco exterior à objetiva;  
 $c$  = distância do centro ótico do aparelho focal da objetiva;  
 $C = c + f$  = contante do instrumento;  
 $d$  = distância do foco à régua graduada;  
 $H = AB = B - A = FS - FI$  = diferença entre as leituras;  
 $M$  = leitura do retículo médio.

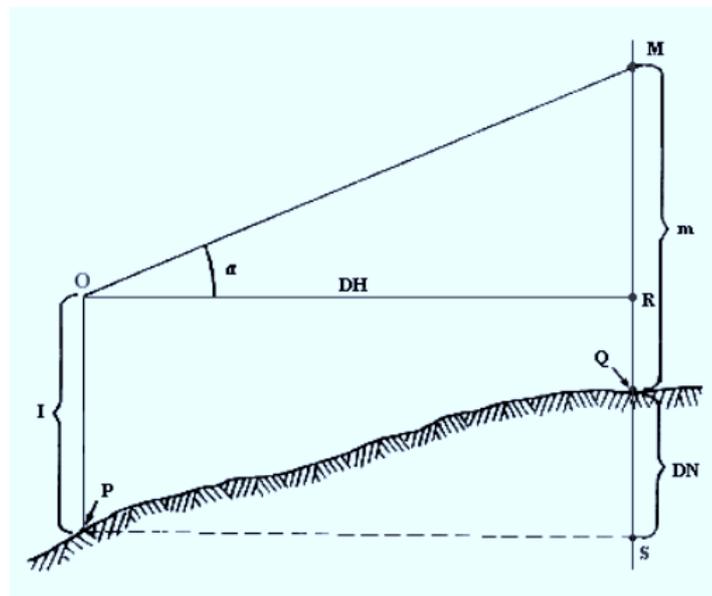
Da figura, por semelhanças, obtêm-se:

$$DH = 100 \cdot H + C \quad (\text{Eq.B.04})$$

$C$  é a constante de *Reichembach*, que assume valor  $0\text{cm}$  para equipamentos com lunetas analíticas e valores que variam de  $25\text{cm}$  a  $50\text{cm}$  para equipamentos com lunetas aláticas.

#### b) Distância Horizontal – Visada Inclinada

É o processo onde é necessário inclinar a luneta do equipamento, para cima ou para baixo, a um ângulo  $\alpha$  em relação a horizontal, para que se possa observar o ponto Q (fig. B.09).



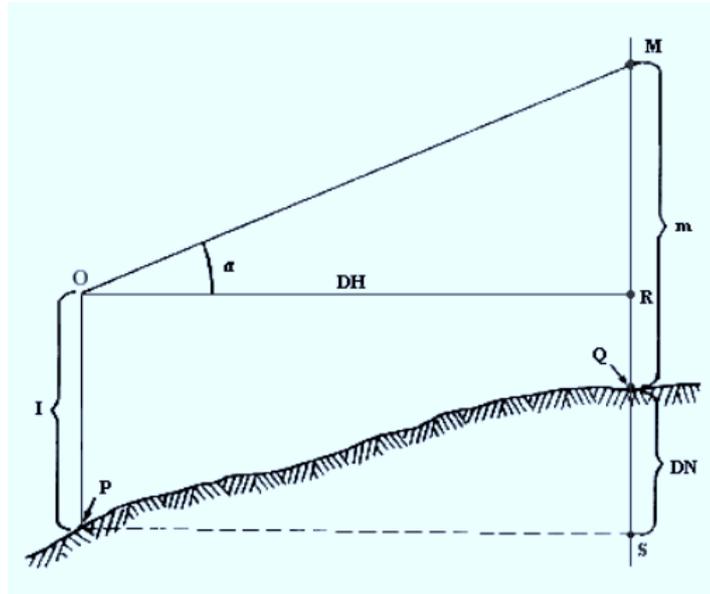
**FIGURA B.09 – Método da distância horizontal – visada inclinada (Fonte: Brandalize, 2003).**

Da figura, por semelhanças, obtêm-se:

$$DH = 100 \cdot H \cdot \cos^2 \alpha + C \quad (\text{Eq.B.05})$$

c) Distância Vertical – Visada Ascendente

É o processo onde mede-se a distância vertical, ou diferença de nível, entre dois pontos com a luneta inclinada para cima (fig. B.10).



**FIGURA B.10 – Método da distância vertical – visada ascendente (Fonte: Brandalize, 2003).**

Da figura têm-se:

$$QS = RS + RM - MQ$$

onde:

$$QS = DN = \text{diferença de nível};$$

$$RS = I = \text{altura do instrumento};$$

$$MQ = M = FM = \frac{FS + FI}{2} = \text{leitura do retículo médio.}$$

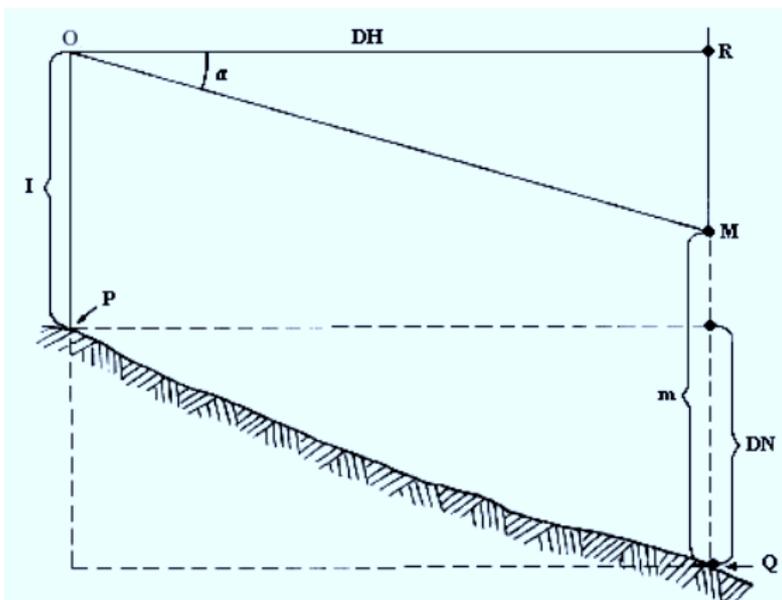
Do triângulo ORM, resulta-se em:

$$DN = 50 \cdot H \cdot \text{sen } 2\alpha - FM + I \quad (\text{Eq.B.06})$$

Quando  $DN$  é positivo, no sentido da medição, indica-se aclive e quando negativo declive.

d) Distância Vertical – Visada Descendente

É o processo onde mede-se a distância vertical, ou diferença de nível, entre dois pontos com a luneta inclinada para baixo (fig. B.11).



**FIGURA B.11 – Método da distância vertical – visada descendente (Fonte: Brandalize, 2003).**

Do triângulo ORM, resulta-se em:

$$DN = 50 \cdot H \cdot \text{sen } 2\alpha + FM - I \quad (\text{Eq.B.07})$$

Quando  $DN$  é positivo, no sentido da medição, indica-se declive e quando negativo aclave.

### B.3. Planimetria

“A finalidade da planta planialtimétrica é de fornecer o maior número possível de informações da superfície representada para efeitos de estudo, planejamento e viabilização de projetos” (Brandalize, 2003).

A planta planialtimétrica pode ser utilizada para (Brandalize, 2003):

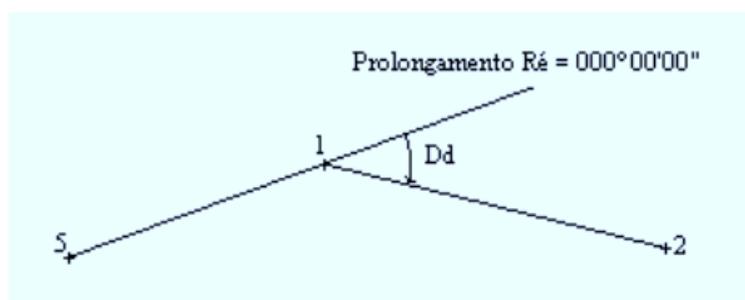
- escolha do melhor traçado e de locação de estradas, determinando-se: declividade máxima de rampas; mínimo de curvas necessário; movimentação de terra (volumes de corte e aterro); locais sujeitos a inundação; necessidades de obras especiais; e
- serviços de terraplanagem, onde é possível: estudar o terreno para fins de planificação; determinar os volumes de corte e aterro necessários à construção; retificar as curvas de nível segundo os projetos idealizados.

### B.3.1. Levantamento por Deflexão

“A deflexão é um ângulo horizontal que o alinhamento à vante forma com o prolongamento do alinhamento à ré, para um aparelho estacionado, nivelado e centrado com a perfeição, em um determinado ponto de uma poligonal. Este ângulo varia de  $0^\circ$  a  $180^\circ$ . Pode ser positivo, ou à direita, se o sentido de giro for horário, negativo, ou à esquerda, se o sentido de giro for anti-horário” (Brandalize, 2003).

Brandalize (2003) propõe o seguinte procedimento para a medida de deflexão utilizando teodolito eletrônico ou um estação total (fig. B.12):

- executar a pontaria (fina) sobre o ponto de ré (primeiro alinhamento);
- zerar o círculo horizontal do aparelho nesta posição (procedimento padrão  $\rightarrow$  Hz =  $000^\circ 00' 00''$ );
- liberar somente a luneta do aparelho e tombá-la segundo o prolongamento do primeiro alinhamento;
- liberar e girar o aparelho (sentido horário ou anti-horário), executando a pontaria (fina) sobre o ponto de vante (segundo alinhamento); e
- anotar ou registrar o ângulo (Hz) marcado no visor LCD que corresponde à deflexão medida.



**FIGURA B.12 – Deflexão entre um prolongamento de poligonal e uma poligonal**  
(Fonte: Brandalize, 2003).

### B.3.2. Levantamento por Caminhamento

É utilizado para o levantamento de superfícies relativamente grandes e de relevo acidentado. Este é um procedimento que oferece maior confiabilidade na obtenção dos resultados, quando comparado a outros métodos (Brandalize, 2003).

Brandalize (2003) aponta as seguintes etapas para o levantamento por caminhamento de poligonais abertas:

- reconhecimento do terreno – fase de implantação de piquetes para a delimitação da superfície a ser levantada (poligonal aberta com ponto de partida PP e com ponto de chegada PC);
- levantamento da poligonal – fase onde percorre-se as estações da poligonal, uma a uma, no sentido horário, medindo-se ângulos e distâncias horizontais, devendo anotar-se todos esse dados em cadernetas de campo ou registrar na memória do próprio aparelho;
- levantamento dos detalhes;
- orientação da poligonal – é feita através da determinação do rumo ou azimute verdadeiro do primeiro alinhamento a partir de uma base conhecida;
- computação dos dados – processo de fechamento angular e linear, transporte dos rumos/azimutes e das coordenadas; e
- desenho da planta e redação do memorial descritivo.

#### **B.4. Altimetria**

A altimetria é utilizada para a realização de nivelamentos, construção de perfis e de curvas de nível.

A seguir pode-se observar a forma de realização destes serviços.

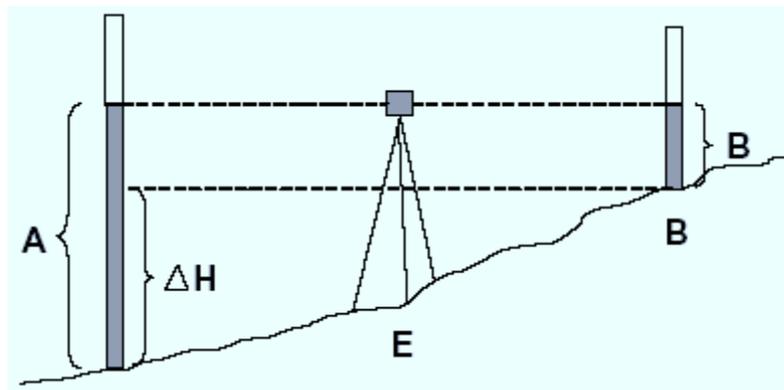
##### **B.4.1. Nivelamento Geométrico**

Serve para determinar o desnível entre dois pontos.

Segundo FUNASA (2003), o nivelamento geométrico pode ser linear simples, linear composto, irradiado simples e irradiado composto, onde:

- no Linear Simples determina-se de um único desnível, onde, de acordo com a posição do instrumento, pode assumir três casos diferentes. No primeiro caso o aparelho é estacionado a igual distância entre dois pontos dos quais deseja-se estabelecer o desnível (fig. B.13). No segundo caso o instrumento é estacionado sobre um dos pontos (fig. B.14), onde estacionando o aparelho no ponto B mede-se a altura do instrumento

( $\Delta I$ ) e faz-se a leitura do ponto A, correspondente ao fio médio. No terceiro caso o instrumento será estacionado atrás de um dos pontos (fig. B.15);



**FIGURA B.13 – Nivelamento Linear Simples I (Fonte: FUNASA, 2003).**

$$|\Delta H| = L_a - L_b = L_r - L_v \quad (\text{Eq.B.08})$$

onde :

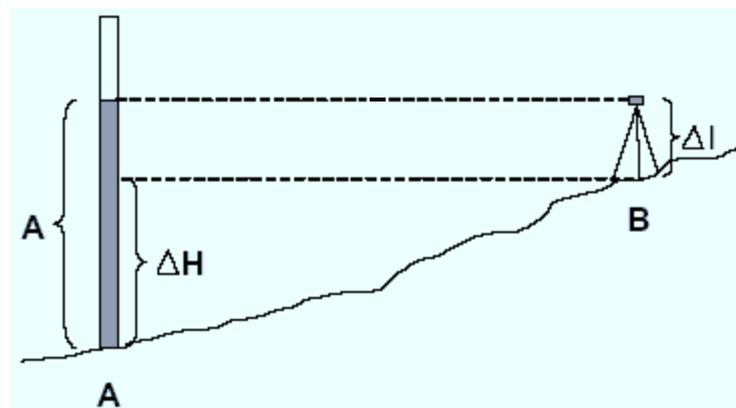
$\Delta H$  → diferença de nível;

$L_a$  → altura do ponto A;

$L_b$  → altura do ponto B;

$L_r$  → leitura de ré;

$L_v$  → leitura de vante.



**FIGURA B.14 – Nivelamento Linear Simples II (Fonte: FUNASA, 2003).**

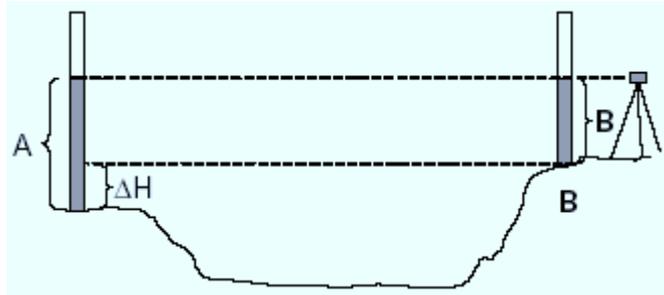
$$|\Delta H| = L_a - \Delta I \quad (\text{Eq.B.09})$$

onde :

$\Delta H$  → diferença de nível;

$L_a$  → altura do ponto A;

$\Delta I$  → altura do instrumento.



**FIGURA B.15 – Nivelamento Linear Simples III (Fonte: FUNASA, 2003).**

$$|\Delta H| = L_a - L_b = L_r - L_v \quad (\text{Eq.B.10})$$

onde :

$\Delta H$  → diferença de nível;

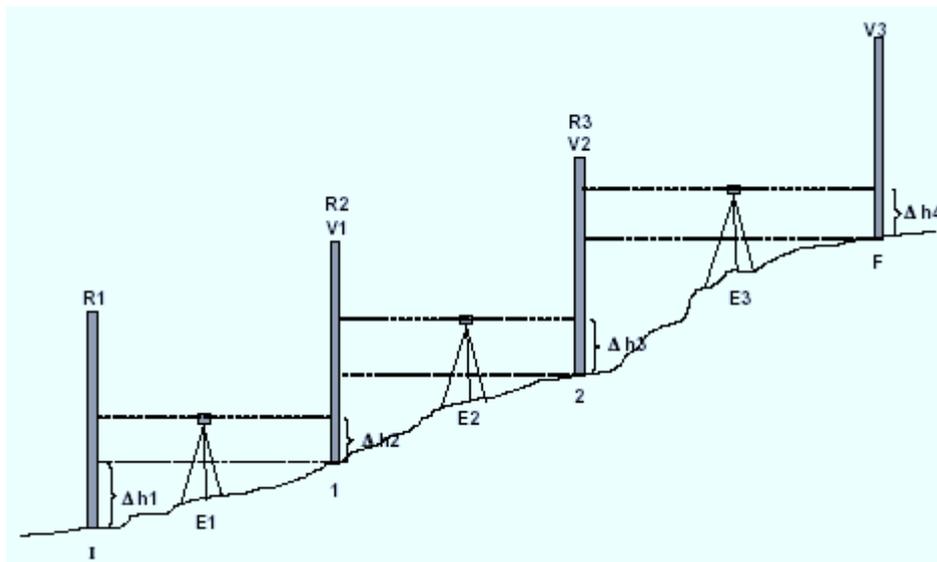
$L_a$  → altura do ponto A;

$L_b$  → altura do ponto B;

$L_r$  → leitura de ré;

$L_v$  → leitura de vante.

- no Linear Composto faz-se uma série de nivelamento lineares simples (fig. B.16). O nivelamento linear composto deverá ser fechado para permitir o seu controle. Entende-se por nivelamento fechado, aquele que começa em um ponto de altitude ou cota conhecida e termina em um ponto de altitude conhecida, podendo o ponto de partida ser também o ponto de chegada;



**FIGURA B.16 – Nivelamento Composto (Fonte: FUNASA, 2003).**

$$\Delta h_1 = L_{r1} - L_{v1}$$

$$\Delta h_2 = L_{r2} - L_{v2}$$

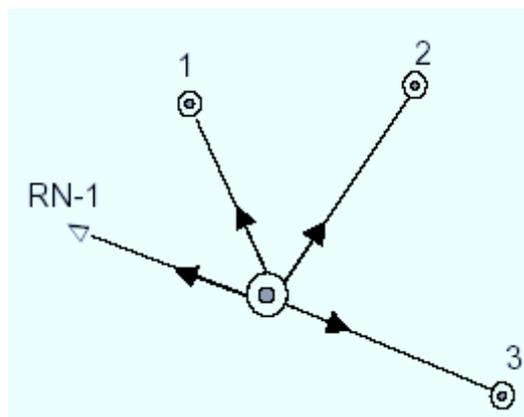
$$\Delta h_3 = L_{r3} - L_{v3}$$

$$\Delta h_4 = L_{r4} - L_{v4}$$

então :

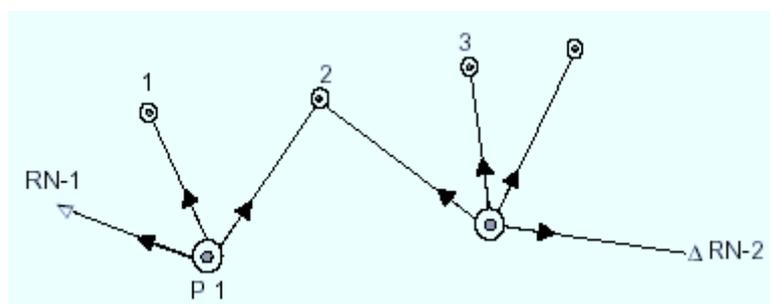
$$\Delta H_{if} = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 + \Delta h_4 + \dots \quad (\text{Eq.B.11})$$

- no Irradiado Simples estaciona-se o nível em ponto qualquer, fora do alinhamento dos pontos a nivelar, e lê-se as miras localizadas nos demais pontos (fig. B.17). A primeira leitura é considerada leitura ré, as demais são consideradas leituras vantes. A leitura ré é feita sobre um ponto de altitude ou cota que determinará a altitude do plano de referência. Uma vez estabelecido o plano de referência os demais pontos terão suas altitudes ou cotas, subtraindo-se as leituras vantes do plano de referência; e



**FIGURA B.17 – Nivelamento Irradiado Simples (Fonte: FUNASA, 2003).**

- no Irradiado Composto é quando for necessário mais de um estacionamento (fig. B.18). Aqui também é válido o conceito de nivelamento fechado utilizado no nivelamento geométrico linear composto.



**FIGURA B.18 – Nivelamento Irradiado Composto (Fonte: FUNASA, 2003).**

### B.4.2. Construção de Perfis

Brandalize (2003) estabelece o seguinte procedimento para o levantamento de um perfil de poligonais:

- toma-se o maior afastamento (fechada) ou o perímetro (aberta) de uma poligonal e determina-se a linha principal a ser levantada;
- faz-se o estaqueamento desta linha em intervalos de 5m, 10m ou 20m com a ajuda de balizas e trena ou de teodolito. É importante que as estacas sejam numeradas;
- faz-se o levantamento altimétrico desta linha e determinam-se todos os seus desníveis;
- determinam-se também as linhas transversais às estacas da linha principal com a ajuda de um teodolito. Se a linha longitudinal escolhida for o perímetro da poligonal, deve-se traçar, em cada estaca, a linha transversal segundo a bissetriz do ângulo horizontal naquele ponto;
- faz-se o estaqueamento das linhas transversais com a mesma precisão da linha principal, ou seja, em intervalos de 5m, 10m ou 20m;
- faz-se o levantamento destas linhas transversais e determinam-se todos os seus desníveis;
- representam-se os valores dos desníveis obtidos e das distancias horizontais entre as estacas em um sistema de eixos ortogonais da seguinte forma:

No eixo x são lançadas todas as distancias horizontais entre as estacas (perímetro da linha levantada) em escala apropriada. Ex.: 1:750.

No eixo y são lançados todos os valores de cota/altitude das estacas levantadas também em escala apropriada. Ex.:

1:75 (escala em y 10 vezes maior que a escala em x) → perfil elevado.

1:750 (escala em y igual à escala em x) → perfil natural.

1:1500 (escala em y 2 vezes maior que a escala em x) → perfil rebaixado.

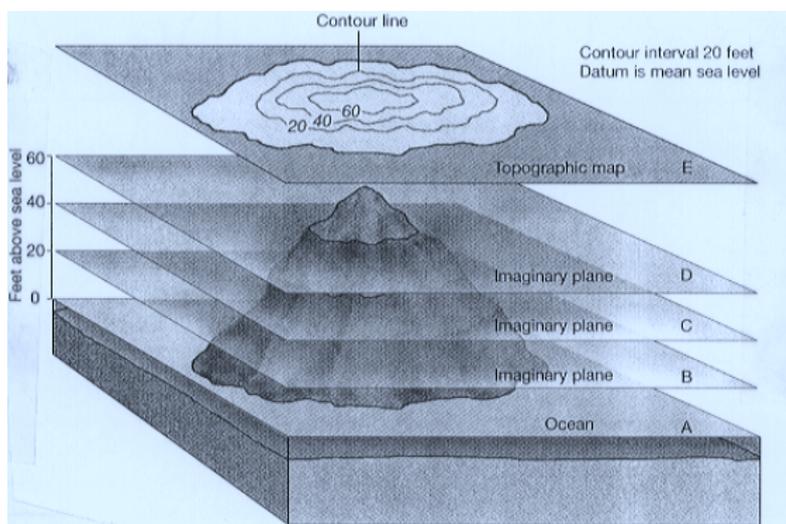
- uma vez representadas as estacas no eixo x, estas devem ser unidas, através de linhas ortogonais, às suas respectivas cotas já representadas no eixo y. Desta forma, cada

interseção de duas linhas ortogonais (x e y) dará como resultado um ponto definidor do perfil; e

- desenho final do perfil deverá compor uma linha que une todos os seus pontos definidores.

### B.4.3. Curvas de Nível

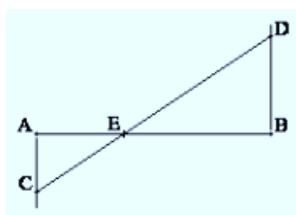
“As curvas de nível ou isolinhas são linhas curvas fechadas formadas a partir da interseção de vários planos horizontais com a superfície do terreno” (Brandalize, 2003), onde cada linha pertencente ao mesmo plano horizontal situam-se na mesma cota altimétrica (fig. B.19).



**FIGURA B.19 – Representação tridimensional de curvas de nível (Fonte: Brandalize, 2003).**

A partir dos pontos notáveis, obtidos no levantamento altimétrico, é que pode-se realizar o processo de interpolação para a definição da localização das curvas de nível (Brandalize, 2003).

A interpolação para a obtenção de uma curva de nível com cota inteira é ilustrada na figura B.20 e deve ser realizada com a utilização da equação B.12.



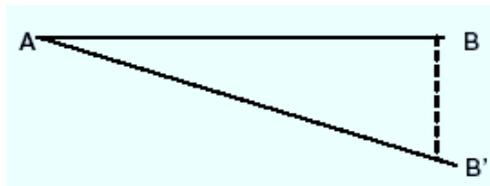
**FIGURA B.20 – Interpolação de curvas de nível (Fonte: Brandalize, 2003).**

$$AE = \frac{AC \cdot AB}{(AC + BD)} \quad (\text{Eq.B.12})$$

### B.5. Erros nas Medições

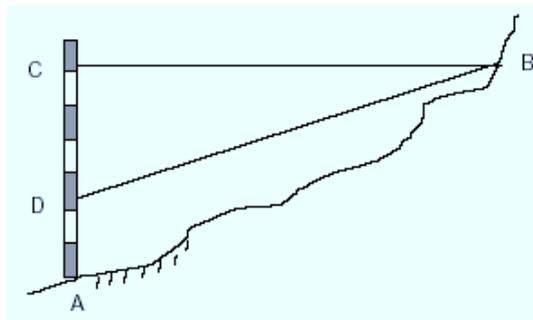
Embora os serviços topográficos sejam bastante precisos alguns erros podem ser observados quando na sua execução, como (Brandalize, 2003, e FUNASA, 2003):

- dilatação – devido a ação do calor nos equipamentos de medição direta;
- desvio lateral – quando mede-se um valor  $AB'$  no lugar do valor certo  $AB$  (fig. B.21);



**FIGURA B.21 – Desvio Lateral (Fonte: FUNASA, 2003).**

- desvio vertical – devido a não horizontalidade da trena nas medições, medindo-se um valor  $BD$  no lugar do valor certo  $BC$  (fig. B.22);



**FIGURA B.22 – Desvio Vertical (Fonte: FUNASA, 2003).**

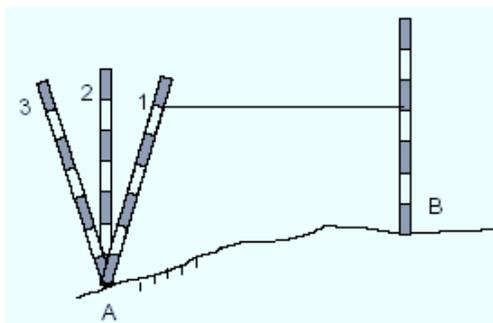
- catenária – curva formada por qualquer fio flexível suspenso por 2 pontos (Fig. B.23);



**FIGURA B.23 – Catenária (Fonte: FUNASA, 2003).**

- inclinação da baliza – quando a baliza não se encontra na posição vertical (Fig. B.24);
- instrumento errado – quando o próprio instrumento (trena, corda, corrente) não estiver calibrado;
- falhas na leitura da régua;
- falhas na leitura de ângulos;

- não verticalidade da mira; e
- erro linear de centragem ou nivelamento do teodolito.



**FIGURA B.24 – Inclinação da Baliza (Fonte: FUNASA, 2003).**

Segundo Brandalize (2003), “a precisão, tolerância ou erro médio de um nivelamento é função do perímetro percorrido com o nível”, classificando-se da seguinte forma:

- alta ordem – o erro médio admitido é de  $\pm 1,5mm/km$  percorrido;
- primeira ordem – o erro médio admitido é de  $\pm 2,5mm/km$  percorrido;
- segunda ordem – o erro médio admitido é de  $\pm 1,0cm/km$  percorrido;
- terceira ordem – o erro médio admitido é de  $\pm 3,0cm/km$  percorrido; e
- quarta ordem – o erro médio admitido é de  $\pm 10,0cm/km$  percorrido.

O erro médio em poligonais abertas é a soma algébrica das diferenças de nível parciais (entre todos os pontos) no nivelamento (ida) e no contranivelamento (volta) (Brandalize, 2003).

A IPR 707/20 (1999) admite as seguintes tolerâncias máximas para erros angulares ( $e$ ) em estudos topográficos para anteprojeto e projeto de rodovias:

- linha de exploração do anteprojeto ( $e$  em minutos):

$$e \leq 10\sqrt{N} \quad (\text{Eq.B.13})$$

Onde :

$N \rightarrow$  número de vértices.

- o nivelamento de anteprojeto e projeto deverá ter erro máximo de  $2 cm/km$  e diferença acumulada máxima ( $e$  em milímetros):

$$e \leq 12,5\sqrt{n} \quad (\text{Eq.B.14})$$

Onde :

$n \rightarrow$  distância percorrida em quilômetros.

### **B.6. Cuidados com Equipamentos Topográficos**

Sem dúvidas, o teodolito um dos equipamentos mais utilizados em topografia. Sabendo-se disto é interessante, primeiramente, observar as características deste aparelho quanto a sua capacidade (Brandalize, 2003):

- permite ler ângulos com precisão desde 1' (teodolito topográfico) até 0,5" (teodolito com precisão ou geodésico);
- os topográficos, por serem mecânicos, são indicados para lances inferiores a 250m; e
- os de precisão, que podem ser prismáticos ou eletrônicos, são indicados para lances superiores a 250m.

“Os instrumentos topográficos não podem cumprir por completo suas funções se não forem tratados e conservados com cuidado e se os métodos empregados não forem os indicados às propriedades do instrumento. Cada instrumento é entregue da fábrica com o manual de instruções para o uso, que de nada adiantará se ficar guardado sem que seja consultado por seus usuários” (Núcleo de Topografia da Escola Técnica de Santa Catarina, 2003).

O Núcleo de Topografia da Escola Técnica de Santa Catarina ainda faz algumas recomendações com relação a utilização, conservação e inspeção de equipamentos topográficos, as quais podem ser observadas a seguir:

- conservação – Deve-se conservar o instrumento, se possível, em lugar seco e ventilado, sem pó e sem grandes variações de temperatura. Um instrumento que permanece muito tempo sem ser usado, está exposto ao perigo do fungo. Se por algum motivo, o instrumento ficar exposto à umidade, provida de sereno, neblina, garoa, chuvisco etc., deve-se sacá-lo de seu estojo para permitir que o ar circule em sua volta, colocando-o em um armário arejado e com uma pequena calefação ao fundo, direcionada à ele. Poderá ser uma estufa de resistência ou uma lâmpada incandescente. Deste modo evita-se o depósito de vapor d'água sobre a ótica e que haja condensação no interior do instrumento;
- inspeção – Antes de começar cada período de trabalho de campo, deve-se examinar o instrumento segundo as instruções para emprego, contidas no manual e ajustá-lo se for

necessário e possível. Isto também se aconselha após terminadas as tarefas de campo em prolongadas pausas de trabalhos e depois de transportes longos, para evitar horas de trabalho perdidas por deficiência do instrumento;

- cuidados ao sacar o instrumento do estojo – Antes de sacar o instrumento, se põe na estação o tripé e se observa como se encontra o instrumento dentro do estojo, de maneira que se possa, ao guardá-lo novamente, encaixá-lo exatamente, coincidindo com a estrutura do estojo. Ao sacar o instrumento, levanta-se ele segurando firmemente com uma das mãos em seu lado ou na alça de transportes (se tiver) e colocando a outra por baixo da base nivelante. Tem que se ter muito cuidado para nunca tocar os níveis tubular e esférico dos instrumentos;
- cuidados ao colocar o instrumento sobre o tripé – Coloca-se o instrumento sobre a plataforma do tripé e, sustentando-o com uma das mãos, fixa-se imediatamente a base nivelante na plataforma. Nunca deve-se deixar um instrumento solto sobre o tripé;
- cuidados ao retirar o instrumento do tripé para conduzi-lo ao laboratório – Estando o instrumento fixo sobre o tripé, deixa-se o estojo aberto, no chão, pronto para guardá-lo. Afrouxa-se todos os parafusos de fixação do instrumento e volta-se os parafusos calantes para a posição intermediária, dando recursos para eles. Com uma das mãos segura-se o aparelho pelo seu lado ou na alça de transporte, e com a outra solta-se o instrumento do tripé. Levanta-se o instrumento colocando a mão livre imediatamente por baixo da base nivelante. Gira-se ele até haver coincidência das marcas para posição de estojo (se houver). Deve-se conduzir o instrumento até o estojo, acomodando-o corretamente e procede-se o fechamento do estojo; e
- transporte manual de estação para estação – Estando o instrumento instalado sobre a estação e terminadas as leituras de ângulos, afrouxa-se todos os parafusos de fixação do instrumento. Agindo sobre o parafuso que fixa o instrumento à base nivelante, solta-se o instrumento de sua base. Guarda-se o instrumento no estojo seguindo as instruções do item anterior, porém, ficando a base nivelante montada sobre o tripé. O transporte manual, para outra estação, deverá ser feito com o instrumento no estojo e a base nivelante montada sobre o tripé, em posição no ombro. Com isto, evita-se de gastar a rosca do parafuso de fixação do instrumento ao tripé, e a rosca do próprio instrumento toda a vez que se mudar de estação e sacar todo o aparelho do tripé. Também, evita-se que o parafuso do tripé fique batendo solto no tripé durante o transporte sem a base

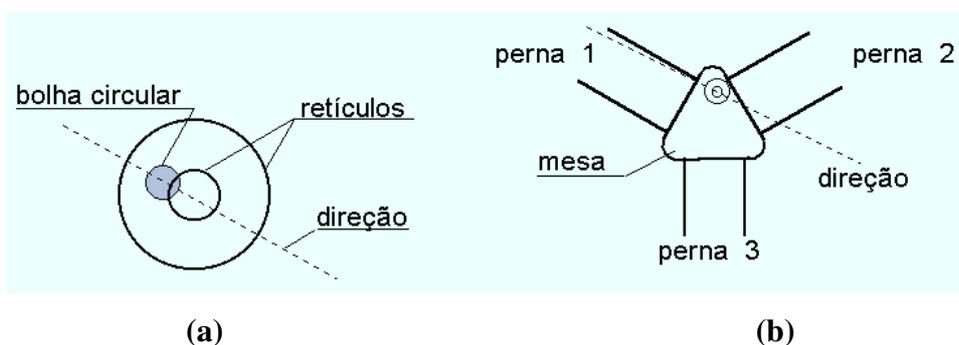
nivelante. Quando o instrumento não permitir a sua separação da base nivelante (não existe parafuso de fixação ou está danificado) o instrumento com sua base nivelante deverá ser desenroscado do tripé e acondicionado em seu estojo. Vale lembrar que isto deve ser feito para qualquer distância superior a 5 metros. Em casos de extrema necessidade (por algum motivo o estojo estar longe e começar a chover) o instrumento deverá ser carregado montado sobre o tripé, em posição no ombro estando o mais próximo possível da vertical e não superior a 45° de inclinação com o zênite. Nos terrenos matosos, é aconselhável transportá-lo à frente do corpo, com o tripé sob um dos braços e apoiando numa das mãos a base nivelante.

### **B.7. Estacionando Equipamentos Topográficos com Prumo Ótico**

A seguir está descrito, conforme procedimento do núcleo de topografia da Escola Técnica de Santa Catarina, como o operador deve proceder no processo de estacionar equipamentos topográficos com prumo ótico:

- deve-se posicionar o tripé do instrumento aproximadamente na vertical do ponto topográfico. Se a superfície topográfica for irregular, posicionar apenas uma perna na parte mais alta e utilizar o fio de prumo para auxiliar na detecção da vertical. Procurar adaptar a altura do tripé para a altura do operador, não deixando de considerar a irregularidade da superfície e nem a altura do instrumento. Pode-se aproveitar este momento para deixar a mesa do tripé aproximadamente nivelada e cravar uma das pernas no solo (de preferência a que estiver na parte mais alta do terreno);
- retira-se o instrumento de seu estojo conforme na seção B.6 “Cuidados com Equipamentos Topográficos” e coloca-o sobre o tripé conforme descrito na mesma seção. Posicionam-se os três calantes numa mesma altura (de preferência num ponto intermediário do recurso total do calante). Normalmente os instrumentos possuem marcas fiduciais como anéis pintados ou parafusos de fixação de seu eixo que podem servir de referência;
- posiciona-se a marca central do prumo ótico sobre o ponto topográfico utilizando as duas pernas do tripé que ainda não estão cravadas. Quando a marca estiver perfeitamente sobre o ponto topográfico, cravam-se as pernas soltas e inicia-se o nivelamento da bolha circular utilizando as três pernas. Deve-se prestar muita atenção na direção formada pela bolha e o círculo. Esta direção irá definir com qual perna

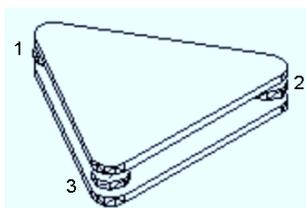
deverá subir ou abaixar a mesa. Conforme a figura B.25, a perna que deverá baixar a mesa é a perna 1, pois a bolha circular está na sua direção e para o seu lado;



**FIGURA B.25 – Nivelamento da bolha do tripé: (a) vista superior da bolha circular; (b) vista superior do tripé (Fonte: Escola Técnica Federal de Santa Catarina).**

- com a bolha perfeitamente dentro do círculo (automaticamente a mesa estará nivelada, pois os calantes estão numa mesma altura), deve-se verificar se a marca central do prumo ótico saiu da vertical do ponto. Caso tenha saído deve-se afrouxar o instrumento do tripé e posicionar novamente a marca sobre o ponto topográfico; e
- iniciar então o nivelamento da bolha tubular utilizando o “Método dos Três Calantes” ou o “Método do Calante Perpendicular” (ambos descrito a seguir). Independente de qual método for optado, deverá ser feito duas vezes. Após feito, deve-se verificar se a marca central do prumo ótico saiu do ponto. Caso tenha saído retorna-se ao passo anterior.

Método dos Três Calantes (fig. B.26): Deixa-se a bolha tubular paralela aos calantes 1-2 e nivela-a utilizando somente estes dois calantes. O movimento dos calantes deverão ser sempre em sentidos opostos (quando um for girado no sentido horário o outro deverá ser girado no anti-horário). Em seguida posiciona-se a bolha tubular paralela aos calantes 2-3 e usa-se estes calantes para nivelar a bolha. Não deve-se esquecer que os calantes devem girar em sentidos opostos. Finalmente deixa-se a bolha paralela aos calantes 3-1 e nivela-a também.



**FIGURA B.26 – Método dos três calantes (Fonte: Escola Técnica Federal de Santa Catarina).**

Método do Calante Perpendicular (fig. B.27): Deixa-se a bolha paralela aos calantes 1-2 e nivela-a utilizando somente estes dois calantes. O movimento dos calantes deverão ser sempre em sentidos opostos (quando um for girado no sentido horário o outro deverá ser girado no anti-horário). Em seguida posiciona-se a bolha tubular perpendicular aos calantes 1-2 e usa-se somente o calante 3 para nivelar a bolha.

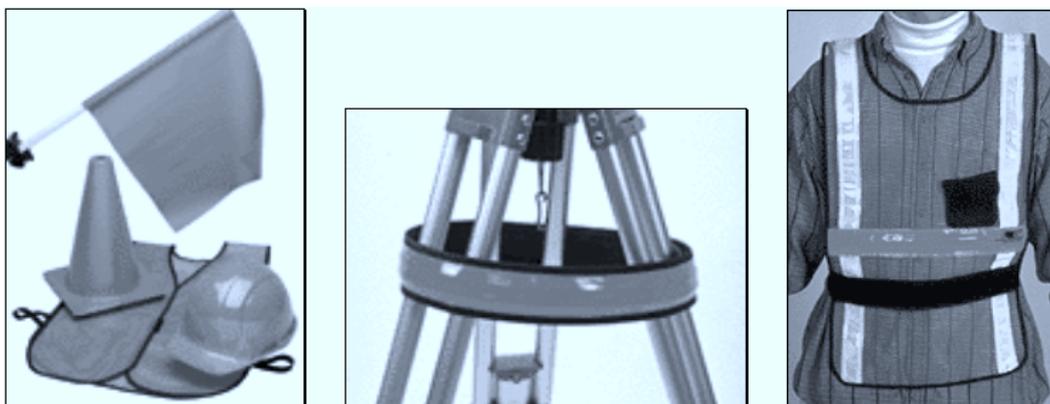


**FIGURA B.27 – Método do calante perpendicular (Fonte: Escola Técnica Federal de Santa Catarina).**

### B.8. Dispositivos de Segurança

Em um levantamento topográfico é necessária a utilização de mecanismos de sinalização que permitam a visualização de equipamentos e de pessoas a distância, diminuindo a possibilidade de acidentes no trabalho.

Alguns destes dispositivos podem ser observados na figura B.28.



**FIGURA B.28 – Dispositivos de segurança no levantamento topográfico (Fonte: Brandalize, 2003).**

## APÊNDICE C

### C. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Qualquer projeto de engenharia, por mais modesto que seja, requer o conhecimento adequado das características e propriedades dos solos onde a obra irá ser implantada. As investigações de campo e laboratório requeridas para obter os dados necessários para essas propostas são chamadas de “exploração do subsolo” ou “investigação do subsolo”. O quadro C.01 apresenta o conjunto de normas que regem os procedimentos para coleta de amostras de solos.

#### QUADRO C.01 – Normas relacionadas a coleta de amostras.

Tipo de Amostras	SPT	Amostras indeformadas	Amostras deformadas
Normas	NBR6484 e MB1211	DNER-PRO002	DNER-PRO003

Os principais objetivos de uma exploração do subsolo são:

- determinação da profundidade e espessura de cada camada do solo e sua extensão na direção horizontal;
- determinação da natureza dos solos: compactidade dos solos grossos e consistência dos solos finos;
- profundidade da rocha e suas características (litologia, mergulho e direção das camadas, espaçamento das juntas, planos de acamamento, estado de decomposição);
- localização do nível d'água (NA);
- obtenção de amostras (deformadas e/ou indeformadas) de solo e rocha para determinação das propriedades de engenharia; e
- determinação das propriedades “in situ” do solo por meio de ensaios de campo.

Isto servirá de subsídio para determinação de parâmetros geotécnicos dos solos em estudo, complementando, assim, os dados necessários para futura decisão do projeto mais adequado para a rodovia em estudo.

Os estudos geotécnicos nos projetos de engenharia rodoviária são desenvolvidos em duas fases distintas: anteprojeto e projeto.

## C.1. Anteprojeto

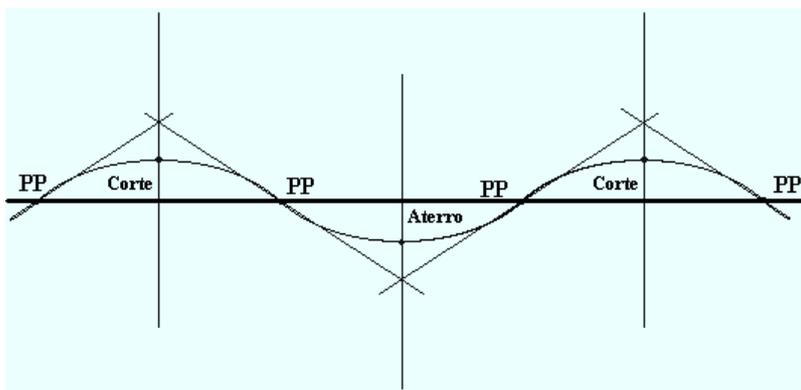
De acordo com as alternativas selecionada nos estudos geológicos, deve-se fazer: estudo de subleito e estudo de empréstimos e ocorrência de materiais.

### C.1.1. Estudo de Subleito

Conforme a IPR 707/20 (1999), após a conclusão do anteprojeto geométrico, deve-se realizar sondagens a cada 1.000m ao longo do corpo estradal e nos pontos mais altos dos cortes até a cota do greide no local. As amostras coletadas serão submetidas a ensaios de:

- caracterização
- compactação; e
- ISC, para projetos de pavimentação realizados pelo método do DNER, ou ensaios triaxiais de cargas repetidas, para projetos de pavimentação realizados pelo método mecanístico.

Quando não é possível coletar amostras nos pontos mais altos dos cortes, deve-se executá-las próximo aos PP's (ponto de passagem) (fig. C.01).



**FIGURA C.01 – Esquemas dos postos de passagem.**

Deve-se, também, realizar, no mínimo, uma sondagem nas seções centrais das gargantas das linhas selecionadas, para determinar a profundidade da rocha, espessura da camada de solo, classificação dos materiais, realizando o mesmo em encostas íngremes, zonas colúviais e de tábuas.

Em áreas de solos compressíveis e em locais de implantação dos aterros, determinam-se as espessuras médias das camadas moles e os valores preliminares das coesões e coeficientes de adensamento.

Deve-se realizar furos de sondagem em cada PP e no ponto central do corte, até 1,50m abaixo da cota do subleito para verificação do N.A.

### **C.1.2. Estudo de Ocorrências de Materiais para Pavimentação**

De acordo com os estudos geológicos e inspeção de campo, deve-se fazer IPR 707/20 (1999):

- 5 a 10 furos de sondagem na periferia e na parte central da área delimitada até a profundidade necessária ou compatível com os métodos utilizados, coletando amostras para ensaio de caracterização, compactação e ISC, para projetos de pavimentação realizados pelo método do DNER, ou ensaios triaxiais de cargas repetidas, para projetos de pavimentação realizados pelo método mecanístico;
- anotar as cotas de mudança de camadas, sendo que o material superficial deve ser identificado com o nome genérico de capa e os demais, próprios para uso, como: saibro, cascalho, seixos etc.; e
- croqui da amarração dos furos de sondagem, com a distância dos mesmos e a posição da ocorrência, em relação à rodovia em estudo. O mesmo deve ser feito para as ocorrências de exploração comercial.

A ocorrência será satisfatória quando atende as especificações vigentes ou quando apresentam possibilidade de correção por mistura e quando seu volume for superior a 10.000m<sup>3</sup>.

Quando na ocorrência de rocha deve-se realizar inspeção preliminar e a sua amostragem, seguindo a norma DNER-PRO257, e quando materiais lateríticos, deve-se realizar ensaios para a determinação da relação sílica-sesquióxidos.

## **C.2. Fase de Projeto**

### **C.2.1. Estudo de Subleito**

Ao longo da locação do projeto geométrico serão executadas IPR 707/20 (1999):

- sondagem com coleta de amostras, até 1m abaixo do greide do projeto geométrico, com espaçamento de 100m a 100m e nos intervalos, alternadamente nos bordos direito e esquerdo da nova pista projetada, quando variar o material, para a caracterização do material e definição do perfil geotécnico do terreno; e

- realiza-se então ensaios de caracterização, compactação, densidade *in situ* e ISC, para projetos de pavimentação realizados pelo método do DNER, ou ensaios triaxiais de cargas repetidas, para projetos de pavimentação realizados pelo método mecanístico, sendo os de caracterização realizados para todos os furos e os demais em furos alternados.

As sondagens do subleito deverão constar no perfil do eixo locado.

### **C.2.2. Estudo de Empréstimo para o Corpo do Aterro**

A área de empréstimo será a indicada no projeto de terraplanagem.

Onde previstos empréstimos laterais realiza-se furos de ensaio no eixo do empréstimo e em distâncias longitudinais de 100m e na profundidade prevista para o empréstimo.

Onde previstos empréstimos centrados realiza-se, pelo menos, 5 furos distribuídos pela área. Quando as caixas de empréstimo forem maiores que 10.000m<sup>2</sup> faz-se um reticulado com malha de 50m de lado e espaçamento máximo de 70m entre os furos.

As amostras coletadas serão submetidas a ensaios de caracterização, índices físicos, compactação e ISC, para projetos de pavimentação realizados pelo método do DNER, ou ensaios triaxiais de cargas repetidas, para projetos de pavimentação realizados pelo método mecanístico.

Nos empréstimos laterais os ensaios de compactação e ISC, ou triaxiais de cargas repetidas, serão feitos em 200m a 200m e em toda a extensão fazer ensaios de densidade *in situ*, de modo a obter elementos para definir o fator de contração aterro/corte.

### **C.2.3. Estudo de Ocorrência de Materiais para Pavimentação**

Nas ocorrências de cascalheira, saibreiras, areias e outros materiais granulares, deve-se realizar: sondagens e retirada de amostras, ensaios de laboratório e cubação do volume aproveitável.

Realiza-se sondagens em um reticulado de malha de 30m de lado.

Em ocorrências de materiais terrosos, a cada furo da malha de 30m, realiza-se ensaios de granulometria por peneiramento simples, Limite de Liquidez, Limite de Plasticidade e equivalente de areia, e em furos alternados, de compactação, ISC, para projetos de

pavimentação realizados pelo método do DNER, ou ensaios triaxiais de cargas repetidas, para projetos de pavimentação realizados pelo método mecanístico, e densidade *in situ*.

Deve-se fazer plantas com área e perfil dos materiais aproveitáveis.

Deve-se também, realizar ensaios a cada 1m de profundidade ou a cada camada, quando esta for menor que 1m, e o número mínimo de amostras aproveitáveis deve ser de nove.

Na ocorrência de pedreiras devem ser realizados ensaios de Abrasão Los Angeles, Adesividade, Durabilidade, Ensaio de Lâmina (para rochas basálticas) e Difração de Raio X (para rochas basálticas). O reconhecimento e amostragem para fins de caracterização das ocorrências deve obedecer a norma ABNT – NBR06490.

Em depósitos de areia deve-se fazer ensaios de Análise Granulométrica e teor de matéria orgânica.

Quando materiais lateríticos deve-se realizar ensaios para determinação da relação sílica-sesquióxidos.

#### **C.2.4. Estudo de Fundação dos Aterros**

Na incerteza sobre a capacidade de suporte dos terrenos de fundação dos aterros, deve-se fazer um estudo geotécnico do mesmo realizando ensaios de: determinação da espessura da camada, umidade natural, de massa específica aparente, da massa específica real dos grãos, granulometria, LL, LP, resistência a compressão simples, adensamento e triaxial rápido.

Ensaios de resistência à compressão simples e triaxial rápido podem ser substituídos por ensaios de cizometria (vane shear), em casos especiais.

#### **C.2.5. Estudo dos Locais das Fundações das Obras-de-Arte Especiais**

As sondagens seguem a seguinte metodologia:

- escolha do local da obra;
- sondagens preliminares para definir o tipo de estrutura; e
- sondagens definitivas.

Essas sondagens devem ser feitas de acordo com IPR 696/100, do DNER.

### C.2.6. Estudo de Estabilidade de Taludes

Deve-se fazer o estudo do comportamento dos taludes dos cortes com altura maior que 5m em cada subtrecho homogêneo do projeto. O mesmo deve ser feito para estudos dos locais de empréstimo e bota-foras.

### C.3. Relação de Normas dos Ensaios

O quadro C.02 apresenta a lista de normas do DNER e da ABNT que regem os procedimentos para execução de cada ensaio mencionado nos estudos geotécnicos e, ainda, são recomendados para consulta pelas bibliografias do DNIT.

#### QUADRO C.02 – Lista de normas para ensaios.

Ensaio	DNER	ABNT
Abrasão Los Angeles	DNER-ME035	NBR6465
Adesividade	DNER-ME078	-
Análise Granulométrica	DNER-ME051	NBR7181
Cizometria (vane shear)	-	-
Coefficientes de adensamento	DNER-IE005	MB3336
Coesão	DNER-IE004	NBR12770
Compactação	DNER-ME129 e DNER-ME162	NBR7182
Compressão diametral de cargas repetidas	DNER-ME 138	-
Densidade <i>in situ</i> – Balão de Borracha	DNER-ME036	-
Densidade <i>in situ</i> – Emprego de Óleo	DNER-ME037	-
Densidade <i>in situ</i> – Frasco de Areia	DNER-ME092	NBR7185
Difração de Raio X – para rochas basálticas	DNER-IE006	-
Durabilidade	DNER-ME089	-
Equivalente de areia	DNER-ME054	NBR712052
Flexão de cargas repetidas	-	-
ISC	DNER-ME049	NBR9895 e MB2545
Lâmina – para rochas basálticas	DNER-IE006	-
Limite de Liquidez	DNER-ME122	NBR6459
Limite de Plasticidade	DNER-ME082	NBR7180

Ensaio	DNER	ABNT
Massa Específica dos Grãos que Passam na Peneira de 4,8 mm	DNER-ME194	NBR6508
Massa específica real dos grãos	DNER-ME093	NBR6508
Massa Específica, Massa Específica Aparente e da Absorção de Água dos Grãos Retidos na Peneira de 4,8 mm	DNER-ME195	NBR6458
Relação sílica-sesquióxidos	DNER-ME030	-
Resistência a compressão simples	DNER-IE004	NBR12770
Teor de matéria orgânica	-	-
Teor de Umidade	DNER-ME213	NBR6457
Teor de umidade natural	DNER-ME213	NBR6457
Triaxial de cargas repetidas	-	-
Triaxial rápido	-	-

## APÊNDICE D

### D. PROJETO GEOMÉTRICO

#### D.1. Característica de Rodovias

Segundo Lee (2000), o projeto de uma rodovia é composto por 3 fases diferentes, isto para demonstrar todas as suas dimensões, servindo para dirimir as dúvidas na fase de construção, como exposto a seguir:

- numa das fases, trata-se do projeto em planta, dimensionando-se os elementos geométricos da rodovia projetados em um plano horizontal. No projeto em planta, o objetivo principal é definir a geometria da linha que representa a rodovia, denominada de eixo da rodovia;
- noutra fase, define-se o projeto em perfil, com o dimensionamento dos elementos geométricos da rodovia segundo um plano vertical; atente-se para o fato de que não se trata de uma projeção vertical propriamente dita, pois o plano vertical de referência para fins de projeto é obtido pelo rebatimento da superfície cilíndrica gerada por uma reta que se desloca ao longo do eixo da rodovia, perpendicularmente ao plano horizontal. No projeto em perfil, o objetivo principal é definir a geometria da linha que corresponde ao eixo da rodovia representado no plano vertical, linha esta que é denominada *greide* da rodovia; e
- finalmente, na terceira fase, pode-se definir os denominados elementos de seção transversal, com a caracterização da geometria dos componentes da rodovia segundo planos verticais perpendiculares ao eixo da rodovia.

Quando na configuração da seção transversal de um projeto de rodovia, pode-se observar, de acordo com as figuras D.01, D.02 e D.03, os seguintes elementos básicos:

- eixo da rodovia – é a linha que representa geometricamente a rodovia, projetada no plano horizontal; em uma seção transversal, o eixo se resume a um ponto, tal como indicado nas figuras;
- faixa de rolamento (ou faixa de trânsito) – é o espaço dimensionado e destinado à passagem de um veículo por vez; na figura D.01 está representado o caso mais simples, de rodovia com 2 faixas de trânsito, uma para cada sentido de percurso, e na figura D.02 representa-se o caso de rodovia com pista dupla, com 2 faixas de trânsito por sentido;

- pista de rolamento – é o espaço correspondente ao conjunto das faixas contíguas; na figura D.01 representa-se o caso de pista simples, e na figura D.02 o caso de pista dupla, com separação física entre as pistas;
- acostamento – é o espaço adjacente à faixa de trânsito que é destinado à parada emergencial de veículos, não sendo em geral dimensionado para suportar o trânsito de veículos (que pode ocorrer em caráter esporádico); nas seções em aterro, os acostamentos externos poderão incluir uma largura adicional (não utilizável pelos veículos) destinada à instalação de dispositivos de sinalização (placas) ou de segurança (*guard-rails*); nos casos de pistas duplas, o acostamento adjacente à faixa de trânsito mais à direita de uma pista, em cada sentido de percurso (faixa externa), é denominado acostamento externo, e o adjacente à faixa mais à esquerda, em cada sentido de percurso (faixa interna) é denominado acostamento interno (observe-se que os acostamentos são também dotados de inclinações transversais, com o objetivo de permitir o escoamento das águas de superfície para fora da pista);
- sarjeta – dispositivo de drenagem superficial, nas seções de corte, que tem por objetivo coletar as águas de superfície, conduzindo-as longitudinalmente para fora do corte;
- abaulamento – é a inclinação transversal das faixas de trânsito (ou da pista), introduzida com o objetivo de forçar o escoamento das águas de superfície para fora da pista; no caso de pista dupla, não se trata de abaulamento propriamente dito, mas de inclinações transversais das pistas (que podem ser independentes);
- plataforma – a porção da rodovia compreendida entre os bordos dos acostamentos externos, mais as larguras das sarjetas e/ou as larguras adicionais, conforme se trate de seções de corte, de aterro ou mistas;
- saia do aterro – a superfície lateral (geralmente inclinada) que resulta da conformação de uma seção de aterro; a interseção dessa superfície com o terreno natural é denominada de pé do aterro, sendo a interseção com a plataforma denominada crista do aterro;
- rampa do corte – a superfície lateral (geralmente inclinada) que resulta da conformação de uma seção de corte; a interseção dessa superfície com a plataforma é denominada de pé do corte, sendo a interseção com o terreno natural denominado crista do corte;
- talude – a forma de caracterizar a inclinação da saia do aterro ou da rampa do corte, sendo expresso pela relação  $v : h$  (ou  $v/h$ ) entre os catetos vertical ( $v$ ) e horizontal ( $h$ ) de um

triângulo retângulo cuja hipotenusa coincide com a superfície inclinada (matematicamente, o talude expressa a tangente do ângulo que a superfície inclinada forma com o horizonte);

- valeta de proteção de corte – dispositivo de drenagem superficial, disposto a montante das seções de corte, que tem por objetivo interceptar as águas superficiais que correm em direção à rampa do corte, conduzindo-as longitudinalmente para fora das seções de corte; geralmente são pequenas valas simplesmente cavadas no terreno natural, sendo o material resultante da escavação depositado a jusante da valeta, constituindo um pequeno dique, denominado banquetta de proteção do corte, cuja função é a de servir como barreira para prevenção quanto a eventuais extravasamentos da valeta; e
- *off-sets* – dispositivos (geralmente varas ou estacas) que servem para referenciar a posição das marcas físicas correspondentes às cristas dos cortes ou dos pés dos aterros, colocados em pontos afastados por uma distância fixa convencionada (daí a denominação, do original em inglês, que designa tal afastamento), com o objetivo de facilitar a reposição das marcas, se arrancadas durante a construção dos cortes ou dos aterros.

Segundo Lee (2000), o DNER estabelece a classificação técnica de uma rodovia (ou do projeto de uma rodovia) de acordo com o volume de tráfego a ser atendido por ela e o relevo da região atravessada.

“O volume de tráfego em uma seção ou em um trecho de uma rodovia é, por definição, o número de veículos que passa pela seção ou pelo trecho em um dado intervalo de tempo, sendo a grandeza que expressa a demanda que solicita a rodovia” (LEE, 2000).

“Para cada classe de projeto, as normas estabelecem a velocidade diretriz mínima recomendada para o projeto da rodovia, em função do relevo da região atravessada”, sendo a velocidade diretriz “a maior velocidade com que um trecho de rodovia pode ser percorrido, com segurança, considerando apenas as limitações impostas pelas características geométricas da rodovia; a velocidade diretriz é a velocidade selecionada para fins de projeto” (LEE, 2000).

Segundo Lee (2000), a AASHTO classificação do relevo do terreno de acordo com a influência que o mesmo exerce na conformação das características do traçado resultante do projeto da rodovia, definindo:

- relevo plano – onde as distâncias de visibilidade permitidas pela geometria da rodovia podem resultar bastante longas sem que para isso se incorra em maiores dificuldades construtivas ou custos mais elevados;

- relevo ondulado – onde as declividades do terreno natural passam a exigir constantes cortes e aterros para a conformação do perfil da rodovia, com ocasionais inclinações acentuadas, oferecendo restrição ao desenvolvimento normal dos alinhamentos horizontais e verticais; e
- relevo montanhoso – caracterizado por mudanças abruptas de elevações entre o terreno natural e a plataforma da rodovia, tanto longitudinal quanto transversalmente, demandando freqüentes aterros e cortes nas encostas para se conformar a geometria horizontal e vertical da rodovia.

Segundo Lee (2000) e IPR 696 (1996), as principais características técnicas, cujos valores limites são especificamente fixados pelas Normas do DNER para as diferentes classes de projeto, são as seguintes:

- Distância de Visibilidade de Parada – A distância que um veículo percorre, desde a percepção de um obstáculo, pelo motorista, até a parada total do veículo;
- distância de visibilidade de ultrapassagem – a distância livre necessária entre um veículo, que deseja ultrapassar outro mais lento à sua frente, e um veículo que esteja se deslocando em sentido contrário (em rodovia de pista simples), para que a manobra possa ser completada com segurança;
- raio de curva horizontal – o raio de curva circular utilizada no projeto em planta;
- superelevação – a inclinação transversal da pista (geralmente expressa em %), nos trechos em curva horizontal, que serve para contrabalançar o efeito da força centrífuga;
- rampa (aclive ou declive) – a inclinação longitudinal dos trechos retos do *greide*, no projeto em perfil (geralmente expressa em %);
- parâmetro K – o parâmetro que caracteriza uma parábola do 2º grau (curva utilizada no projeto em perfil), sendo seu valor dado pelo quociente entre o comprimento da parábola e a variação de rampas nos seus extremos, ou seja:  $K = L / \Delta i$  (em m/%);
- largura da faixa de trânsito – a largura com que devem ser projetadas as faixas de trânsito, que devem comportar os veículos com alguma folga lateral, para permitir pequenos desvios de trajetória;

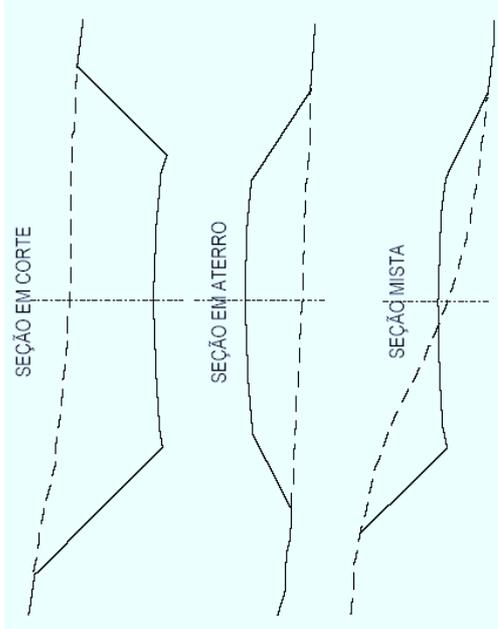
- largura do acostamento – a largura com que devem ser projetados os acostamentos para que estes possam atender às suas finalidades, influenciando nas condições oferecidas ao trânsito na rodovia;
- gabarito vertical – a altura livre, acima da superfície da pista de rolamento, que deve ser observada ao longo de toda a extensão do trecho projetado, para assegurar a passagem dos veículos nela autorizados a transitar;
- afastamento lateral do bordo – a distância livre existente entre o bordo da faixa de trânsito ou da porção transitável do acostamento e um obstáculo físico;
- largura do canteiro central – a largura do espaço (ou do dispositivo de separação física) das pistas, no caso de pista dupla, medido entre os bordos das faixas internas, incluindo, por definição, as larguras dos acostamentos internos.

As quadros D.01 e D.02 apresentam, respectivamente, as normas admissíveis para o melhoramento de estradas existentes e as características técnicas para o projeto de rodovias novas.

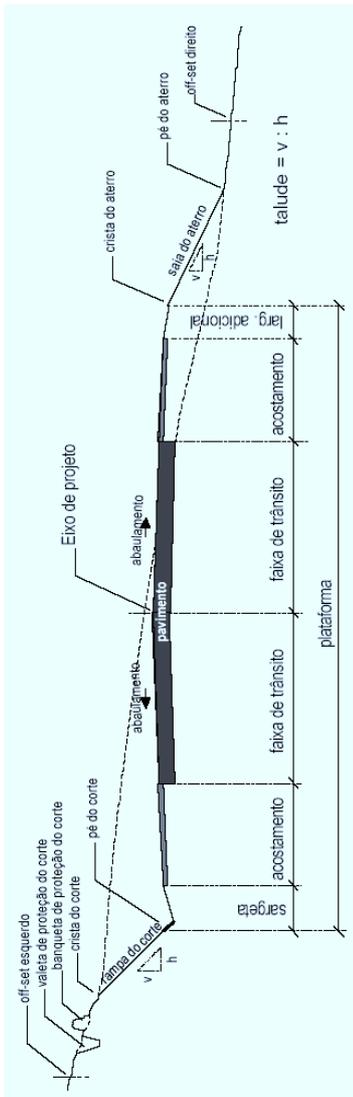
#### **QUADRO D.01 – Normas admissíveis para o melhoramento de estradas existentes.**

Características Técnicas	Relevo da Região	Classe da Rodovia			
		M-0	M-I	M-II	M-III/IV
Velocidade Diretriz (km/h)	Plano	100	100	80	60
	Ondulado	80	80	60	40
	Montanhoso	60	60	40	30
Raio Mínimo da Curva Horizontal (m)	Plano	430	340	200	110
	Ondulado	280	200	110	50
	Montanhoso	160	110	50	30
Rampa Máxima (%)	Plano	3	3	3	4
	Ondulado	4	4,5	5	6
	Montanhoso	5	6	7	8
Distância Mínima de Visibilidade de Parada (m)	Plano	150	150	100	75
	Ondulado	100	100	75	50
	Montanhoso	75	75	50	-
Distância Mínima de Visibilidade de Ultrapassagem (m)	Plano	650	650	500	350
	Ondulado	500	500	350	175
	Montanhoso	350	350	175	-
Largura da Pista de Rolamento (m)	Plano	7,5	7,0	7,0	7,0
	Ondulado	7,5	7,0	6,0-7,0	6,0-7,0
	Montanhoso	7,5	7,0	6,0	6,0
Largura do Rolamento Externo (m)	Plano	3,00	2,50	2,00	1,50
	Ondulado	2,50	2,00	1,50	1,20
	Montanhoso	2,00	1,50	1,20	1,00
	Muito montanhoso	1,50	1,00	1,00	0,80
Largura da Faixa de Domínio (m)	Plano	-	60	30	30
	Ondulado	-	70	40	30
	Montanhoso	-	80	50	50

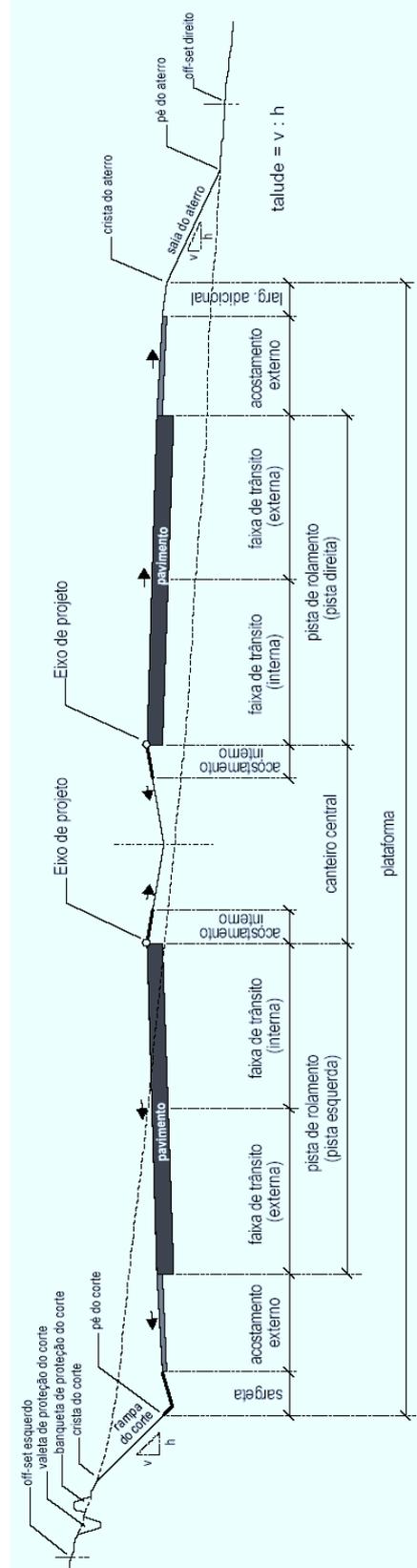
Fonte: Manual de projeto geométrico de rodovias rurais (DNER, 1999, p. 172), citado por Lee (2000).



**FIGURA D.02 – Configurações típicas de seções transversais (Fonte: Lee, 2000).**



**FIGURA D.01 – Elementos de seção transversal de rodovias em pista simples (Fonte: Lee, 2000).**



**FIGURA D.03 – Elementos de seção transversal de rodovias em pista dupla (Fonte: Lee, 2000).**

**QUADRO D.02 – Características técnicas para o projeto de rodovias**

Descrição das características técnicas	Unidade	CLASSE 0			CLASSE I			CLASSE II			CLASSE III			CLASSE IV A			CLASSE IV B		
		Plano	Ond.	Mont	Plano	Ond.	Mont	Plano	Ond.	Mont	Plano	Ond.	Mont	Plano	Ond.	Mont	Plano	Ond.	Mont
Velocidade diretriz mínima	km/h	120	100	80	100	80	60	100	70	50	80	60	40	80	60	40	60	40	30
Dist. de visibilidade de parada: Mínima desejável	m	310	210	140	210	140	85	210	110	65	140	85	45	140	85	45	85	45	30
	m	205	155	110	155	110	75	155	90	60	110	75	45	110	75	45	75	45	30
Dist. mín. de vis. de ultrapassagem	m	-	-	-	680 <sup>1</sup>	420 <sup>1</sup>	420 <sup>1</sup>	680	490	350	560	420	270	560	420	270	420	270	180
R. mín curva horiz (superel máx)	m	540	345	210	345	210	115	375	170	80	230	125	50	230	125	50	125	50	25
Taxa de superelevação máxima	%	10	10	10	10	10	10 <sup>2</sup>	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Rampa máxima: Máximo desejado	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	%	3	4	5	3	4,5	6	3	5	7	4	6	8	4	6	8	6	10	10
K para curvas verticais convexas:	m/%	233	107	48	107	48	18	107	29	10	48	18	5	48	18	5	18	5	2
	m/%	102	58	29	58	29	14	58	20	9	29	14	5	29	14	5	14	5	2
K para curvas verticais côncavas:	m/%	80	52	32	52	32	17	52	24	12	32	17	7	32	17	7	17	7	4
	m/%	50	36	24	36	24	15	36	19	11	24	15	7	24	15	7	15	7	4
Largura da faixa de trânsito: Mínimo desejado	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	m	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,50	3,30	3,50	3,30	3,30	3,00	3,00	3,00	2,50	2,50	2,50
Largura do acostamento externo: Mínimo desejado	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	m	3,00	3,00	3,00	3,00	2,50	2,50	2,50	2,00	2,00	2,50	2,00	1,50	1,30	1,30	0,80	1,00	1,00	0,50
Largura do acostamento interno: Pistas de 2 faixas	m	0,6-1,2	0,6-1,0	0,5-0,6	Somente para a Classe IA; aplicam-se os mesmos valores indicados para a Classe 0			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	m	2,5-3,0	2,0-2,5	2,0-2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	m	3,0	2,5-3,0	2,5-3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cabarito vertical (altura livre): Mínimo desejado	m	-	-	-	-	-	-	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50
	m	5,50	5,50	5,50	5,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Afast. mín bordo do acostamento: Obstáculos contínuos	m	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
	m	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Largura do canteiro central: Largura desejável	m	10-18	10-18	10-18	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12
	m	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6
	m	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7
Mínimo absoluto	m	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7

<sup>1</sup> Classe IB – <sup>2</sup> Somente para a Classe IA; para a Classe IB, considerar 8%.

Fonte dos dados primários: Manual de projeto geométrico de rodovias rurais (DNER, 1999, p. 161-168), citado por Lee (2000).

## **D.2. Estudos de Traçado**

A fase preliminar ao projeto geométrico é o estudo do seu traçado, o qual é subdividido nas etapas de Reconhecimento e Exploração (Lee, 2000).

Segundo Lee (2000), o reconhecimento resume-se em escolher a “Diretriz de um traçado ou de uma rodovia” (itinerário no qual pode-se lançar a rodovia), a qual permite o lançamento do melhor “Traçado de uma rodovia” (linha do projeto geométrico de uma rodovia em planta e perfil) do ponto de vista técnico e econômico.

O processo de reconhecimento compreende:

- exame de mapas e cartas da região;
- inspeção *in loco*;
- sobrevôo da região; e
- exame de fotografias aéreas, de cartas imagens de radar e de imagens obtidas por satélite.

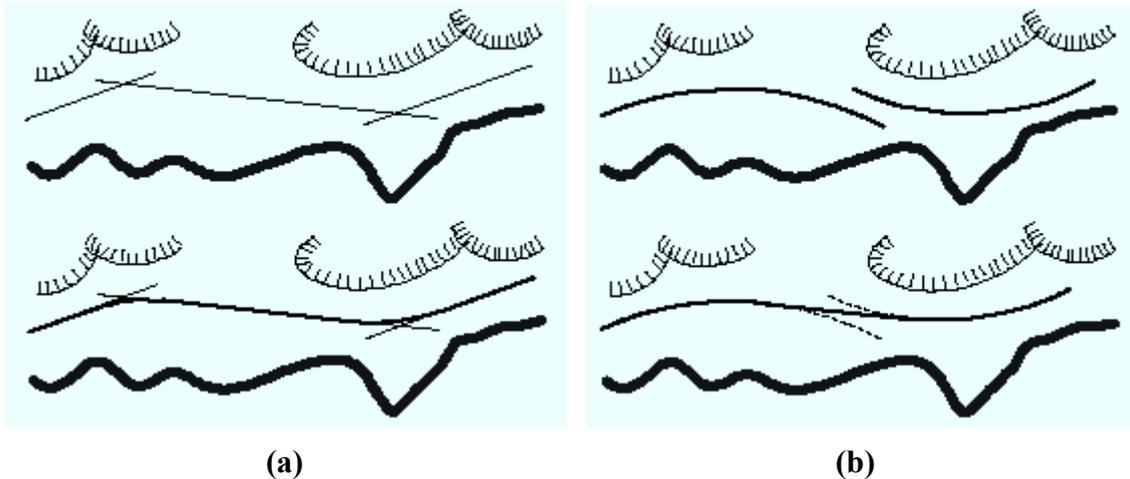
A exploração “tem como objetivo o lançamento detalhado da diretriz, visando à obtenção de uma planta plani-altimétrica da faixa de terreno que constitui esta diretriz” (Lee, 2000), onde a equipe de topografia materializa, através de piquetes cravados no terreno, uma linha poligonal ao longo da faixa do terreno, além de anotar os seus elementos geométricos básicos, tanto plano quanto altimétrico.

### **D.2.1. Definição dos Traçado**

As publicações do DNER, IPR 706/20 (1999) e IPR S/N (1974), citadas por Lee (2000), fazem algumas recomendações quanto ao traçado de rodovias. Essas recomendações podem servir como mecanismo de análise crítica de projetos geométricos, sendo observadas a seguir.

#### **D.2.1.1. Recomendações quanto ao traçado em planta**

- os traçados em planta devem ser constituídos por arcos de circunferência de raios e desenvolvimento tão amplos quanto a topografia permitir, concordados com pequenas tangentes (figura D.04-a). Deve-se evitar tangentes longas e curvas de pequenos raios (figura D.04-b);



**FIGURA D.04 – (a) Tangentes longas e curvas de pequeno raio; e (b) Raios longos com tangentes curtas (Fonte: Lee, 2000).**

- limitações da extensão em tangente:

$$\left\{ \begin{array}{l} L \leq 3km \\ L \leq 2,5 \text{ vezes o comprimento médio das curvas adjacentes.} \\ L \leq \text{distância percorrida por um veículo, durante 1,5 min, na velocidade diretriz.} \end{array} \right.$$

- os ângulos de deflexão ( $I$ ) devem estar entre  $10^\circ$  e  $35^\circ$ . Para deflexões inferiores a  $5^\circ$ , efetuar concordância, com comprimento de curva maior que  $30 \cdot (10 - I^\circ)$  (m). Deflexões menores que  $15'$  dispensam concordância com curva horizontal;
- nas extremidades de tangentes longas não devem ser projetadas curvas de pequeno raio;
- evitar o uso de curvas com raios muito grandes (maiores que 5.000 m, por exemplo);
- raios de curvas consecutivas não devem sofrer grandes variações, devendo respeitar as relações estabelecidas no gráfico da figura D.05;
- duas curvas horizontais de sentidos opostos devem ser concordadas, preferencialmente, com a tangente mínima necessária; e
- as concordâncias entre duas curvas horizontais de mesmo sentido seguem o seguinte:

\* Concordância com curva composta :

$R_1$  → raio maior

$R_2$  → raio menor

$$R_2 < 100m : \frac{R_1}{R_2} < 1,3$$

$$100m < R_2 < 500m : \frac{R_1}{R_2} < 1,5$$

$$500m < R_2 < 1.000m : \frac{R_1}{R_2} < 1,7$$

$$R_2 > 1.000m : \frac{R_1}{R_2} < 2,0$$

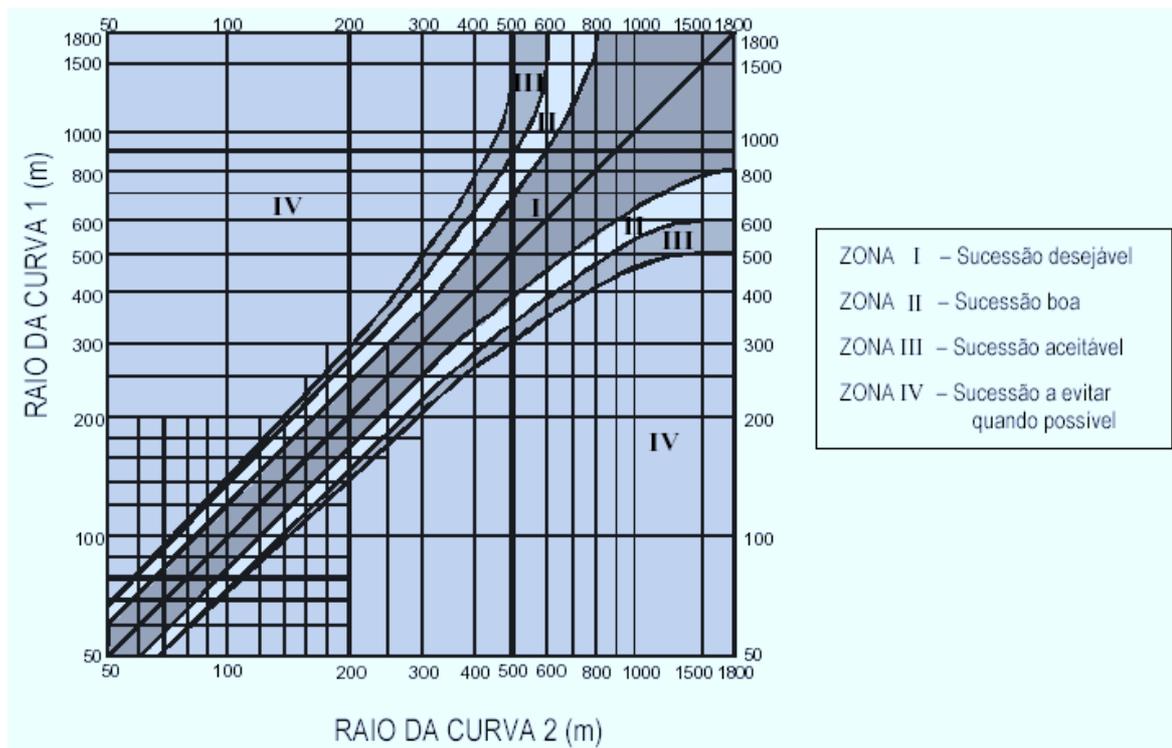
\* Concordância com tangente intermediária :

$L$  → comprimento da tangente intermediária

$V$  → velocidade diretriz

Onde :  $L >$  distância percorrida por um veículo, durante 15s, na velocidade diretriz, então :

$$L(m) > 4 \cdot V(km/h)$$



**FIGURA D.05 – Critérios para escolha de raios de curvas sucessivas (Fonte: IPR 706/20, 1999).**

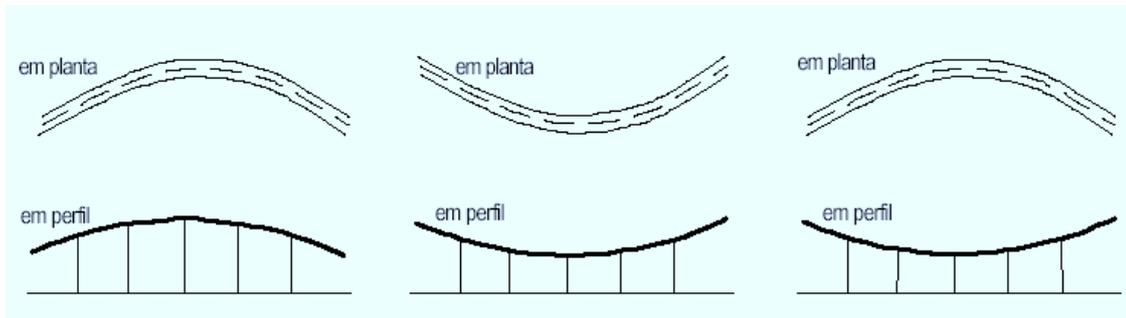
#### D.2.1.2. Recomendações quanto ao traçado em perfil

- no traçado em perfil do greide deve-se evitar as constantes quebras de alinhamento vertical e os pequenos comprimentos com rampas diferentes;

- a inclinação do greide em trechos em corte ou em seção mista deve ser maior ou igual a 1,000%, por motivos de drenagem. O mínimo permitido é de 0,350% a uma extensão mínima de 30,00 m;
- nos trechos em corte deve-se evitar concavidades com rampas de sinais contrários, para evitar problemas com drenagem superficial; e
- em regiões planas, o greide deve ser preferencialmente elevado.

### D.2.1.3. Recomendações quanto ao traçado coordenado em planta e em perfil

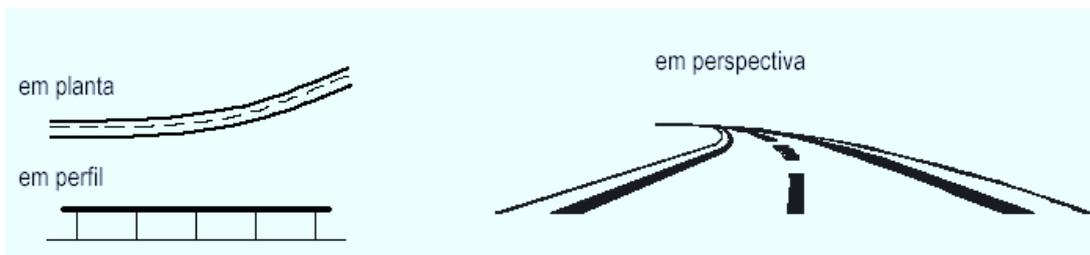
- tangentes e curvas horizontais de grandes raios não devem estar associadas a rampas elevadas, nem as curvas horizontais de pequenos raios devem estar associadas as rampas pequenas;
- as tangentes longas devem estar associadas à curvas verticais côncavas; e
- o vértice da curva horizontal devem coincidir ou fica próximo ao vértice da curva vertical. A curva horizontal deve iniciar antes da curva vertical. A figura D.06 apresenta 3 combinações desejadas entre curvas horizontais e verticais.



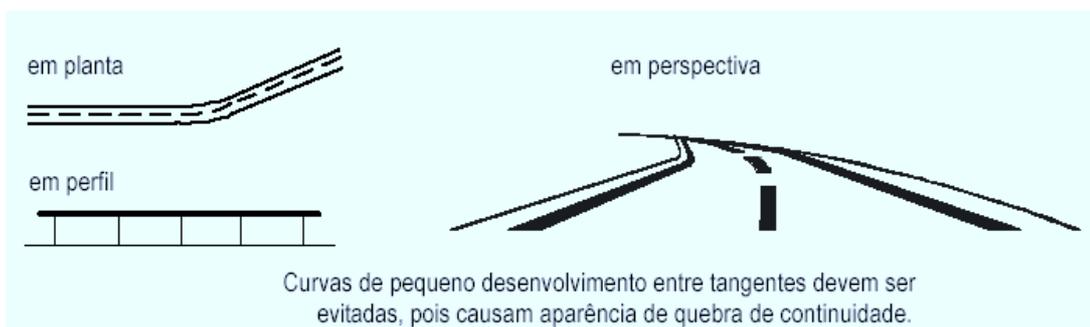
**FIGURA D.06 – Coordenação de curvas horizontais e verticais (Fonte: Lee, 2000).**

### D.2.2. Defeitos de Traçado

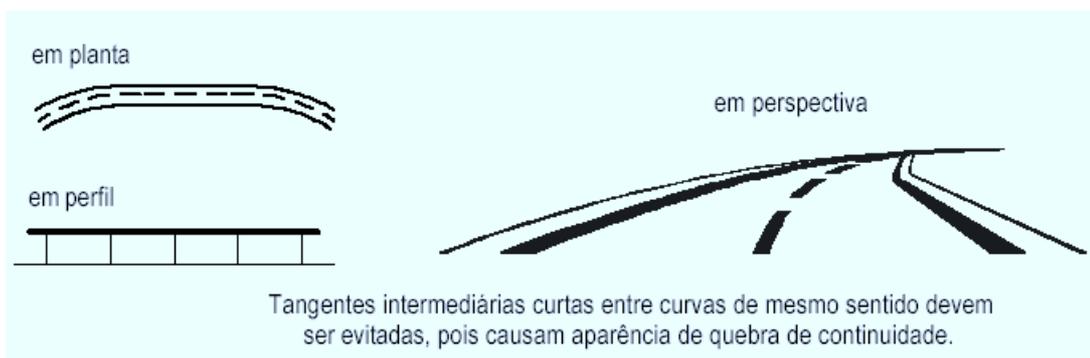
As diretrizes para concepção de estradas do DER/SC, DER/SC DCE-T (1993) e DER/SC DCE-C (1999), citadas por Lee (2000), apresentam alguns defeitos frequentes de traçados, caracterizando-os através de figuras (figura D.07 a figura D.18) em planta, perfil e perspectiva, os quais devem ser evitados durante a elaboração de projetos, servindo, assim, como outra fonte para análise crítica de projetos geométricos.



**FIGURA D.07 – Pista sem dobra ótica (Fonte: DER/SC DCE-T, 1993).**



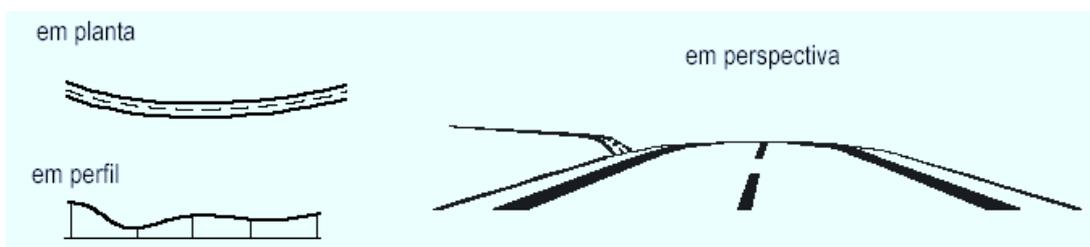
**FIGURA D.08– Pista com dobra ótica (Fonte: DER/SC DCE-T, 1993).**



**FIGURA D.09 – Dobras e defeitos ótica (Fonte: DER/SC DCE-T, 1993).**



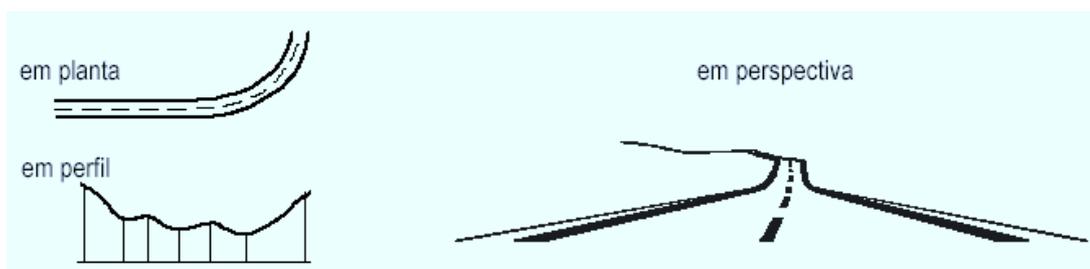
**FIGURA D.10 – Defeitos em traçados: mergulho em tangente (Fonte: DER/SC DCE-C, 1999).**



**FIGURA D.11 – Defeitos em traçados: mergulho em curva (Fonte: DER/SC DCE-C, 1999).**



**FIGURA D.12 – Defeitos em traçados: abaulamento (tobogã) (Fonte: DER/SC DCE-C, 1999).**



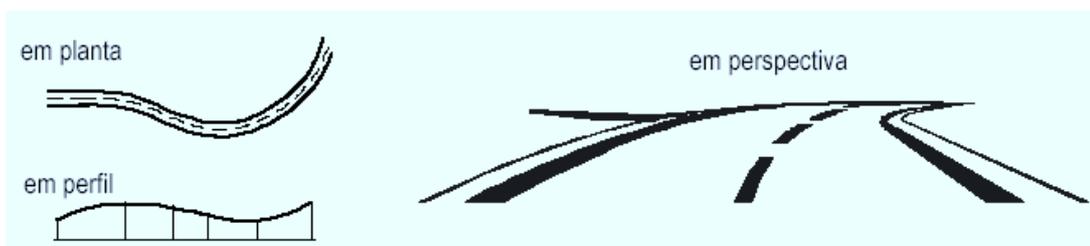
**FIGURA D.13 – Defeitos em traçados: ondulações na curva (Fonte: DER/SC DCE-C, 1999).**



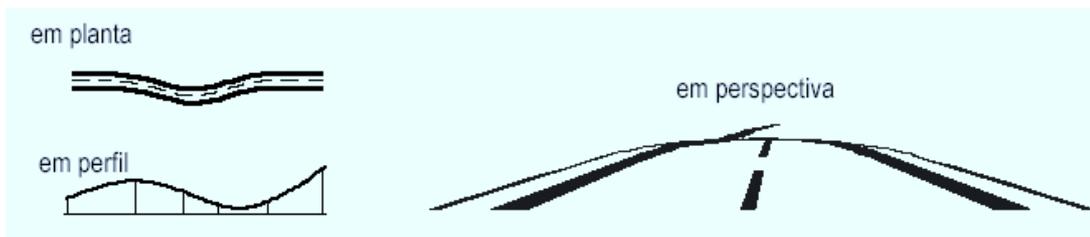
**FIGURA D.14 – Defeitos em traçados: mergulho raso (Fonte: DER/SC DCE-C, 1999).**



**FIGURA D.15 – Defeitos em traçados: mergulho profundo (Fonte: DER/SC DCE-C, 1999).**



**FIGURA D.16 – Defeitos em traçados: salto (Fonte: DER/SC DCE-C, 1999).**



**FIGURA D.17 – Defeitos em traçados: salto com deflexão (Fonte: DER/SC DCE-C, 1999).**



**FIGURA D.18 – Defeitos em traçados: início da curva horizontal na área convexa (Fonte: DER/SC DCE-C, 1999).**

### D.2.3. Veículo de Projeto

A resolução nº 12, de 6 de Fevereiro de 1998, do Conselho Nacional de Trânsito determinou os seguintes limites para dimensões e pesos dos veículos em trânsito livre:

- dimensões:

$$L_{máx} = 2,60m;$$

$$H_{máx} = 4,40m;$$

Comprimento total :

veículos simples = 14,00m;

veículos articulados = 18,15m;

veículos com reboque = 19,80m.

- peso bruto:

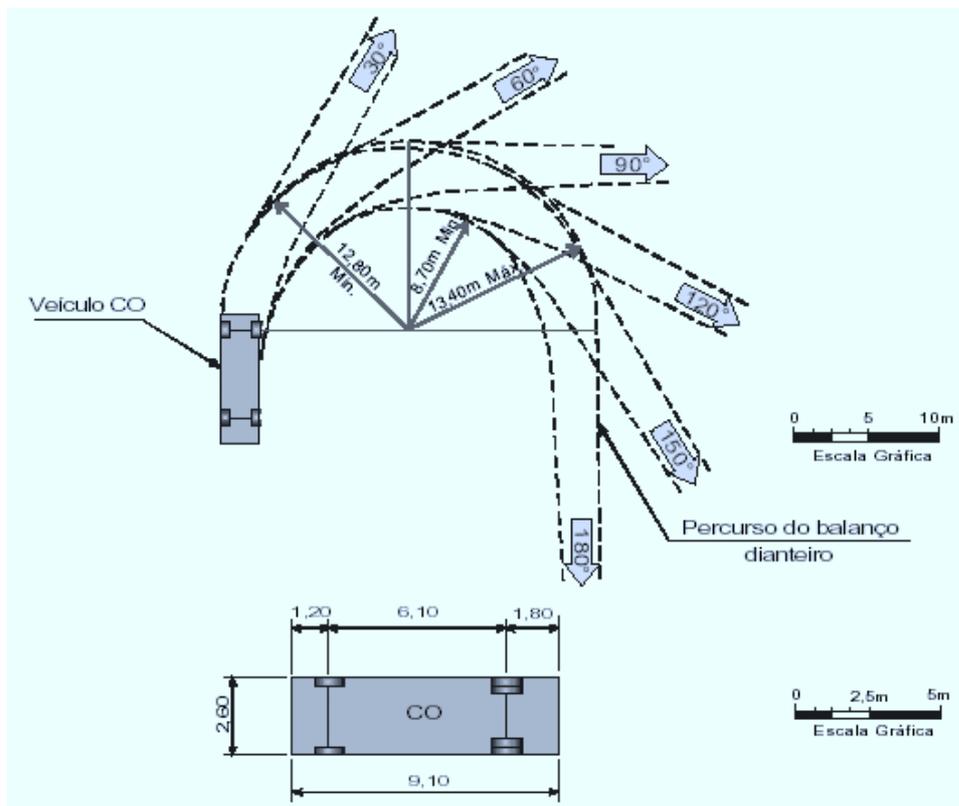
Total, por unidade ou combinação de veículos = 45t;

Por eixo isolado = 10t;

Por conjunto de 2 eixos em “tandem” = 17t;

Por conjunto de 2 eixos não em “tandem” = 15t.

De acordo com a IPR 706/20 (1999), citada por Lee (2000), as dimensões e trajetórias mínimas dos elementos (ou pontos) do veículo CO (padrão), os quais atendem as necessidades de projeto, estão indicadas na figura D.19.



**FIGURA D.19 – Dimensões e gabaritos de giro: veículo tipo CO (Fonte: IPR 706/20, 1999).**

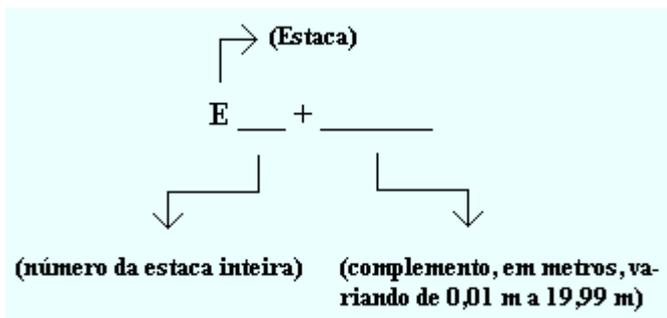
### D.3. Elementos Planimétricos

A planta de uma rodovia é constituída por trechos retos (chamados de tangentes) e por concordâncias em seus vértices (chamadas de curvas horizontais), os quais devem ser locados através de um processo de estaqueamento, a cada 20,00 m, a partir do ponto de partida (PP) que constitui a estaca “0”. A distância de estaqueamento pode variar nas curvas (quadro D.03) e é comum haver casos de estacas fracionárias, que recebe a nomenclatura da estaca inteira seguida por seu complemento em metros, conforme indicado na figura D.20.

#### QUADRO D.03 – Cordas admissíveis para as curvas.

Raios de Curvas (R)	Cordas Máximas (C)
$R < 100,00 \text{ m}$	5,00 m
$100,00 \text{ m} < R < 600,00 \text{ m}$	10,00 m
$R > 600,00 \text{ m}$	20,00 m

Fonte: IPR S/N (1974).

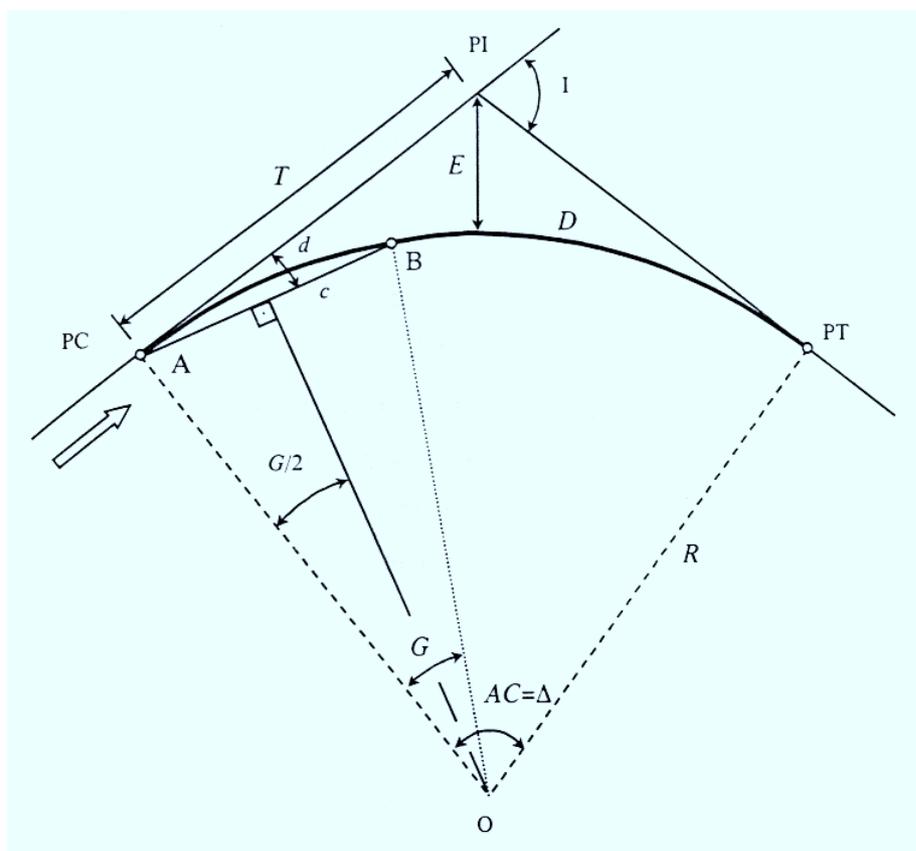


**FIGURA D.20 – Nomenclatura usual de estacas.**

### D.3.1. Concordância em Curva Circular Simples

A concordância de tangentes realizada em curva circular simples é considerada a mais fácil que existe para projeto, porém a mesma, mesmo sendo bastante utilizada, não é indicada para utilização, pois não prevê um comprimento de transição necessário para uma tangente aumentar a largura de sua seção transversal e entrar em uma curva contendo o acréscimo de sua superlargura.

O seu procedimento de cálculo, de acordo com Lee (2000) e Pontes Filho (1998), segue-se de acordo com as equações D.01 a D.09 para os elementos da figura D.21.



**FIGURA D.21 – Esquema da concordância com curva circular simples (Fonte adaptada: Pontes Filho, 1998).**

PI → Ponto de Interseção;

PC → Ponto de Curva (PCE à esquerda e PCD à direita);

PT → Ponto de Tangente;

$I$  → Ângulo de deflexão entre as duas tangentes que passam por PI;

$AC$  → Ângulo Central que tem o mesmo valor de  $I$ ;

$T$  → Tangente Externa ou Exterior (m);

$c$  → Corda do segmento  $\overline{AB}$  (m);

$D$  → Desenvolvimento (ou comprimento) da curva circular (m);

$R$  → Raio da curva circular (m);

$O$  → Centro da curva circular;

$d_c$  → Deflexão da tangente passando por A para o segmento  $\overline{AB}$ ;

$G_c$  → Grau da curva para uma corda  $c$ ; e

$E$  → Afastamento do PI a curva circular (m).

Onde:

$$T = R \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{AC}{2}\right) \quad (\text{Eq. D.01})$$

$$D = AC \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \cdot R \quad (\text{Eq. D.02})$$

$$E = T \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{AC}{4}\right) \quad (\text{Eq. D.03})$$

$$G_c = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{c}{R} = 2 \cdot \operatorname{arc} \cdot \operatorname{sen}\left(\frac{c}{2R}\right) \quad (\text{Eq. D.04})$$

$$d_c = \frac{G_c}{2} \quad (\text{Eq. D.05})$$

$$d_m = \frac{G_c}{2 \cdot c}, \text{ onde } : d_m \rightarrow \text{deflexão por metro} \quad (\text{Eq. D.06})$$

$$d_l = l \cdot d_m, \text{ onde } : d_l \rightarrow \text{deflexão para um arco de comprimento } l \quad (\text{Eq. D.07})$$

Estacas:

$$E(PC) = E(PI) - [T] \quad (\text{Eq. D.08})$$

$$E(PT) = E(PC) + [D] \quad (\text{Eq. D.09})$$

Quando quer-se obter valores de deflexão não fracionários, para facilitar o processo de locação dos pontos, pode-se utilizar a equação D.10 para a determinação do raio da curva  $R$  (Lee, 2000).

$$R = \frac{c}{2 \cdot \text{sen}(d_c)}, \quad (\text{Eq. D.10})$$

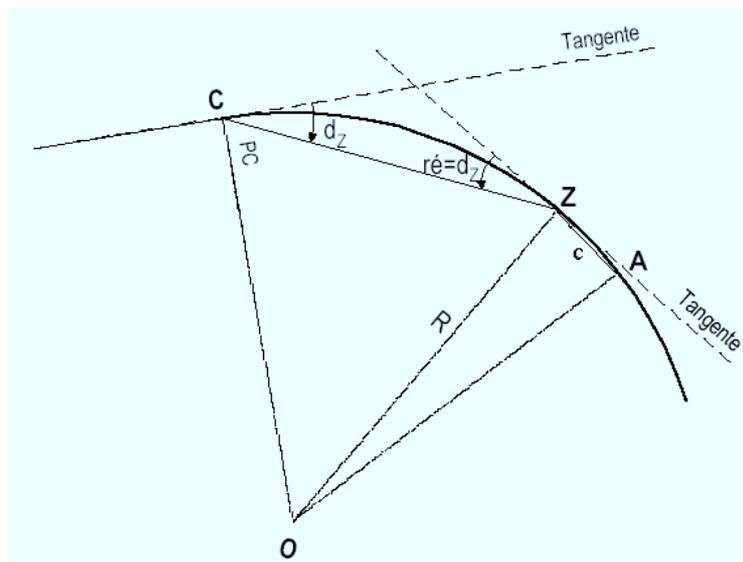
onde o valor de  $d_c$  é um valor inteiro e calculado através do arredondamento do  $d_m$ , convertendo-se para  $d_c$  através da equação 1.07 (Ex.:  $d_m = 0^\circ 08' 36'' \rightarrow d_m = 0^\circ 08' 00'' \therefore d_c$  para  $c = 10m \rightarrow d_c = 10 \times 0^\circ 08' 00'' = 1^\circ 20' 00''$ ).

O processo de locação da curva circular simples segue com a instalação do teodolito no PC e medição das deflexões para cada corda  $c$  até chegar ao PT. Caso seja necessário instalar o teodolito em um ponto  $z$  qualquer, basta determinar-se o “ângulo de ré” para a estação anterior (Lee, 2000).

O quadro D.04 apresenta um modelo de “caderneta de campo” para a locação de curva circular simples e os cálculos necessários para a situação exposta na figura D.22.

**QUADRO D.04 – Locação de curva circular simples por estaca fracionária.**

Estacas	Arcos (m)	Deflexões		Azimutes	Observações
		Simples	Acumuladas		
⊗ PC = $E_{N1}+x$	–	–	–	$Az_{(PC)}$	
$E_{N2}+(x+2c)$	$c$	$d_c$	$d_2 = d_c + d_1$		
$E_{N3}+(x+3c)$	$c$	$d_c$	$d_3 = d_c + d_2$		
⊗ Z = $E_{N4}+(x+4c)$	$c$	$d_c$	$d_4 = d_c + d_3$	$Az_{(Z)}=Az_{(PC)}+Ré+$ $Vante=Az_{(PC)}+2d_4$	$Ré=Vante=d_4$
$E_{N5}+(x+5c)$	$c$	$d_c$	$d_5 = d_c$		
$E_{N6}+(x+2c)$	$c$	$d_c$	$d_6 = d_c + d_5$		
$E_{N7}+(x+3c)$	$c$	$d_c$	$d_7 = d_c + d_6$		
$E_{N8}+(x+4c)$	$c$	$d_c$	$d_8 = d_c + d_7$		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$E_{N(n-1)}+(x+(n-2)c)$	$c$	$d_c$	$d_{(n-1)} = d_c + d_{(n-2)}$		
⊗ PT = $E_{Nn}+(x+(n-2)c+c_2)$	$c_2$	$c_2 \cdot d_m$	$d_n = c_2 \cdot d_m + d_{(n-1)}$	$Az_{(Z)}=Az_{(Z)}+2d_n$	$Ré=d_n$



**FIGURA D.22 – Esquema da concordância com curva circular simples (Fonte adaptada: Lee, 2000).**

Onde:

$c_2$  → segmento de arco complementar até o PT;

Z → nova estação a instalar o teodolito;

$A_z$  → azimute real ou magnético de um ponto;

$d_i$  → deflexão entre uma tangente e um ponto (i) da curva;

Ré → ângulo ré de um ponto B p/ um ponto A, que é a mesma deflexão de vante de A p/ B;

⊗ → mudança de estação.

### D.3.2. Concordância em Curva de Transição

Segundo Lee (2000), as curvas de transição servem para evitar que os efeitos do “choque dinâmico” da passagem instantânea da tangente para a curva circular, sendo dispensadas apenas conforme descrito no quadro D.05.

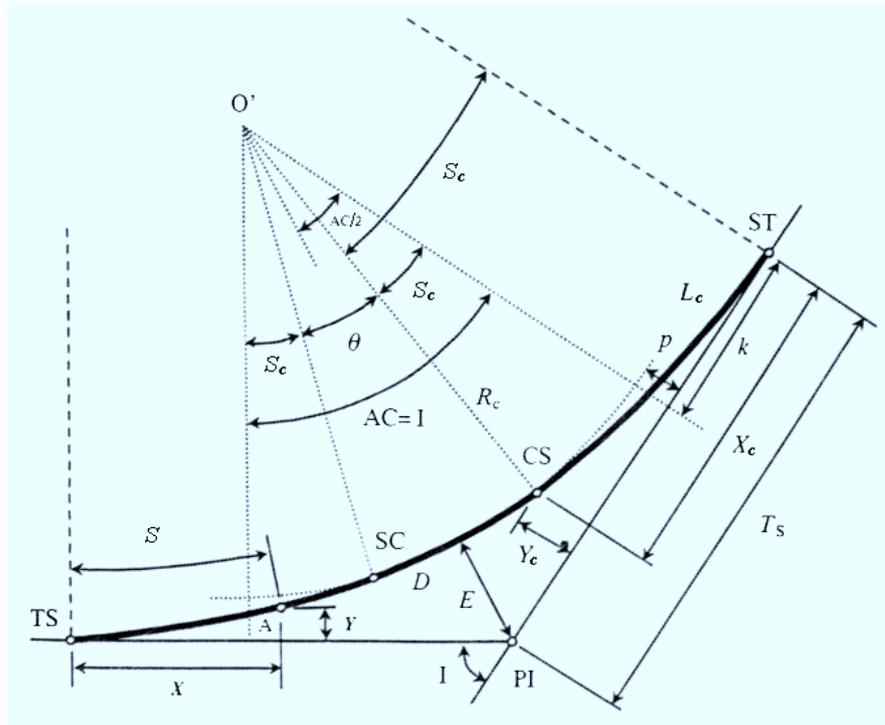
#### QUADRO D.05 – Valores de R que dispensam curvas de transição.

V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
R (m)	170	300	500	700	950	1.200	1.550	1.900	2.300	2.800

Fonte: IPR 706/20 (1999).

“Como sua própria denominação sugere, uma curva de transição tem a função primária de permitir a passagem gradativa de um traçado em tangente para um traçado em curva circular” (Lee, 2000).

A transição realizada com raio conservado pode ser feita conforme a seqüência de cálculo determinada por Lee (2000) e Pontes Filho (1998) para os elementos da figura D.23.



**FIGURA D.23 – Esquema da concordância em curva de transição (Fonte adaptada: Pontes Filho, 1998).**

Onde:

$O'$  → Centro do trecho circular afastado;

PI → Ponto de Interseção de tangentes;

A → Ponto genérico da transição;

$x_s$  → Abscissas dos pontos SC e CS;

$y_s$  → Ordenadas dos pontos SC e CS;

$T_s$  → Tangente Externa ou Exterior (m);

$k$  → Abscissa do pontos  $O'$ ;

$p$  → Afastamento da curva circular;

$x$  → Abscissa de um ponto genérico A;

$y$  → Ordenada de um ponto genérico A;

$S_c$  → Ângulo central correspondente à um ramo da espiral (ângulo de transição);

$\theta$  → Ângulo central correspondente à curva circular;

AC → Ângulo central;

I → Deflexão das tangentes;

$D_c$  → Desenvolvimento do trecho circular;

R → Raio da curva circular;

$L_c$  → Comprimento do trecho em transição;

E → Distância do PI à curva circular;

TS → Ponto tangente - espiral;  
 SC → Ponto espiral - circular;  
 CS → Ponto circular - espiral; e  
 ST → Ponto espiral - tangente.

Então:

O comprimento de transição mínimo ( $L_{c_{\min}}$ ) deverá atender aos seguintes aspectos:

- critério de comprimento mínimo absoluto:

$$L_{c_{\min}} = 0,56 \cdot V \geq 30m \quad (\text{Eq. D.11})$$

- critério da fluência ótica ( $R \geq 800m$ ):

$$L_{c_{\min}} = \frac{1}{9} \cdot R \quad (\text{Eq. D.12})$$

- critério do conforto (critério da taxa de variação da aceleração centrífuga):

$$L_{c_{\min}} = \frac{V^3}{46,656 \cdot C \cdot R} - \frac{e_R \cdot V}{0,367 \cdot C} \quad (\text{Eq. D.13})$$

Com,

$$C = 1,5 - 0,009 \cdot V \quad (\text{Eq. D.14})$$

Onde:

$e_R$  → superelevação da curva curricular ( $m/m$ ); e

$C$  → taxa máxima admissível de variação da aceleração transversal ( $m/s^3$ ).

- critério da máxima rampa de superelevação:

$$L_{c_{\min}} = F_m \cdot L_F \cdot \frac{e_R}{r_{\max}} \quad (\text{Eq. D.15})$$

Onde:

$F_m$  → fator multiplicador em função da largura de rotação da pista (quadro D.06); e

$r_{\max}$  → rampa de superelevação máxima admissível (quadro D.07).

**QUADRO D.06 – Fatores multiplicadores para  $L_{mín}$ .**

Largura de rotação da pista	Fator multiplicador ( $F_m$ )
Caso básico: giro de 1 faixa	1,0
Giro conjunto de 2 faixas	1,5
Giro conjunto de 3 faixas	2,0
Giro conjunto de 4 faixas	2,5

Fonte: IPR 706/20 (1999).

**QUADRO D.07 – Rampas de superelevação admissível: caso básico.**

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	$\geq 100$
$r_{mín}$	1:137	1:154	1:169	1:185	1:200	1:213	1:233

Fonte: IPR 706/20 (1999).

Já o comprimento de transição máximo ( $L_{c_{máx}}$ ) deverá atender aos seguintes critérios:

- critério do ângulo central do clotoide:

$$L_{c_{máx}} = R \quad (\text{Eq. D.16})$$

- critério do tempo máximo de percurso:

$$L_{c_{máx}} = 2,2 \cdot V \quad (\text{Eq. D.17})$$

Os demais componentes da curva de transição com espiral são calculados da seguinte forma:

$$S = \frac{L^2}{2 \cdot R \cdot L_c} \quad (\text{Eq. D.18})$$

Onde:

$S \rightarrow$  ângulo central (radianos); e

$L \rightarrow$  comprimento de arco ( $m$ ).

$$S_c = \frac{L_c}{2 \cdot R} \quad (\text{Eq. D.19})$$

$$\theta = I - 2 \cdot S_c \quad (\text{Eq. D.20})$$

$$D_c = \theta \cdot R \quad (\text{Eq. D.21})$$

$$x = \frac{L \cdot S}{3} \cdot \left( 1 - \frac{S^2}{14} + \frac{S^4}{440} - \frac{S^6}{25.200} + \dots \right) \quad (\text{Eq. D.22})$$

$$y = L \cdot \left( 1 - \frac{S^2}{10} + \frac{S^4}{216} - \frac{S^6}{9.360} + \dots \right) \quad (\text{Eq. D.23})$$

Onde:

$x$  e  $y \rightarrow$  coordenadas cartesianas de um ponto qualquer.

$$x_c = \frac{L_c \cdot S_c}{3} \cdot \left( 1 - \frac{S_c^2}{14} + \frac{S_c^4}{440} - \dots \right) \quad (\text{Eq. D.24})$$

$$y_c = L_c \cdot \left( 1 - \frac{S_c^2}{10} + \frac{S_c^4}{216} - \dots \right) \quad (\text{Eq. D.25})$$

$$p = x_c - R \cdot [1 - \cos(S_c)] \quad (\text{Eq. D.26})$$

$$k = y_c - R \cdot \text{sen}(S_c) \quad (\text{Eq. D.27})$$

$$T_s = k + (p + R) \cdot \text{tg}\left(\frac{I}{2}\right) \quad (\text{Eq. D.28})$$

$$E = \frac{R + p}{\cos\left(\frac{I}{2}\right)} - R \quad (\text{Eq. D.29})$$

Estacas:

$$E(TS) = E(PI) - [T_s] \quad (\text{Eq. D.30})$$

$$E(SC) = E(TS) - [L_c] \quad (\text{Eq. D.31})$$

$$E(ST) = E(CS) + [D_c] \quad (\text{Eq. D.32})$$

$$E(ST) = E(CS) - [L_c] \quad (\text{Eq. D.33})$$

Para executar a locação de espirais por deflexão, pode-se realizá-la com o teodolito na origem da espiral ou por mudanças do teodolito.

Observando a figura D.24, a locação começa com o teodolito instalado no ponto “O” e depois o mesmo é deslocado para o ponto A. Pode-se então utilizar as seguintes equações para determinar as deflexões e ângulos de “ré”:

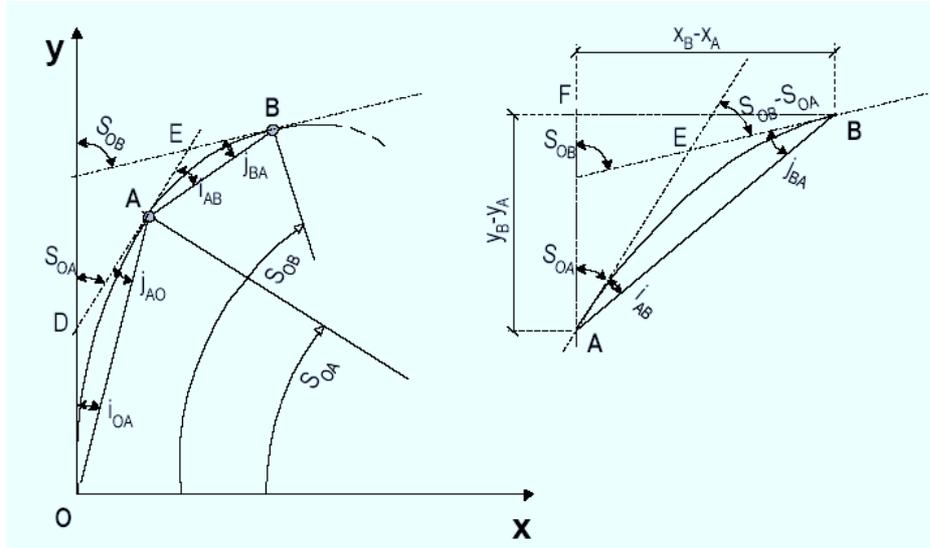


FIGURA D.24 – Deflexões num ponto qualquer da espiral (Fonte: Lee, 2000).

- teodolito instalado em A:

$$i_{OA} = \text{arc.tg} \left( \frac{x_A}{y_A} \right) \quad (\text{Eq. D.34})$$

$$j_{OA} = S_{OA} - i_{OA} \quad (\text{Eq. D.35})$$

Onde:

$i_{OA}$  → deflexão do ponto A com origem em "O";

$x_A$  e  $y_A$  → coordenadas do ponto A;

$j_{OA}$  → ângulo de ré da tangente no ponto A à origem em "O"; e

$S_{OA}$  → ângulo central no ponto A.

- teodolito deslocado para o ponto B:

$$i_{AB} = \text{arc.tg} \left( \frac{x_B - x_A}{y_B - y_A} \right) - S_{OA} \quad (\text{Eq. D.36})$$

$$j_{BA} = (S_{OB} - S_{OA}) - i_{AB} \quad (\text{Eq. D.37})$$

Onde:

$i_{OA}$  → deflexão do ponto A com origem em "O";

$x_A$  e  $y_A$  → coordenadas do ponto A;

$j_{OA}$  → ângulo de ré da tangente no ponto A à origem em "O"; e

$S_{OA}$  → ângulo central no ponto A.

Os quadros D.08 e D.09 apresentam os modelos de “caderneta de campo para a locação de espirais”, com teodolito instalado só na origem da espiral e com teodolito tendo que ser deslocado para outro ponto da espiral, respectivamente.

**QUADRO D.08 – Valores para locação da espiral.**

Pontos	Arco Acumulado (m)	S (radianos)	Coordenadas		Deflexões acumuladas (i)
			x (m)	y (m)	
$P_1$ (TS ou ST)	$L_1 = 0$	-	-	-	-
$P_2$	$L_2 = c + L_1$	$S_2 = \left( \frac{L_2^2}{2 \cdot R \cdot L_c} \right)$	$x_2 = \frac{L_2 \cdot S_2}{3}$ $\left( 1 - \frac{S_2^2}{14} + \frac{S_2^4}{440} - \dots \right)$	$y_2 = L_2 \cdot \left( 1 - \frac{S_2^2}{10} + \frac{S_2^4}{216} - \dots \right)$	$i_2 = \text{arc.tg} \left( \frac{x_2}{y_2} \right)$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$P_{(n-1)}$	$L_{(n-1)} = c + L_{(n-2)}$	$S_{(n-1)} = \left( \frac{L_{(n-1)}^2}{2 \cdot R \cdot L_c} \right)$	$x_{(n-1)} = \frac{L_{(n-1)} \cdot S_{(n-1)}}{3}$ $\left( 1 - \frac{S_{(n-1)}^2}{14} + \frac{S_{(n-1)}^4}{440} - \dots \right)$	$y_{(n-1)} = L_{(n-1)} \cdot \left( 1 - \frac{S_{(n-1)}^2}{10} + \frac{S_{(n-1)}^4}{216} - \dots \right)$	$i_{(n-1)} = \text{arc.tg} \left( \frac{x_{(n-1)}}{y_{(n-1)}} \right)$
$P_n$ (SC ou CS)	$L_n = c + L_{(n-1)}$	$S_n = \left( \frac{L_n^2}{2 \cdot R \cdot L_c} \right)$	$x_n = \frac{L_n \cdot S_n}{3}$ $\left( 1 - \frac{S_n^2}{14} + \frac{S_n^4}{440} - \dots \right)$	$y_n = L_n \cdot \left( 1 - \frac{S_n^2}{10} + \frac{S_n^4}{216} - \dots \right)$	$i_n = \text{arc.tg} \left( \frac{x_n}{y_n} \right)$

**QUADRO D.09 – Deflexões acumuladas para locação da espiral.**

Estacas	Arco Acumulado (m)	S (radianos)	Coordenadas	
			x (m)	y (m)
⊗ Origem – $P_1$ (TS)	$L_1 = 0$	-	-	-
$P_2$	$L_2 = c + L_1$	$S_2 = \left( \frac{L_2^2}{2 \cdot R \cdot L_c} \right)$	$x_2 = \frac{L_2 \cdot S_2}{3}$ $\left( 1 - \frac{S_2^2}{14} + \frac{S_2^4}{440} - \dots \right)$	$y_2 = L_2 \cdot \left( 1 - \frac{S_2^2}{10} + \frac{S_2^4}{216} - \dots \right)$
⊗ $P_3$	$L_3 = c + L_2$	$S_3 = \left( \frac{L_3^2}{2 \cdot R \cdot L_c} \right)$	$x_3 = \frac{L_3 \cdot S_3}{3}$ $\left( 1 - \frac{S_3^2}{14} + \frac{S_3^4}{440} - \dots \right)$	$y_3 = L_3 \cdot \left( 1 - \frac{S_3^2}{10} + \frac{S_3^4}{216} - \dots \right)$
$P_4$	$L_4 = c + L_3$	$S_4 = \left( \frac{L_4^2}{2 \cdot R \cdot L_c} \right)$	$x_4 = \frac{L_4 \cdot S_4}{3}$ $\left( 1 - \frac{S_4^2}{14} + \frac{S_4^4}{440} - \dots \right)$	$y_4 = L_4 \cdot \left( 1 - \frac{S_4^2}{10} + \frac{S_4^4}{216} - \dots \right)$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$P_{(n-1)}$	$L_{(n-1)} = c + L_{(n-2)}$	$S_{(n-1)} = \left( \frac{L_{(n-1)}^2}{2 \cdot R \cdot L_c} \right)$	$x_{(n-1)} = \frac{L_{(n-1)} \cdot S_{(n-1)}}{3}$ $\left( 1 - \frac{S_{(n-1)}^2}{14} + \frac{S_{(n-1)}^4}{440} - \dots \right)$	$y_{(n-1)} = L_{(n-1)} \cdot \left( 1 - \frac{S_{(n-1)}^2}{10} + \frac{S_{(n-1)}^4}{216} - \dots \right)$
⊗ Extremidade – $P_n$ (TS)	$L_n = c + L_{(n-1)}$	$S_n = \left( \frac{L_n^2}{2 \cdot R \cdot L_c} \right)$	$x_n = \frac{L_n \cdot S_n}{3}$ $\left( 1 - \frac{S_n^2}{14} + \frac{S_n^4}{440} - \dots \right)$	$y_n = L_n \cdot \left( 1 - \frac{S_n^2}{10} + \frac{S_n^4}{216} - \dots \right)$

Deflexões		Azimutes	Observações
Simples	Acumuladas		
-	-	$Az_1$	Tangente
-	$i_2 = \text{arc.tg}\left(\frac{x_2}{y_2}\right)$	$Az_3 = Az_1 + i_3 + j_3$	$Ré = j_3 = S_3 - i_3$
-	$i_3 = \text{arc.tg}\left(\frac{x_3}{y_3}\right)$		
-	$i_4 = \text{arc.tg}\left(\frac{x_4 - x_3}{y_4 - y_3}\right) - S_3$	⋮	⋮
⋮	⋮		
⋮	⋮		
-	$i_{(n-1)} = \text{arc.tg}\left(\frac{x_{(n-1)} - x_3}{y_{(n-1)} - y_3}\right) - S_3$		
-	$i_n = \text{arc.tg}\left(\frac{x_n - x_3}{y_n - y_3}\right) - S_3$	$Az_n = Az_3 + i_n + j_n$	$j_n = (S_n - S_3) - i_n$

Quando se vai para campo sem o conhecimento dos obstáculos que irão ser encontrados para a locação, costuma-se conduzir uma tabela que inclua todas as deflexões possíveis de ré e de vante, considerando-se mudanças do teodolito em todos os pontos, como uma forma de não ser preciso que a equipe de topografia realize estes cálculos em campo. O quadro D.10 apresenta o processo de cálculo para a utilização deste tipo de tabela de campo mencionada.

**QUADRO D.10 – Tabela de locação (deflexões).**

$*L_n = c + L_{(n-1)}$ $*S_n = \left(\frac{L_n^2}{2 \cdot R \cdot L_c}\right)$ $*x_n = \frac{L_n \cdot S_n}{3} \left(1 - \frac{S_n^2}{14} + \frac{S_n^4}{440} - \dots\right)$ $*y_n = L_n \cdot \left(1 - \frac{S_n^2}{10} + \frac{S_n^4}{216} - \dots\right)$ Deflexão e ângulo ré com teodolito na origem : $*i_{on} = \text{arc.tg}\left(\frac{x_n}{y_n}\right)$ e $j_{on} = S_n - i_{on}$ Deflexão e ângulo ré com teodolito instalado deslocado para um ponto A : $*i^{An} = \text{arc.tg}\left(\frac{x_n - x^A}{y_n - y^A}\right)$ , $S^{OA}$ e $j^{An} = (S_n - S^A) - i^{An}$						Comprimento do arco (m)							
						TS	$L_2$	$L_3$	⋮	$L_{(n-1)}$	$L_n$		
						S (radianos)							
-	$S_2$	$S_3$	⋮	$S_{(n-1)}$	$S_n$								
						Abscissa (m)							
-	$x_2$	$x_3$	⋮	$x_{(n-1)}$	$x_n$								
						Ordenada (m)							
-	$y_2$	$y_3$	⋮	$y_{(n-1)}$	$y_n$								
Comprimento do arco (m)	TS	S (radianos)	-	Abscissa (m)	-	Ordenada (m)	⊗	$i_{O2}$	$i_{O3}$	⋮	$i_{O(n-1)}$	$i_{On}$	
	$L_2$		$S_2$		$x_2$		$y_2$	$j_{O2}$	⊗	$i_{23}$	⋮	$i_{2(n-1)}$	$i_{2n}$
	$L_3$		$S_3$		$x_3$		$y_3$	$j_{O3}$	$j_{23}$	⊗	⋮	$i_{3(n-1)}$	$i_{3n}$
	⋮		⋮		⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	$L_{(n-1)}$		$S_{(n-1)}$		$x_{(n-1)}$		$y_{(n-1)}$	$j_{O(n-1)}$	$j_{2(n-1)}$	$j_{3(n-1)}$	⋮	⊗	$i_{(n-1)n}$
	$L_n$		$S_n$		$x_n$		$y_n$	$j_{On}$	$j_{2n}$	$j_{3n}$	⋮	$j_{(n-1)n}$	⊗

OBS.:

$L_i$  → arcos acumulados;

$A_i$  → azimute real ou magnético de um ponto;

$Ré = j_{BA}$  → ângulo ré de um ponto B p/ um ponto A;

⊗ → mudança de estação.

### D.3.3. Superlargura e Superelevação

A superlargura e a superelevação têm a função de minimizar os efeitos de desconforto e de insegurança quando o veículo está em um trecho curvo.

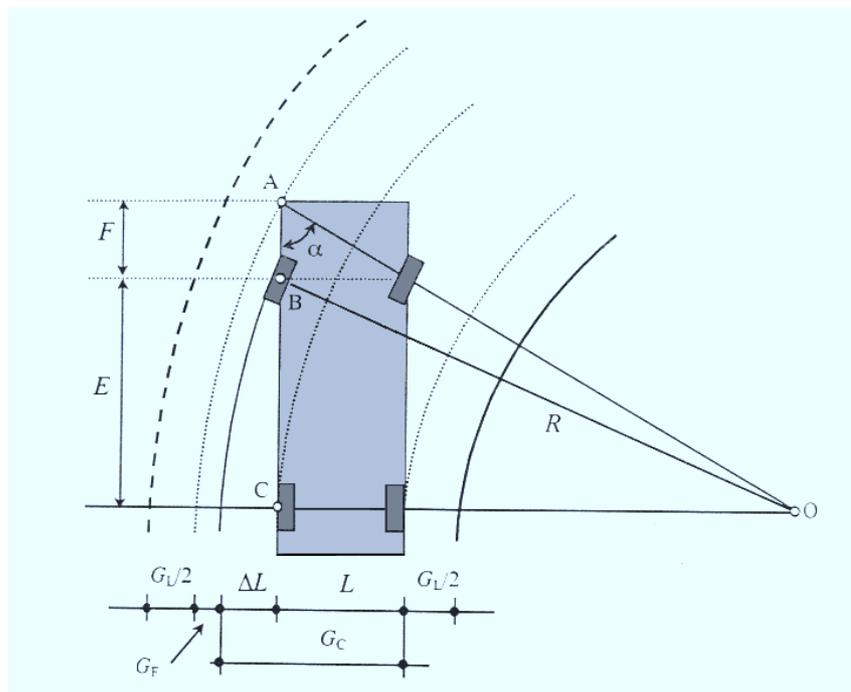
#### D.3.3.1. Superlargura

A superlargura serve para eliminar os efeitos do estreitamento de percurso quando um veículo está em trajetórias curvas, isto causado porque os mesmos nesta situação ocupam fisicamente espaços laterais maiores que sua própria largura (Lee, 2000, e Pontes Filho, 1998).

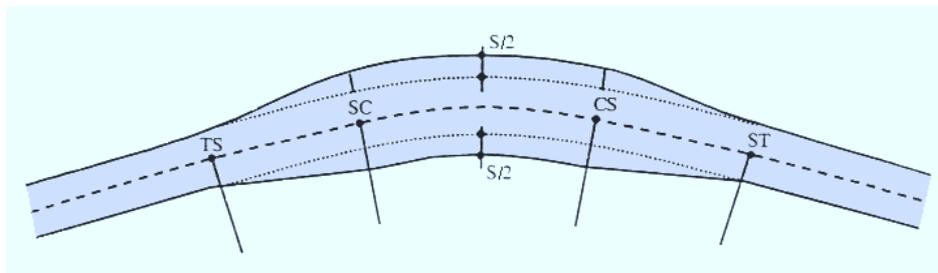
Ela é uma largura adicional das faixas de trânsito em trechos curvos e recebe a notação  $S_R$  (Lee, 2000).

A superlargura deve ser calculada para um veículo tipo CO, o qual se adequa as necessidades dos demais tipos de veículos (Lee, 2000).

O processo de cálculo da superlargura de uma curva de raio  $R$  (figura D.25 a e b) é o seguinte (Lee, 2000, e Pontes Filho, 1998):



(a)



(b)

**FIGURA D.25 – Esquema da configuração da superlargura: (a) elementos geométricos do veículo em curva; (b) distribuição da superlargura**

(Fonte: Pontes Filho, 1998).

Onde:

$O$  → centro da curva;

$R$  → raio da curva;

$G_c$  → gabarito estático do veículo em curva;

$G_L$  → folga lateral do veículo em movimento (quadro D.11);

$G_F$  → acréscimo devido ao balanço dianteiro do veículo em curva;

$L$  → largura do veículo, medida entre as faces externas dos pneus;

$E$  → distância entre eixos; e

$F$  → balanço dianteiro.

#### QUADRO D.11 – Valores de gabarito lateral.

Largura da faixa $L_F$ (m)	3,00 – 3,20	3,30 – 3,40	3,50 – 3,60
Gabarito lateral $G_L$ (m)	0,60	0,75	0,90

Fonte: IPR 706/20 (1999).

Então,

$$S_R = 2 \cdot \left( L + \frac{E^2}{2 \cdot R} + G_L \right) + \sqrt{R^2 + F \cdot (F + 2 \cdot E)} - R + \frac{V}{10\sqrt{R}} - L_B \quad (\text{Eq. D.38})$$

Onde:

$S_R$  → superelevação para uma curva de raio  $R$ ;

$V$  → velocidade diretriz ( $km/h$ ); e

$L_B$  → largura básica da pista em tangente ( $m$ ).

Quanto a distribuição da superlargura em uma curva, dá-se preferência a simétrica, ou seja, metade para cada lado, onde a linha central da pista coincidirá com o eixo do projeto da mesma, conforme indicado na figura D.25 (b).

Segundo Da Costa e Figueiredo (2001), a superlargura deve ser acrescida a largura da plataforma ao longo do comprimento de transição ( $L_c$ ) da curva de transição (eq. D.39).

$$S'_R = \frac{S_R}{L_c} \cdot L_{V_2} \quad (\text{Eq. D.39})$$

Onde:

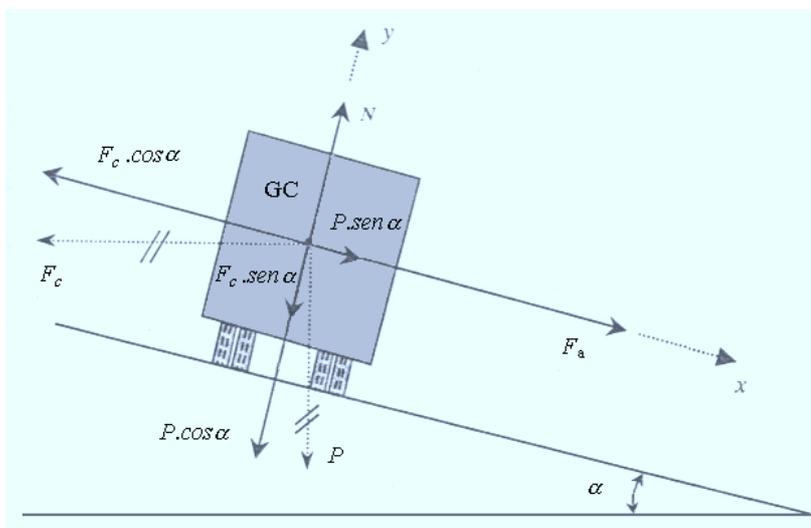
$S'_R$  → acréscimo a largura da plataforma em um ponto qualquer da transição; e

$L_{V_2}$  → distância do início da transição ao ponto analisado.

### D.3.3.2. Superelevação

Para combater as forças laterais causadas durante o percurso desses trechos curvos, surge o conceito de superelevação, que é uma elevação maior na parte externa que na parte interna da pista em curva.

Para o processo de cálculo propriamente dito da superelevação, Pontes Filho (1998) e Lee (2000) sugerem, baseado na figura D.26, a seguinte seqüência de cálculo:



**FIGURA D.26 – Esquema das forças atuantes em um veículo em uma curva com a pista superelevada (Fonte: Pontes Filho, 1998).**

Onde:

$F_c$  → força centrípeta (N);

$F_a$  → força de atrito (N);

$P$  → peso do veículo (N);

$\alpha$  → ângulo de inclinação da pista; e

$N$  → força normal.

De acordo com o quadro D.02 de características técnicas para projeto de rodovias novas do DNER, pode-se obter a superelevação máxima ( $e_{máx}$ ) e o raio mínimo de curva horizontal para superelevação mínima ( $R_{mín}$ ).

A superelevação ( $e_r$ ) a adotar para a concordância com raio da curva  $R$ , é:

$$e_R = e_{máx} \cdot \left( \frac{2 \cdot R_{mín}}{R} - \frac{R_{mín}^2}{R^2} \right) \quad (\text{Eq. D.40})$$

Existem alguns valores de raio da curva ( $R$ ) que dispensam a superelevação (quadro D.12), bastando apenas utilizar a superelevação mínima admissível, que é o próprio abaulamento da pista (Lee, 2000).

**QUADRO D.12 – Valores de  $R$  que dispensam superelevação.**

$V$ (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	$\geq 100$
$R$ (m)	450	800	1.250	1.800	2.450	3.200	4.050	5.000

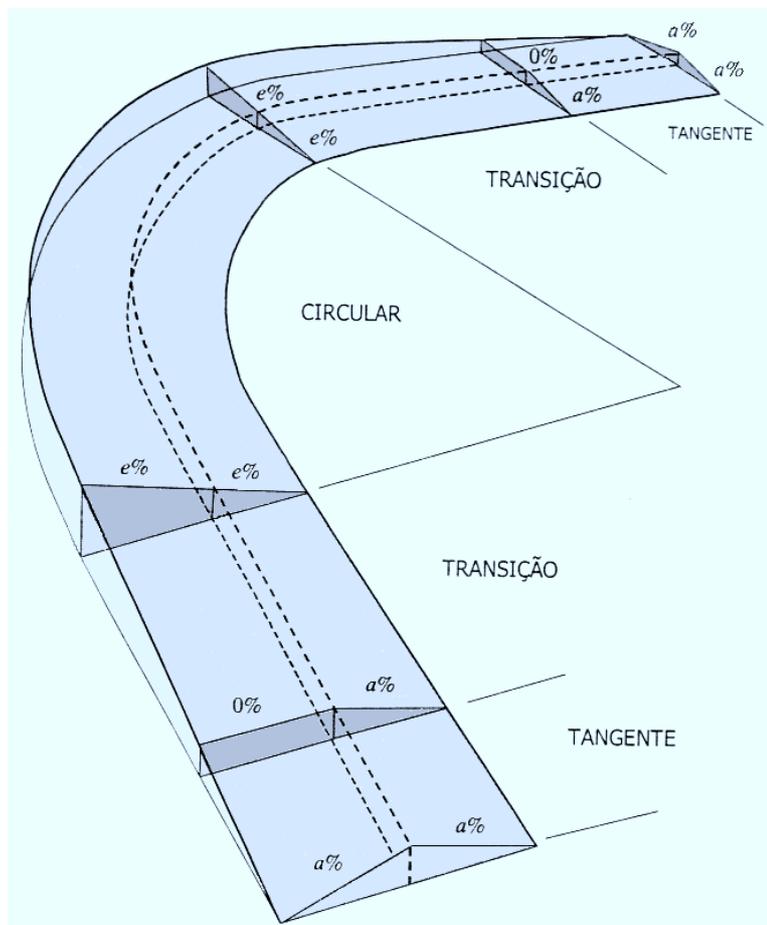
Fonte: IPR 706/20 (1999).

Segundo Lee (2000), as normas do DNER estabelecem os seguintes abaulamentos:

- revestimentos betuminosos com granulometria aberta = 2,500% a 3,000%;
- revestimentos betuminosos de alta qualidade (CBUQ) = 2,000%; e
- pavimento de concreto de cimento = 1,500%.

Ainda, sabendo-se que em trechos de tangente o pavimento tem a mesma inclinação no sentido descendente do centro para os bordos, nas duas faixas de trânsito, como uma forma de ajudar no processo de drenagem, então torna-se necessário que, em um trecho específico da tangente, ocorra um alteamento progressivo do bordo externo até nivelar sua cota com a cota do eixo da pista no início da concordância. Isto é conhecido como trecho de variação da superelevação e pode ser observado no esquema da figura D.27.

O quadro D.13 apresenta os comprimentos mínimos dos trechos de variação da superelevação para uma pista com duas faixas de tráfego de 3,60 m.



**FIGURA D.27 – Esquema da variação da superelevação (Fonte: Pontes Filho, 1998).**

**QUADRO D.13 – Comprimentos mínimos de trechos de variação da superelevação.**

Superelevação $e$ (%)	Velocidade (km/h)							
	50	60	70	80	90	100	110	120
	$\alpha$ (%)							
	0,66	0,60	0,54	0,50	0,47	0,43	0,40	0,37
Valores de $L_e$ (m)								
2	11	12	13	14	15	17	18	19
4	22	24	27	29	31	33	36	39
6	33	36	40	43	46	50	54	58
8	44	48	53	58	61	67	72	78
10	55	60	67	72	77	84	90	97
12	65	72	80	86	92	100	108	117
$L_{e_{min}} = 0,56 \cdot V$	28	33	39	44	50	56	61	67

Fonte: AASHTO, 1984.

Segundo Pontes Filho (1998), para pistas com número de faixas de tráfego maior que 2, a AASHTO recomenda os seguintes valores:

$$3 \text{ faixas : } L_e' = 1,2 \cdot L_e$$

$$4 \text{ faixas : } L_e' = 1,5 \cdot L_e$$

$$5 \text{ faixas : } L_e' = 2,0 \cdot L_e$$

Alternativamente, Da Costa e Figueiredo (2001) indicam a equação D.41 para o cálculo do comprimento do trecho de variação da superelevação.

$$L_e = \frac{a \cdot l_c}{e_R} \quad (\text{Eq. D.41})$$

Onde:

$a$  → abaulamento da tangente ou declividade transversal;

$l_c$  → comprimento de transição.

Já para definir-se as ordenadas dos bordos da faixa externa no trecho de variação da superelevação e entre o início do comprimento de transição e o início da curva circular, Da Costa e Figueiredo (2001) indicam a utilização do processo de cálculo indicado a seguir.

- trecho de variação da superelevação:

$$h_1' = -\frac{h_1 \times L_{V_1}}{L_e} \quad (\text{Eq. D.42})$$

Onde:

$h_1'$  → ordenada do bordo externo no trecho de variação da superelevação;

$h_1$  → ordenadas dos limites da plataforma (início e fim de tangentes);

$L_{V_1}$  → distância do ponto analisado ao início da concordância.

No qual:

$$h_1 = \frac{a \times l}{2} \quad (\text{Eq. D.43})$$

Onde:

$l$  → largura da plataforma.

- entre o início da transição e o início da curva circular:

Na transição propriamente dita, as ordenadas do bordo externo variam de  $h = 0,000$ , no início da concordância, até o valor calculado pela equação D.44 no início da curva circular:

$$h_2 = \pm \left( \frac{e_R \cdot l}{2} + \frac{e_R \cdot S_R \cdot t}{100} \right) \quad (\text{Eq. D.44})$$

Onde:

$h_2$  → ordenadas dos limites da plataforma (início da curva circular);

$S_R$  → superlargura; e

$t$  → proporção de distribuição da superlargura entre as faixas de transição (%) (normalmente 50% para cada faixa).

Então, na transição:

$$h_2' = \pm \left( \frac{e_R \cdot l \cdot L_{V_2}}{2 \cdot l_c} + \frac{e_R \cdot S_R \cdot L_{V_2} \cdot t}{l_c \cdot 100} \right) \quad (\text{Eq. D.45})$$

Onde:

$h_2'$  → ordenada do bordo externo(+)/interno(-) entre o início da transição e o início da curva circular;

$L_{V_2}$  → distância do início da transição ao ponto analisado.

OBS.: Caso o valor  $h_2'$  calculado para o bordo interno seja menor, em valor absoluto, que  $h_1$ , então o valor da ordenada neste ponto será o próprio  $h_1$ .

## D.4. Elementos Altimétricos

### D.4.1. Curvas Verticais

O perfil de uma rodovia é formado por um conjunto de greides retos, onde a interseção entre os mesmos se dá em pontos conhecidos por PVI (ponto de inteseção vertical).

Para realizar a concordância entre esses trechos retos deve-se dispor de curvas verticais que se iniciam no PCV (ponto de curva vertical) e PTV (ponto de tangência vertical).

#### D.4.1.1. Comprimento mínimo de curvas verticais

Uma das etapas iniciais do projeto de uma concordância vertical é a determinação do comprimento mínimo das curvas verticais para os casos do comprimento de visibilidade ( $S$ )

menor ou igual ao comprimento da curva ( $L$ ), isto é,  $S \leq L$  e para o comprimento de visibilidade maior que o comprimento da curva,  $S > L$ .

a) Curvas verticais convexas

Segundo Pontes Filho (1998), para os dois casos diferentes temos, de acordo com os esquemas das figuras D.28 e D.29, as seguintes equações ( $H = 1,10m$  e  $h = 0,15m$ ):

- CASO I:  $S \leq L$ :

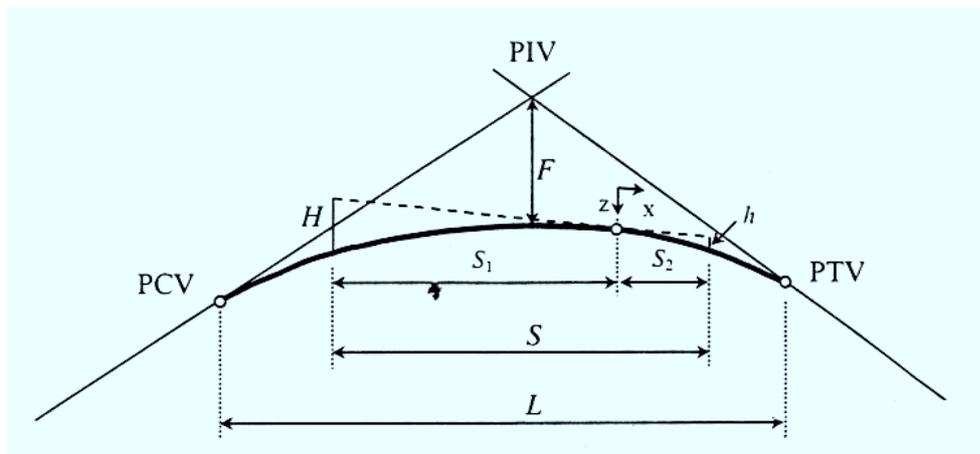


FIGURA D.28 – Curva vertical convexa com  $S \leq L$  (Fonte: Pontes Filho, 1998).

$$L_{\min} = \frac{D_p^2}{412} \cdot A = k_{\min} \cdot A \quad (\text{Eq. D.46})$$

Onde:

$L_{\min}$  → comprimento mínimo da curva vertical ( $m$ );

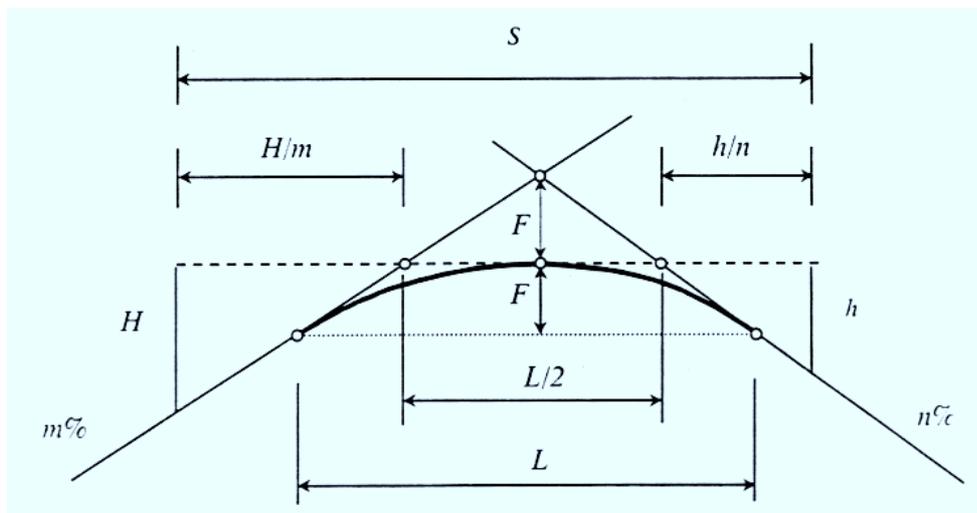
$D_p$  → distância de visibilidade de parada ( $m$ ) - (quadro D.02);

$A$  → diferença algébrica das rampas (%); e

$K$  → parâmetro da parábola ( $m$ ) - (quadro D.02).

- CASO I:  $S > L$ :

$$L_{\min} = 2 \cdot D_p - \frac{412}{A} \quad (\text{Eq. D.47})$$

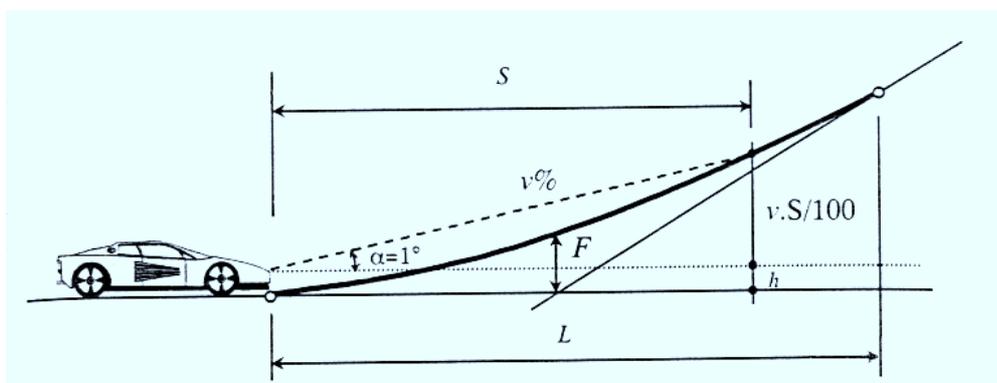


**FIGURA D.29 – Curva vertical convexa com  $S > L$  (Fonte: Pontes Filho, 1998).**

b) Curvas verticais côncavas

Segundo Pontes Filho (1998), para os dois casos diferentes temos, de acordo com os esquemas das figuras D.30 e D.31, as seguintes equações (altura do farol de 0,61m e  $\alpha = 1^\circ$ ):

- CASO I:  $S \leq L$ :



**FIGURA D.30 – Curva vertical côncava com  $S \leq L$  (Fonte: Pontes Filho, 1998).**

$$L_{\min} = \frac{D_p^2}{112 + 3,5 \cdot D_p} \cdot A = k_{\min} \cdot A \quad (\text{Eq. D.48})$$

- CASO I:  $S > L$ :

$$L_{\min} = 2 \cdot D_p - \frac{112 + 3,5 \cdot D_p}{A} \quad (\text{Eq. D.49})$$



$x$  → abscissa de um ponto  $P$  qualquer;  
 $f$  → flecha da parábola;  
 $F$  → flecha máxima (ponto  $M$ );  
 $L_0$  → abscissa do vértice  $V$  em relação ao  $PCV$ ;  
 $y_0$  → ordenada do vértice  $V$  em relação ao  $PCV$ ;  
 $PCV$  → ponto de curva vertical;  
 $PIV$  → ponto de interseção vertical; e  
 $PTV$  → ponto de tangência vertical.

Então:

- valor da declividade do greide ( $g$ ):

$$g = i_1 - i_2 \quad (\text{Eq. D.50})$$

- comprimento da curva vertical:

$$L = R_v \cdot |g| = R_v \cdot |i_1 - i_2| \quad (\text{Eq. D.51})$$

Onde:

$R_v$  → raio da curva vertical (menor raio instantâneo da parábola), obtido através do gabarito que melhor atende as condições de projeto.

- equação geral da parábola:

$$y = -\frac{g}{2 \cdot L} \cdot x^2 + i_1 \cdot x \quad (\text{Eq. D.52})$$

- cota de um ponto  $P$  em relação a um plano de referência:

$$Cota(P) = -\frac{g}{2 \cdot L} \cdot x^2 + i_1 \cdot x + Cota(PCV) \quad (\text{Eq. D.53})$$

- flecha da parábola em um ponto  $P$ :

$$f = \frac{g}{2 \cdot L} \cdot x^2 \quad (\text{Eq. D.54})$$

- flecha máxima da parábola (em  $PIV$ ):

$$F = \frac{g \cdot L}{8} \quad (\text{Eq. D.55})$$

- abscissa do vértice  $V$  em relação ao  $PCV$ :

$$L_0 = \frac{i_1 \cdot L}{g} \quad (\text{Eq. D.56})$$

- ordenada do vértice  $V$  em relação ao  $PCV$ :

$$y_0 = \frac{i_1^2 \cdot L}{2 \cdot g} \quad (\text{Eq. D.57})$$

- cotas e estacas do  $PCV$  e  $PTV$ :

$$E(PCV) = E(PIV) - \left[ \frac{L}{2} \right] \quad (\text{Eq. D.58})$$

$$E(PTV) = E(PIV) + \left[ \frac{L}{2} \right] \quad (\text{Eq. D.59})$$

$$Cota(PCV) = Cota(PIV) - i_1 \cdot \frac{L}{2} \quad (\text{Eq. D.60})$$

$$Cota(PTV) = Cota(PIV) - i_2 \cdot \frac{L}{2} \quad (\text{Eq. D.61})$$

#### D.4.1.3. Curvas verticais compostas

Segundo Pontes Filho (1998), os elementos constituintes de uma curva vertical simples, os quais podem ser observados na figura D.33, podem ser obtidos através das equações a seguir.

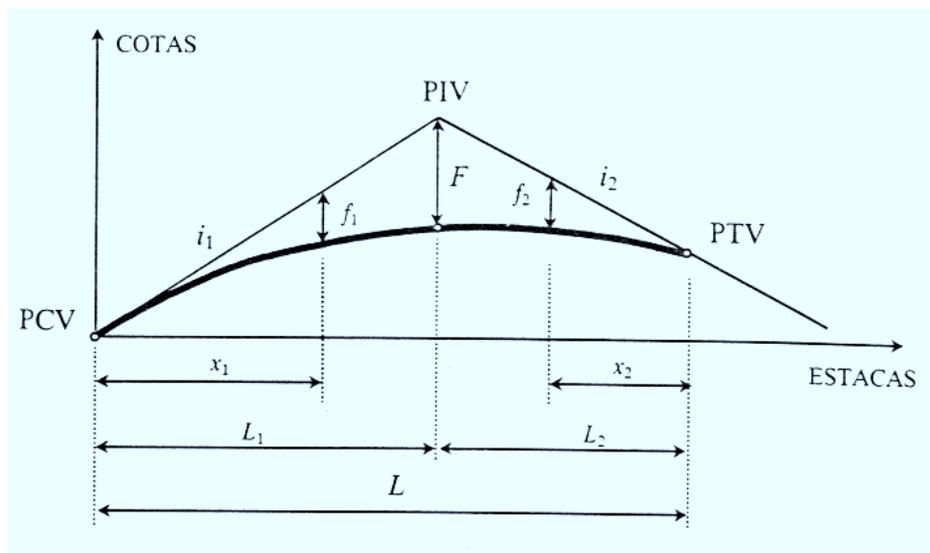


FIGURA D.33 – Curvas verticais compostas (Fonte: Pontes Filho, 1998).

Onde:

$i_1$  → inclinação da rampa ascendente;

$i_2$  → inclinação da rampa descendente;

$L$  → comprimento da curva vertical;

$L_1$  → comprimento do primeiro ramo da curva vertical;

$L_2$  → comprimento do segundo ramo da curva vertical;

$x_1$  → abscissa de um ponto qualquer situado no primeiro ramo da curva vertical a partir de *PCV*;

$x_2$  → abscissa de um ponto qualquer situado no segundo ramo da curva vertical a partir de *PTV*;

$f_1$  → flecha da parábola no primeiro ramo da curva vertical;

$f_2$  → flecha da parábola no segundo ramo da curva vertical;

$F$  → flecha máxima;

$L_0$  → abscissa do vértice *V* em relação ao *PCV*;

$y_0$  → ordenada do vértice *V* em relação ao *PCV*;

*PCV* → ponto de curva vertical;

*PIV* → ponto de interseção vertical; e

*PTV* → ponto de tangência vertical.

Então:

- a variação total da declividade do greide ( $g$ ) é obtida da mesma forma que na curva vertical simples.
- comprimento da curva vertical:

$$L = L_1 + L_2, (L_1 \neq L_2) \quad (\text{Eq. D.62})$$

- flecha máxima da parábola (em *PIV*):

$$F = \frac{L_1 \cdot L_2}{2 \cdot L} \cdot g \quad (\text{Eq. D.63})$$

- flecha da parábola em um ponto *P*:

$$f_1 = \frac{F}{L_1^2} \cdot x_1^2 \quad (\text{Eq. D.64})$$

$$f_2 = \frac{F}{L_2^2} \cdot x_2^2 \quad (\text{Eq. D.65})$$

- cotas e estacas do *PCV* e *PTV*:

$$E(PCV) = E(PIV) - [L_1] \quad (\text{Eq. D.66})$$

$$E(PTV) = E(PIV) + [L_2] \quad (\text{Eq. D.67})$$

$$Cota(PCV) = Cota(PIV) - i_1 \cdot L_1 \quad (\text{Eq. D.68})$$

$$Cota(PTV) = Cota(PIV) - i_2 \cdot L_2 \quad (\text{Eq. D.69})$$

## APÊNDICE E

### E. TERRAPLANAGEM

Segundo IPR 707/20 (1999), o projeto de terraplanagem constitui-se da realização de um estudo prévio de possíveis locais de caixa de empréstimo, do cálculo de cubação do movimento de terra, da constituição dos aterros, indicando a origem dos materiais a serem empregados nas diversas camadas e grau de compactação a ser observado, do cálculo das distâncias de transporte, detalhamento das seções transversais-tipo e soluções particulares de inclinação de taludes, alargamento de cortes, esplanadas, fundações de aterro e de um projeto de proteção da natureza, na execução de terraplanagem.

Segundo a IPR 696/100 (1996), a determinação dos volumes de cortes e aterros é realizada através de um serviço associado entre a equipe de topografia e de projeto, ou seja, a equipe de projeto determina a seção transversal, de acordo com os dados disponíveis obtidos no decorrer do projeto geométrico, e a equipe de topografia procede em campo à marcação, através de piquetes e testemunhas, do *off-set* da esquerda e da direita de cada estaca, devendo ser nivelados e contranivelados admitindo-se erro máximo de fechamento de 0,02 *m* por quilômetro de extensão nivelada. Os dados obtidos e já refinados devem ser apresentados em uma nota de serviço de terraplanagem.

#### E.1. Nota de Serviço de Terraplanagem

A nota de serviço de terraplanagem é uma “caderneta de campo” que serve para que se materialize em campo a seção transversal das diversas estacas e pontos notáveis da rodovia.

Esta materialização, realizada por equipe de topografia, pode ser feita para a caracterização de serviços de terraplanagem (até a camada de reforço do subleito) e para os demais serviços de pavimentação, indicando as cotas das diversas camadas do pavimento.

O quadro E.01 foi estruturado a partir de consulta a Pontes Filho (1999), Da Costa e Figueiredo (2001), IPR 696/100 (1996) e IPR 697/100 (1996), levando-se em consideração os cálculos realizados para os elemento planimétricos e altimétricos, servindo para futura determinação de volumes de corte e aterro da pista e para a construção do diagrama de *Brückner* (quadro E.02). O seu uso, para serviços de terraplanagem, deve ser feito da seguinte forma:

- nas colunas 14 e 15 anotam-se as estacas inteiras e suas frações;
- nas colunas 16 e 17 anotam-se a localização e os elementos que compõem as concordâncias horizontal e vertical (TS, SC, CS, ST,  $i$ ,  $L_c$  etc.), respectivamente;
- na coluna 10 anota-se a cota do terreno, obtida pela topografia, por onde se projeta o eixo da rodovia e na coluna 11 a cota do eixo reto, determinada no perfil que liga os PVI's;
- a coluna 12 serve para apontar quais são as flechas entre o eixo reto e as concordâncias verticais (conforme os conceitos determinados no Apêndice D – Projeto Geométrico);

\* Para curva vertical simples :

$$f = \frac{g}{2 \cdot L} \cdot x^2$$

\* Para curva vertical composta :

$$f_1 = \frac{F}{L_1^2} \cdot x_1^2 \text{ e } f_2 = \frac{F}{L_2^2} \cdot x_2^2$$

- o greide de projeto (coluna 13) é determinado através da soma (curvas verticais côncavas) ou subtração (curvas verticais convexas) entre a coluna 11 e 12;
- anotam-se as cotas vermelhas do eixo, obtidas pela subtração entre a coluna 10 e 13, sendo corte (coluna 18), quando for positiva e aterro (coluna 19) quando for negativa;
- nas colunas 9 e 20 anotam-se as larguras da pista esquerda e direita, respectivamente, em trechos retos, de transição e curvos, ainda levando-se em consideração a distribuição da superlargura (conforme os conceitos determinados no capítulo \_\_ – Projeto Geométrico);

\* Trecho reto :

$$d = \frac{l}{2}$$

\* Trecho de transição :

$$d = \frac{l}{2} + \frac{S'_R}{2} \text{ onde : } S'_R = \frac{S_R}{L_c} \cdot L_{V_2}$$

\* Trecho curvo :

$$d = \frac{l}{2} + \frac{S_R \cdot t}{2 \cdot 100}, \text{ onde :}$$

$l$  → largura da plataforma; e

$t$  → distribuição da superlargura entre as faixas em %.

- nas colunas 8 e 21 anotam-se as ordenadas devido às inclinações para os bordos esquerdo e direito, respectivamente, em trechos retos, de variação da superelevação, de transição e curvos, ainda levando-se em consideração se o bordo é externo ou interno (conforme os conceitos determinados no Apêndice D – Projeto Geométrico);

\* Trecho reto :

$$h_1 = \frac{a \times l}{2}$$

\* Trecho de variação da superelevação :

$$h_1' = -\frac{h_1 \times L_{V_1}}{L_e}$$

\* Trecho de transição :

$$h_2' = \pm \left( \frac{e_R \cdot l \cdot L_{V_2}}{2 \cdot l_c} + \frac{e_R \cdot S_R \cdot L_{V_2} \cdot t}{l_c \cdot 100} \right)$$

\* Trecho curvo :

$$h_2 = \pm \left( \frac{e_R \cdot l}{2} + \frac{e_R \cdot S_R \cdot t}{100} \right)$$

- nas colunas 7 e 22 anotam-se as cotas do terreno (obtidas pela topografia) por onde passa as linhas de projeção do bordo esquerdo e direito da plataforma, respectivamente, e nas colunas 6 e 23 anotam-se as cotas de projeto dos bordos esquerdo e direito, respectivamente, obtidos pela soma algébrica entre a soma algébrica entre as colunas 13 e 21 para o bordo direito e 13 e 8 para o bordo esquerdo;
- anotam-se as cotas vermelhas dos bordos, obtidas pela subtração entre as colunas 23 e 22 para o bordo direito e 6 e 7 para o bordo externo, sendo corte (coluna 24 – bordo direito; coluna 5 – bordo esquerdo) quando for positiva e de aterro (coluna 25 – bordo direito; coluna 4 – bordo esquerdo) quando for negativa;
- nas colunas 2 e 27 anotam-se as abscissas dos *off-set's* esquerdo e direito, obtidos a partir do desenho geométrico da seção transversal (2 metros das cristas dos cortes e dos pés dos aterros) ou o valor determinado pela topografia caso seja necessário refinamento do projeto;

- nas colunas 1 e 28 anotam-se as alturas dos *off-set's*, obtidas após a marcação das mesmas pela topografia, para o lado esquerdo e direito, respectivamente. Essa altura é a diferença de nível entre a cota do ponto marcado e o pé do corte (+) ou a crista do aterro (-); e
- nas colunas 3 e 26 anotam-se as somas algébricas entre as colunas 6 e 1 (*off-set* esquerdo) e 23 e 28 (*off-set* direito), respectivamente.

Quando se quer montar notas de serviço para camadas subsequentes de pavimento, não será mais necessária a preocupação com corte e aterro, sendo anotadas nas cotas do terreno as cotas da plataforma regularizada. As novas cotas de projeto serão as referentes as novas camadas. As ordenadas devido à inclinação para os bordos e da parábola para o eixo devem ser substituídas pela espessura da camada. Portanto, as colunas 1, 2, 3, 4, 5, 11, 18, 19, 24, 25, 26, 27 e 28 devem ser desprezadas.

## E.2. Cálculo de Volumes de Corte e Aterro

De acordo com o projeto geométrico da seção transversal, feito para cada estaca e em pontos de interesse da poligonal, pode-se determinar a área de corte e aterro da mesma e, conseqüentemente, determinar os volumes acumulados de ambos.

Isto será útil na determinação de volumes de empréstimo.

Já o diagrama de massa ou de *Brückner* fornece subsídios para análise de distribuição de materiais escavados e, segundo Pontes Filho (1998), ele é constituído pela representação gráfica dos volumes acumulados nas ordenadas e pelas estacas de projeto nas abscissas (figura E.01)

O quadro E.02, retirado de Pontes Filho (1998), serve para o cálculo de volumes e ordenadas de *Brückner* e deve ser construído da seguinte forma:

- na coluna 1 indica-se o número da estaca;
- nas colunas 2 e 3 anotam-se as áreas de corte e aterro, respectivamente, medidas para cada seção transversal;
- a coluna 4 é o produto da coluna 3 por um fator de homogeneização ( $F_h$ ) obtido pela equação E.01;

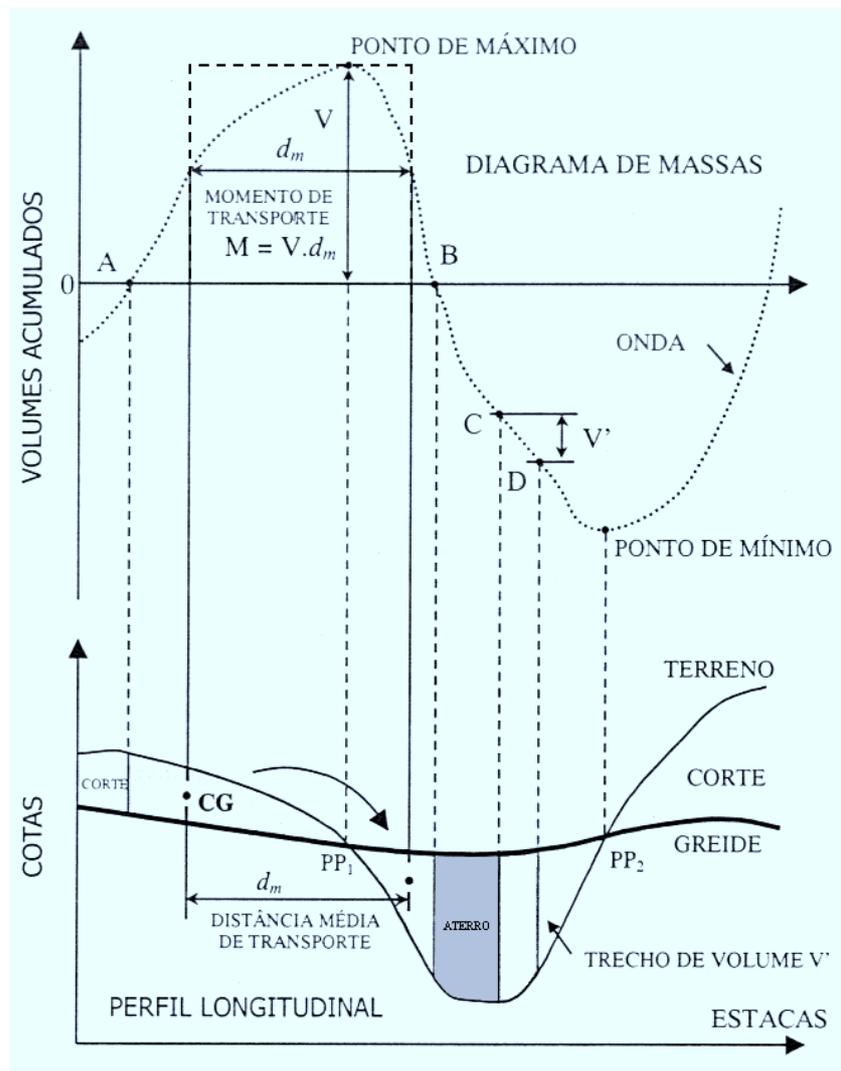
$$F_h = \frac{\gamma_{S_{comp}}}{\gamma_{S_{corte}}} \quad (\text{Eq. E.01})$$

Onde:

$\gamma_{S_{comp}}$  → massa específica aparente seca após compactação no aterro; e

$\gamma_{S_{corte}}$  → massa específica aparente seca do material no corte de origem.

- nas colunas 5 e 6 devem-se anotar a soma de duas áreas consecutivas de corte e de aterro, respectivamente;
- na coluna 7 anota-se a semi-distância entre seções consecutivas;
- na coluna 8 anota-se o produto das colunas 5 e 7;
- na coluna 9 anota-se o produto das colunas 6 e 7;
- na coluna 10 anotam-se os volumes compensados lateralmente em seções consecutivas, os quais não são sujeitos a transporte longitudinal; e
- na coluna 11 colocam-se os volumes acumulados obtidos pela soma algébrica acumulada dos volumes calculados nas colunas 8 e 9, os quais serão, no diagrama de massa, as ordenadas.



**FIGURA E.01 – Perfil longitudinal e diagrama de massa (Fonte: Pontes Filho, 1998).**

Segundo Pontes Filho (1998), no diagrama de massas, os trechos ascendentes indicam corte ou predominância de corte e os trechos descendentes indicam aterros ou predominância de aterro. A diferença entre ordenadas de dois pontos mede o volume de terra entre os dois. Os pontos extremos do diagrama correspondem aos pontos de passagem (*PP*), bem como os pontos de máximo e de mínimo correspondem, respectivamente, à passagem de corte para aterro e de aterro para corte.

**QUADRO E.02 – Nota de serviços de terraplanagem e pavimentação.**

Off-set's Direito	Altura (m)			28
	Abscissa (m)			27
	Cota (m)			26
Bordo Direito	Cotas Vermelhas (m)	Aterro		25
		Corte		24
	Cotas (m)	Projeto		23
		Terreno		22
	Ordenada devido à inclinação p/ o lado direito			21
	Largura da pista direito (m)			20
Elementos do Eixo	Cotas Vermelhas (m)	Aterro		19
		Corte		18
	Alinhamentos	Vertical		17
		Horizontal		16
	Estacas	Intermediárias		15
		Inteiras		14
	Greide da pista (m)			13
	Ordenadas da parábola (m)			12
	Cotas (m)	Greide reto		11
		Terreno		10
Bordo Esquerdo	Largura da pista esquerdo (m)			9
	Ordenada devido à inclinação p/ o lado esquerdo			8
	Cotas (m)	Terreno		7
		Projeto		6
	Cotas Vermelhas (m)	Corte		5
Aterro			4	
Off-set's Esquerdo	Cota (m)			3
	Abscissa (m)			2
	Altura (m)			1

Como indicado neste mesmo diagrama, pode-se definir a distância média ( $d_m$ ) de transporte de cada distribuição de material, a qual é a base de um retângulo de área equivalente à do segmento compensado e de altura igual à máxima ordenada deste segmento.

Tendo-se o conhecimento da distância média de transporte, pode-se, então, encontrar o momento de transporte ( $M$ ), o qual é o produto dos volumes ( $V$ ) transportados pelas distâncias médias de transporte (eq. E.02).

$$M = V \cdot d_m \quad (\text{Eq. E.02})$$

#### QUADRO E.02 – Cálculo de volumes e ordenadas de *Brückner*.

Estaca	Áreas ( $m^2$ )			Soma das Áreas ( $m^2$ )		Semi- distância ( $m$ )	Volume ( $m^3$ )		Comp. Lateral ( $m^3$ )	Vol. Acum. ( $m^3$ )
	Corte	Aterro	At. Cor.	Corte	Aterro		Corte	Aterro		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

Fonte: Pontes Filho (1998).

### E.3. Marcação em Campo

A marcação das notas de serviço em campo deve ser conduzida pela equipe de topografia e para cada seção transversal de projeto.

Este trabalho trata-se de transferir as cotas da nota de serviço para o campo, sendo materializadas com a ajuda de cravação de piquetes nos bordos da plataforma e marcação nestes das cotas necessárias, conforme figura E.02 (trechos em tangente) e E.03 (trechos em curva).

### E.4. Proteção ao Meio Ambiente

A IPR 707/20 (1999) faz algumas recomendações com relação as medidas de proteção ao meio ambiente, para evitar possíveis danos causados pela atuação em serviços de terraplanagem:

- as seções transversais das ocorrências de material das escavações para empréstimos e bota-foras serão projetadas de modo que o terreno escavado restitua a conformação natural. Detalhar suficientemente a localização e dimensões, com cotas de afastamento

do eixo, comprimento, largura, profundidade, rampas e taludes, bem como os acabamentos destinados a facilitar a drenagem e evitar erosões;

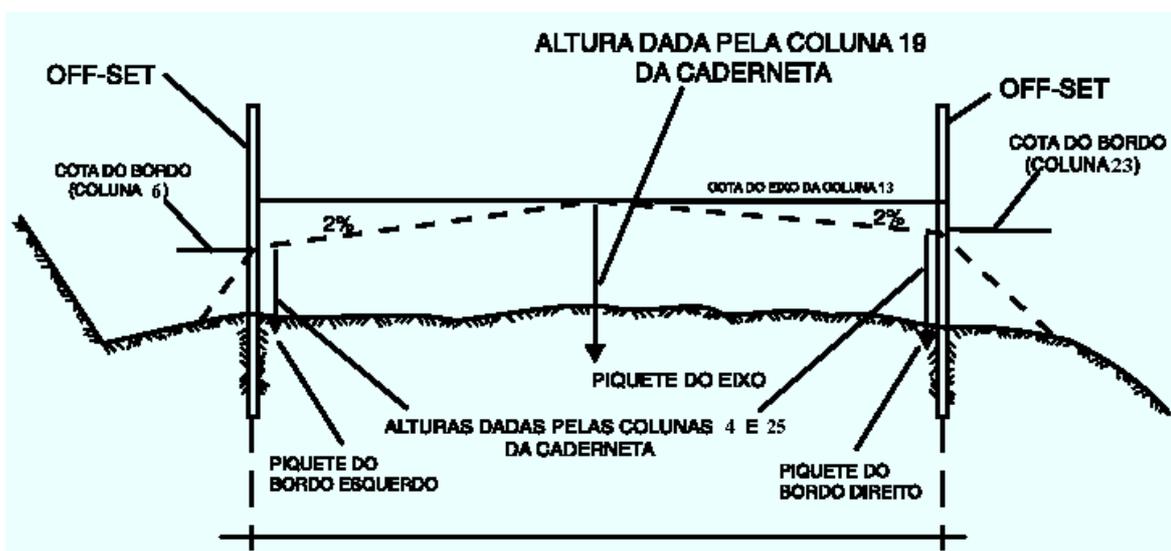


FIGURA E.02 – Marcação de trecho em tangente (Fonte: Pontes Filho, 1998).

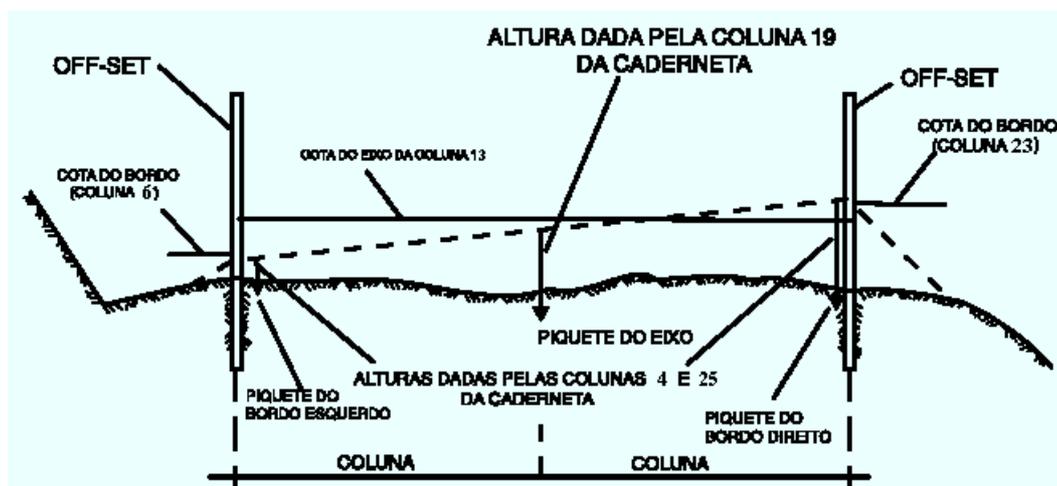


FIGURA E.03 – Marcação de trecho em curva (Fonte: Pontes Filho, 1998).

- quando houver excesso de material de cortes e for impossível incorporá-los ao corpo dos aterros, mediante compensação de cortes e aterros, serão indicadas áreas para bota-foras, recomendando-se a devida compactação. Deverão estar localizadas, preferencialmente, em áreas situadas a jusante da rodovia. Para evitar que o escoamento das águas pluviais carregem o material depositado, causando assoreamentos, os taludes dos bota-foras deverão ser projetados com inclinação suficiente para evitar escorregamentos e com proteção de revestimento vegetal, inclusive nos bota-foras com material de 3ª categoria, após conformação final, a fim de incorporá-los à paisagem local;

- o material para aterros deve ser obtido, sempre que possível, por meio de alargamento dos cortes; caso não seja possível, procurar empréstimos fora da faixa de domínio. Em qualquer circunstância, ter em mente as conseqüências da localização destas caixas em futuros melhoramentos da rodovia;
- nas situações em que forem utilizados empréstimos laterais (bota-dentro) indicar os cuidados especiais de drenagem das caixas de empréstimos, evitando o acúmulo de águas das chuvas que poderão originar o aparecimento de vetores nocivos; e
- nas especificações complementares a serem elaboradas pelos consultores, deverão constar os procedimentos para a execução da terraplenagem, para aproveitar ao máximo a flora nativa e a camada de terra vegetal que servirá de capeamento das áreas cortadas e aterradas.

## APÊNDICE F

### F. PROJETO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Segundo IPR 707 (1999), o projeto de pavimentação deve ser composto pelas fases de anteprojeto e projeto, onde deve-se realizar a concepção da estrutura, selecionar as ocorrências de materiais, dimensionamento e concepção do projeto por subtrecho homogêneo e cálculo dos volumes e distâncias de transporte dos materiais empregados.

Na fase de anteprojeto deve-se fazer uma análise técnico-econômica e orçamento para o pavimento pré-dimensionado (IPR 707, 1999).

Na fase de projeto o IPR 707 (1999) determina que se realize: estudo estatístico e definição do ISC do subleito ao longo de diversos subtrechos homogêneos; definição dos materiais do pavimento; dimensionamento do pavimento; e desenhos apresentando a seção transversal e variação longitudinal do pavimento.

Para o dimensionamento, propriamente dito, do pavimento pode-se utilizar métodos empíricos (método do DNER) e métodos teóricos (mecanísticos).

“Os métodos empíricos são os que se utilizam de correlações entre um parâmetro mensurável (ISC) e a espessura, de modo a permitir que o desempenho do pavimento tenha sucesso ao suportar o volume de tráfego previsto” (Pinto, 2002).

“Os métodos teóricos (...) correlacionam valores teóricos calculados de tensões e de deformações em alguns pontos da estrutura, com a vida útil prevista ou com o número de repetições do eixo padrão até o final da vida útil do pavimento” (Pinto, 2002).

#### F.1. Dimensionamento Pelo Método do DNER

Para que o dimensionamento pelo método do DNER seja aplicável, é necessário uma adequada compactação de camadas, com grau de compactação maior ou igual a 100%. Além disso, deve-se fixar uma expansão máxima de 2% e  $ISC \geq 2\%$  para materiais de subleito (Pinto, 2002).

Ainda deve-se seguir a seguinte classificação dos materiais empregados no pavimento (Pinto, 2002):

a) Materiais para reforço de subleito:

- ISC maior que o do subleito; e

- expansão  $\leq 1\%$ .

b) Materiais para sub-base:

- $ISC \geq 20\%$ ;
- $IG = 0$ ; e
- expansão  $\leq 1\%$ .

c) Materiais para base:

- $ISC \geq 20\%$ ;
- expansão  $\leq 0,5\%$ ;
- $LL \leq 25\%$ ; e
- $IP \leq 6\%$ .

Segundo Pinto (2002), os materiais para a base granular devem se enquadrar em uma das faixas granulométricas do quadro F.01.

**QUADRO F.01 – Faixas granulométricas dos materiais de base.**

Peneiras	Porcentagem, em peso, passando			
	A	B	C	D
2”	100	100	-	-
1”	-	75-90	100	100
3/8”	30-65	40-75	50-85	60-100
Nº 4	25-55	30-60	35-65	50-85
Nº 10	15-40	20-45	25-50	40-70
Nº 40	8-20	15-30	15-30	25-45
Nº 200	2-8	5-15	5-15	5-20

Fonte: Pinto (2002), pág. 162.

Na fase seguinte, deve-se calcular o número equivalente de repetições do eixo padrão ( $N$ ) da rodovia, conforme Apêndice A – Estudo de Tráfego.

Quanto aos efeitos do clima, deve-se levar em consideração o Fator Climático Regional ( $FR$ ). Este fator é normalmente adotado como  $FR = 1,0$ , pois a variação da umidade dos pavimentos brasileiros são desprezíveis, onde os mesmos permanecem com umidade próximo a ótima de compactação.

Para determinar-se a espessura mínima do revestimento betuminoso, deve-se respeitar faixas de valores em que o  $N$  calculado se encontra (quadro F.02).

Segundo Pinto (2002), a função principal do revestimento é de suportar esforços de tração impostos pela ação do tráfego, como forma de proteger a camada de base granular.

Quando no dimensionamento de camadas sucessivas, deve-se levar em consideração os coeficientes os coeficientes de equivalência estrutural ( $K$ ), o qual “é a razão de espessura granular para uma unidade de espessura do material considerado” (Pinto, 2002), onde o  $K_R$  é do revestimento,  $K_B$  da base,  $K_{SB}$  da sub-base e  $K_{Ref}$  do reforço (quadro F.03).

**QUADRO F.02 – Os tipos e espessuras mínimas do revestimento betuminoso fixados em função do número  $N$ .**

$N$	Espessuras Mínimas do Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos Superficiais Betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Concreto Betuminoso com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto Betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto Betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto Betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: Pinto (2002), pág. 171.

**QUADRO F.03 – Coeficiente de equivalência estrutural.**

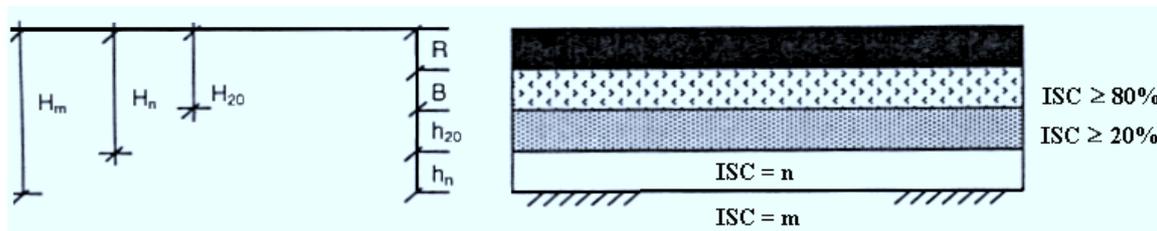
Componentes do pavimento		$K$
Revestimentos e Bases betuminosas	Concreto betuminoso usinado a quente	2,0
	Pré-misturado a quente	1,7
	Pré-misturado a frio	1,4
	Macadame betuminoso de penetração	1,2
Camadas Granulares (não cimentadas, não betuminosas)	Base de macadame hidráulico	1,0
	Base estabilizada granulometricamente (solo, mistura de solos, solo-brita, brita graduada)	
	Base de solo melhorado com cimento	
	Sub-base estabilizada	
	Sub-base de solo melhorado com cimento	
Solo-Cimento	$R_{CS}$ , 7 dias, superior a 45 kgf/cm <sup>2</sup>	1,7
	$R_{CS}$ , 7 dias, superior a 45 e 28 kgf/cm <sup>2</sup>	1,4
	$R_{CS}$ , 7 dias, superior a 28 e 21 kgf/cm <sup>2</sup>	1,2

Fonte: Pinto (2002), pág. 170.

No cálculo da espessura total ( $H_t$ ) do revestimento, considera-se  $K = 1$ , ou seja, para uma camada de material granular, sendo obtida pela equação F.01 (Pinto, 2002).

$$H_t = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot ISC^{-0,598} \quad (\text{Eq. F.01})$$

Essas camadas granulares serão as representadas pela simbologia  $H_{20}$  (altura necessária até o topo do sub-base do pavimento para um ISC = 20%),  $H_n$  (altura necessária até o topo do reforço) e  $H_m$  (altura necessária até o topo do subleito) (figura F.01).



**FIGURA F.01 – Esquema da estrutura do pavimento em projeto (Fonte: Pinto, 2002).**

onde :

$R$  → espessura de revestimento betuminoso;

$B$  → espessura da base;

$h_{20}$  → espessura da sub - base; e

$h_n$  → espessura do reforço do subleito.

Então, as equações necessárias ao dimensionamento são (Pinto, 2002):

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B \geq H_{20} \quad (\text{Eq. F.02})$$

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_{SB} \geq H_n \quad (\text{Eq. F.03})$$

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_{SB} + h_n \cdot K_{Ref} \geq H_m \quad (\text{Eq. F.04})$$

Os acostamento devem seguir ao mesmo método de dimensionamento da pista de rolamento, podendo haver redução, apenas, na espessura da camada de revestimento (Pinto, 2002).

## F.2. Dimensionamento Pelo Método Mecânico

Segundo Pinto (2002) e Nóbrega (2003), este método de dimensionamento leva em consideração o cálculo de tensões, deformações e deslocamentos, para avaliar o comportamento do pavimento em uso e sabendo-se quais são as características dinâmicas dos materiais utilizados.

Para estes cálculos, deve-se dispor das características elásticas dos materiais obtidas a partir do ensaio triaxial dinâmico, para o caso de camadas constituídas de solo e brita, e ensaios de compressão diametral de cargas repetidas e flexão de cargas repetidas, para materiais betuminosos, formando-se, assim, as equações constitutivas para os materiais.

## ERRATA 01

Motta (1991), citado por Pinto (2002), determinou o fluxograma da figura F.02 para o dimensionamento de pavimentos flexíveis pelo método mecanístico, no qual adotam-se espessuras iniciais para as camadas do pavimento e, através da utilização de programas computacionais (tipo FEPAVE), realiza-se iterações e afina-se o sistema, obtendo-se, assim, espessuras que melhor se adequam aos seus deslocamentos, deformações e tensões admissíveis para um certo número  $N$  de repetições do eixo padrão calculado.

Segundo Pinto (2002) e Nóbrega (2003), as equações F.05 a F.08 apresentam, seqüencialmente, a forma de cálculo para a deflexão máxima admissível no topo do revestimento ( $\delta_{adm}$ ), a deformação específica de tração admissível na base da camada de revestimento ( $\epsilon_{Tadm}$ ), a tensão vertical de compressão admissível no topo do subleito ( $\sigma_{vSLadm}$ ) e a diferença de tensões de tração e compressão no centro da amostra no ensaio de compressão diametral ( $\Delta\sigma$ ), os quais devem ser sempre maiores ou iguais as variáveis correspondentes calculadas no processo iterativo, mencionado anteriormente, para que o pavimento suporte as condições planejadas para o seu horizonte de projeto (para o número  $N$  de projeto):

- deflexão máxima admissível no topo do revestimento (x 0,01 mm):

$$\log(\delta_{adm}) = 3,148 - 0,188 \cdot \log(N) \quad (\text{Eq. F.05})$$

- deformação específica de tração admissível na face inferior do revestimento (cm/cm):

$$N = 9,07 \cdot 10^{-9} \left( \frac{1}{\epsilon_{Tadm}} \right)^{2,65} \cdot \left( \frac{1}{M_{REV}} \right)^{-0,033} \quad (\text{Eq. F.06})$$

onde  $M_{VER}$  é o módulo de resiliência do revestimento (kgf/cm<sup>2</sup>).

- tensão vertical de compressão admissível no topo do subleito (kgf/cm<sup>2</sup>):

$$\sigma_{vSLadm} = \frac{0,006 \cdot M_{SL}}{(1 + 0,7 \cdot \log N)} \quad (\text{Eq. F.07})$$

onde  $M_{SL}$  é o módulo de resiliência do subleito (kgf/cm<sup>2</sup>).

- diferença de tensões de tração e compressão no centro da amostra no ensaio de compressão diametral (kgf/cm<sup>2</sup> e com  $N = 10^4 \cdot N_{LAB}$ ):

$$N_{LAB} = 5,63 \cdot 10^5 \left( \frac{1}{\Delta\sigma} \right)^{2,61} \quad (\text{Eq. F.08})$$

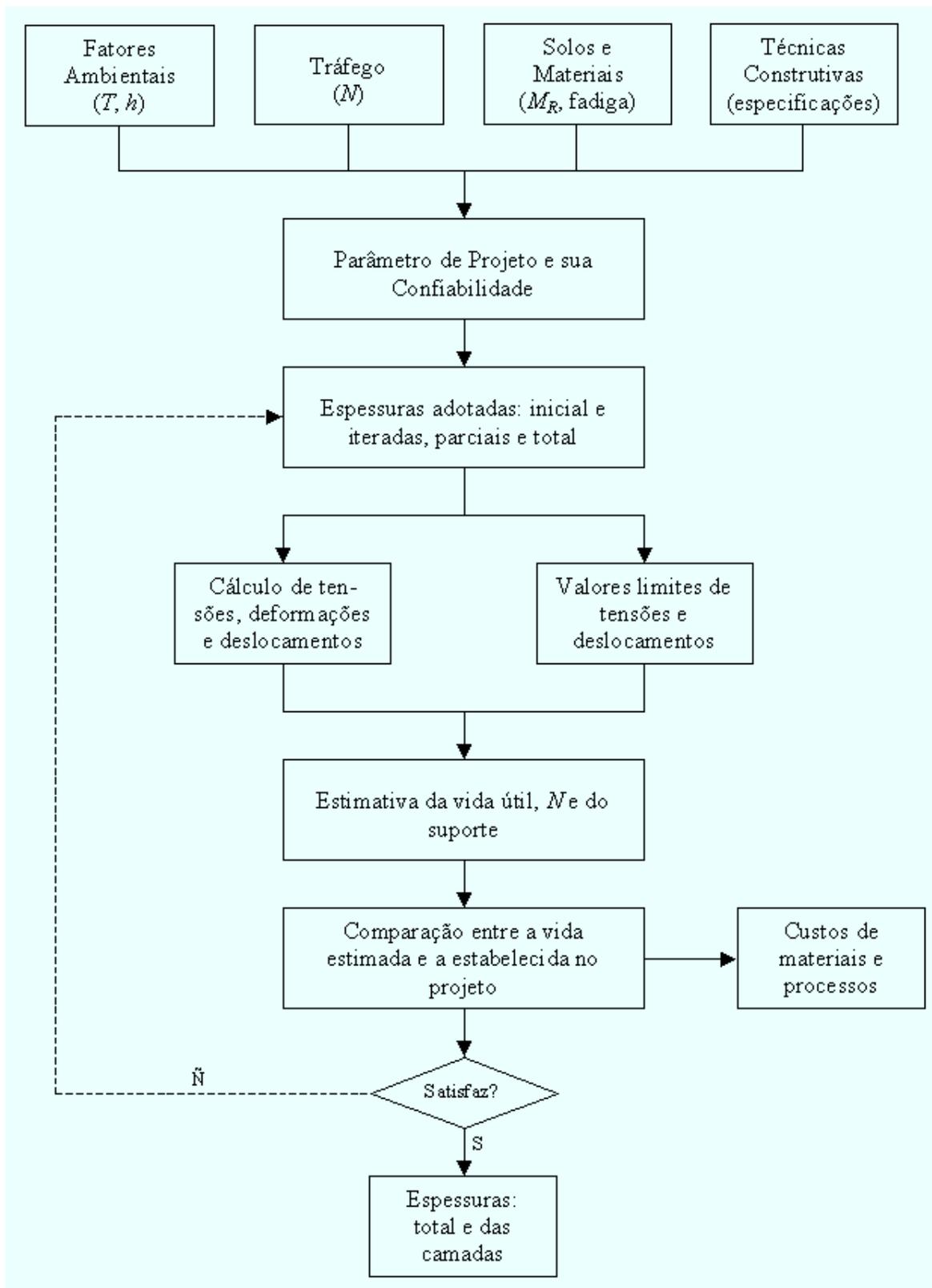


FIGURA F.02 – Fluxograma de projeto pelo método mecânico (Pinto, 2002).

onde :

$p$  → pressão aplicada pela roda (eixo padrão -  $p = 5,6\text{kgf/cm}^2$ );

$R$  → raio da carga da roda (eixo padrão -  $R = 10,8\text{cm}$ );

$\delta$  → deflexão total no topo do revestimento;

$\varepsilon_T$  → deformação específica de tração na base da camada de revestimento; e

$\sigma_v$  → tensão vertical no subleito.

## APÊNDICE G

### G. ORÇAMENTO E PLANEJAMENTO DA OBRA

Segundo a IPR 707/20 (1999), o orçamento de uma obra rodoviária deve ser executado em três fases diferentes, sendo a primeira a fase preliminar, a segunda a de anteprojeto e a última a de projeto, dependendo do estágio de projeto

O orçamento deve compreender, ainda, as seguintes atividades:

- pesquisa de mercado;
- cálculo dos custos unitários dos serviços;
- estudo dos custos de transporte; e
- orçamento.

Segundo Nepomuceno (1999), a etapa de orçamento deve atenção especial a definição dos custos, através de: análise dos custos; as técnicas; e composição do custo unitário.

Na construção rodoviária, depara-se com a necessidade de separar os custos do empreendimento em duas partes: os custos do projeto propriamente dito e os custos da execução dos serviços de construção. Ambos são determinados por quem executa o projeto, juntamente a determinação dos prazos de execução da obra e a elaboração do cronograma de desembolso para todos serviços a serem executados.

Segundo Nepomuceno (1999), no processo da construção rodoviária observa-se que o orçamento poderá apresentar grandes margens de erro, ao checar o orçado com o efetivamente executado, erro esse devido aos seguintes fatores:

- alterações e ou deficiências do projeto;
- falhas de execução, ocasionando: desperdícios, retrabalho, dilatação do prazo de conclusão, etc.;
- falhas de orçamento;
- falta de controle do andamento dos serviços durante sua execução;
- instabilidade política e econômica do país;
- problemas climáticos; e
- falta de dados prévios sobre obras semelhantes.

Na elaboração de um orçamento de custos, o projeto é a fonte de informações a que o orçamentista recorrerá para quantificar todos os custos da obra. Então, a identificação, qualificação e quantificação dos materiais alocados para a determinação dos custos pode ser obtidas através dos desenhos, do memorial descritivo e das especificações técnicas que compõe o projeto.

“Na estimativa de consumo dos materiais, há necessidade de se acrescentar à quantidade teórica, uma parcela percentual para cobrir as perdas. Perdas essas, quase sempre inevitáveis, as quais, ocorrem durante todo o processo construtivo.” (...) “As perdas diretas ocorrem com materiais que são danificados, não podendo ser reparados e utilizados ou, então, com materiais que são perdidos durante o processo construtivo, como por exemplo: transporte e entrega, armazenamento e transporte dentro do canteiro, natureza dos materiais, materiais especificados erradamente, má administração, supervisão e controle deficientes, etc.” (Nepomuceno, 1999).

Segundo Nepomuceno (1999), a determinação das técnicas de execução para orçar o projeto tem bastante influência no preço final obtido para a obra. Junto a determinação dessas técnicas, deve-se determinar como será feito o controle de itens como prazo, custos, qualidade e andamento da obra.

“Tal controle não deve servir apenas como sistema de gestão de custos, e sim detectar os desvios significativos, comparando-os aos planos e programa, e assim, quando necessário, fazer os ajustes para o cumprimento dos objetivos propostos”, sendo, “o controle dos custos, uma atividade intimamente ligada ao controle do processo executivo como um todo” (Nepomuceno, 1999).

Então, após o orçamento da obra, uma etapa que merece bastante atenção é o plano de execução da obra, que deverá ser elaborado integralmente na fase de projeto da rodovia e constará de IPR 707/20 (1999):

- plano de ataque dos serviços;
- cronogramas; e
- dimensionamento e *layout* das instalações necessárias à execução dos serviços.

## G.1. Atividades do Orçamento

### G.1.1. Pesquisa de Mercado

Nesta fase os equipamentos devem sofrer uma pesquisa de preço em nível nacional (registro em uma planilha tipo a do quadro G.01), os materiais em nível regional/local (registro em uma planilha tipo a do quadro G.02) e mão-de-obra deve sofrer uma classificação por escala salarial determinada no quadro G.03 (IPR 696/100, 1996, e IPR 697/100, 1996).

#### QUADRO G.01 – Planilha de pesquisa de mercado para equipamentos.

Local de Pesquisa:										
Item	Equipamento	Vida útil (h)	Modelo	Procedência	Firma fornecedora	Endereço da firma	Local da pesquisa	Preços sem taxas	Valor das taxas	Preços com taxas
Lote: Rodovia: Trecho:						Pesquisa de Mercado – Equipamentos				
						Data				

Fonte: IPR 696/100 (1996) e IPR 697/100 (1996).

#### QUADRO G.02 – Planilha de pesquisa de mercado para materiais.

Local de Pesquisa:									
Item	Material	Unidade	Firma fornecedora	Endereço da firma	Local da pesquisa	Preços sem taxas	Valor das taxas	Preços com taxas	
Lote: Rodovia: Trecho:					Pesquisa de Mercado – Materiais				
					Data				

Fonte: IPR 696/100 (1996) e IPR 697/100 (1996).

**QUADRO G.03 – Escala salarial de mão-de-obra.**

Função	<i>K</i>
1 – Engenheiros	40,0
2 – Encarregados	12,0
3 – Técnico de Nível Médio	6,0
4 – Auxiliares	2,5
5 – Operador de Máquina	3,0
6 – Profissionais em Geral	2,5
7 – Ajudantes de Operação em Geral	2,0
8 – Operários não Qualificados	1,5

Fonte: IPR 696/100 (1996) e IPR 697/100 (1996).

*K* → Coeficiente multiplicador do salário mínimo vigente no país, acrescido dos encargos sociais sobre a mão de obra.

**G.1.2. Cálculo dos Custos Unitários dos Serviços**

Os custos podem ser classificados em (Nepomuceno, 1999):

- custo direto de materiais – é a soma dos produtos das quantidades dos materiais e componentes pelos respectivos preços, posto no local de sua utilização;
- custo direto de mão-de-obra – é o produto da carga total de trabalho, em homem/hora, pelo salário médio ponderado (normalmente dividido por fator de  $200h$ ) da mão-de-obra, acrescido dos encargos sociais e trabalhistas;
- custos dos equipamentos – é o produto da carga de utilização de cada equipamento pelo respectivo custo, referido ao prazo de efetiva utilização e/ou posto a disposição da obra;
- custo indireto de administração – é estimado, geralmente, pela aplicação de um percentual sobre os custos diretos de produção, aplicado sobre o efetivo diretamente envolvido e necessário a administração e execução do empreendimento;
- custo de transporte interno – é aplicado sempre que não haja um sistema de apropriação que permita alocar esses custos a cada elemento consumidor de transporte; e
- custo de administração empresarial e lucro – tais custos são geralmente grupados com o custo de administração do projeto. O mais correto seria calculá-los como um percentual dos custos totais, ou seja, custos diretos e indiretos de produção, e fazê-lo incidir sobre esses custo.

Em posse dos custos mencionados anteriormente, pode-se obter os custos unitários dos serviços através da contabilização do produto daqueles pelos índices de participação ou consumo de cada item.

Para tanto, é necessária a atenção especial as unidades com que cada item deve ser medido.

A planilha básica para a realização da composição de custo unitário de serviços segue o formato do quadro G.04.

#### QUADRO G.04 – Planilha de composição de custo unitário de serviço.

Mês:		Produção da equipe:				Unidade:
CÓDIGO – Descrição do serviço.						
A – Equipamentos	Quantidade	Utilização		Custo operacional		Custo unitário
		Operativa	Improdutiva	Operativa	Improdutiva	
Custo horário de equipamentos						<b>0,00</b>
B – Mão-de-obra	Quantidade	Salário-hora				Custo unitário
		Custo horário de mão-de-obra				
		Adc. M.O. – Ferramentas: (taxa em %)				<b>0,00</b>
		Custo horário de execução				<b>0,00</b>
Custo unitário de execução				<b>0,00</b>		
C – Materiais	Quantidade	Unidade	Custo operacional		Custo unitário	
			Custo total de materiais			<b>0,00</b>
D – Atividades auxiliares	Quantidade	Unidade	Custo operacional		Custo unitário	
			Custo total das atividades			<b>0,00</b>
E – Transporte de materiais	Toneladas / Unidade de serviço				Custo unitário	
F – Transporte de materiais produzidos	Toneladas / Unidade de serviço				Custo unitário	
Custo unitário direto total						<b>0,00</b>
Lucro e despesas indiretas (taxa em %)						<b>0,00</b>
Custo unitário total						<b>0,00</b>
<b>OBS.:</b>	Especificação de serviço: DNER-ES xxx					
	O transporte será pago a parte, conforme método adotado pelo SICRO.					
	As quantidades indicadas nos itens de transporte de materiais referem-se ao consumo de materiais a serem transportados, por unidade de serviço.					

#### G.1.3. Estudo dos Custos de Transporte

Este estudo compreende a contabilização das modalidades de transporte, as quais são o transporte comercial (do ponto de aquisição até o canteiro de obra) e o transporte local (materiais transportados já dentro da obra) (IPR 696/100, 1996, e IPR 697/100, 1996).

O custo de transporte deve ser expresso pela razão entre o custo horário do caminhão pela produção horária do mesmo, determinada para cada caminho analisado (eq. G.01) (IPR 696/100, 1996, e IPR 697/100, 1996).

$$y = \frac{C}{P} = \frac{\text{Custo horário de operação do caminhão}}{\text{Produção horária do caminhão}} \quad (\text{Eq. G.01})$$

Com:

$$P = \frac{B \cdot i}{\frac{2 \cdot x}{V} + T_f} \quad (\text{Eq. G.02})$$

Onde:

$B$  → capacidade nominal do caminhão :

$i$  → fator de eficiência :

$V$  → velocidade do caminhão :

$T_f$  → tempo fixo (manobra/carga/descarga); e

$x$  → distância de transporte a ser vencida.

A figura G.01 mostra os valores normalmente adotados para os parâmetros anteriores.

B-	<table border="0"> <tr> <td>Para transporte comercial: 10 m<sup>3</sup> ou 15t</td> </tr> <tr> <td>Para transporte local : 6 m<sup>3</sup> ou 9t</td> </tr> </table>	Para transporte comercial: 10 m <sup>3</sup> ou 15t	Para transporte local : 6 m <sup>3</sup> ou 9t					
Para transporte comercial: 10 m <sup>3</sup> ou 15t								
Para transporte local : 6 m <sup>3</sup> ou 9t								
i -	Para todos os casos: 0,833 (50/60)							
T <sub>f</sub> -	<table border="0"> <tr> <td>Para caminhão basculante (9t ou 15t)</td> <td rowspan="2"> <table border="0"> <tr> <td>Carregadeira - 2,5 min.</td> </tr> <tr> <td>Carregadeira - 14,0 min.</td> </tr> <tr> <td>Carregadeira - 4,0 min.</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>Para caminhão carroceria fixa - 43 min.</td> </tr> </table>	Para caminhão basculante (9t ou 15t)	<table border="0"> <tr> <td>Carregadeira - 2,5 min.</td> </tr> <tr> <td>Carregadeira - 14,0 min.</td> </tr> <tr> <td>Carregadeira - 4,0 min.</td> </tr> </table>	Carregadeira - 2,5 min.	Carregadeira - 14,0 min.	Carregadeira - 4,0 min.	Para caminhão carroceria fixa - 43 min.	
Para caminhão basculante (9t ou 15t)	<table border="0"> <tr> <td>Carregadeira - 2,5 min.</td> </tr> <tr> <td>Carregadeira - 14,0 min.</td> </tr> <tr> <td>Carregadeira - 4,0 min.</td> </tr> </table>	Carregadeira - 2,5 min.		Carregadeira - 14,0 min.	Carregadeira - 4,0 min.			
Carregadeira - 2,5 min.								
Carregadeira - 14,0 min.								
Carregadeira - 4,0 min.								
Para caminhão carroceria fixa - 43 min.								
V-	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2">Transporte comercial</td> <td>Rodovia pavimentada : 50 km/h</td> </tr> <tr> <td>Revestimento primário: 40 km/h</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Transporte local</td> <td>Rodovia pavimentada : 40 km/h</td> </tr> <tr> <td>Revestimento primário: 35 km/h</td> </tr> <tr> <td>Terra : 15km/h</td> </tr> </table>	Transporte comercial	Rodovia pavimentada : 50 km/h	Revestimento primário: 40 km/h	Transporte local	Rodovia pavimentada : 40 km/h	Revestimento primário: 35 km/h	Terra : 15km/h
Transporte comercial	Rodovia pavimentada : 50 km/h							
	Revestimento primário: 40 km/h							
Transporte local	Rodovia pavimentada : 40 km/h							
	Revestimento primário: 35 km/h							
	Terra : 15km/h							
<p>x - Distância de transporte, em km, relativa a cada material/componente, a ser incorporado à obra.</p>								

**FIGURA G.01 – Valores adotados para os parâmetros (IPR 696/100, 1996, e IPR 697/100, 1996).**

### G.1.4. Orçamento

O processo de orçamento, propriamente dito, deve realizar a quantificação de todos os custos relacionados a obra, obedecendo a fase de abrangência do projeto.

Estes custos são contabilizados pelo somatório do produto dos total de medidas relacionadas aos serviço pelo seu preço unitário. Devem ser apresentados em planilhas de cálculo adequadas, como a apresentada no quadro G.05.

Como já visto, o orçamento deve ser realizado em três fases diferentes da realização do projeto da rodovia. Essas fases estão descritas adiante.

#### QUADRO G.05 – Planilha para orçamento no modelo do DNER.

Nome da empresa					Pág. ___/___
Obra:					Data: ___/___/___
Cliente:					
Local da obra:					
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total
<b>Custo total da obra</b>					<b>0,00</b>

#### G.1.4.1. Fases preliminar e de anteprojeto

O orçamento das alternativas nas fases preliminar e de anteprojeto fornecerá elementos para análise econômica e constará de determinações dos custos dos principais itens de serviço. Os custos compreenderão, basicamente, aqueles de terraplenagem e de pavimentação (IPR 707/20, 1999).

Ainda, de acordo com os estudos de traçado, deve-se definir e calcular os custos de investimento, os quais são compostos pela definição da relação de benefício/custo para as alternativas e definição dos custos financeiros necessários aos cronogramas de desembolso financeiro ambos relativos as fase de implantação, conservação, manutenção, infra-estrutura operacional da via e operacionais de veículos (IPR 707/20, 1999).

A fase de anteprojeto constará de (IPR 707/20, 1999):

- listagem preliminar dos serviços a executar;
- levantamento estimativo de custos unitários;
- elaboração de orçamentos preliminares; e

- elaboração dos estudos iniciais para divisão em lotes de construção.

#### **G.1.4.2. Fase de projeto**

Previamente a elaboração do orçamento na fase de projeto, serão realizadas as seguintes atividades (IPR 707/20, 1999):

- listagem definitiva dos serviços a executar; e
- listagem dos materiais e distâncias de transporte.

“Será realizada, em épocas pré-fixadas pelo DNER, obrigatoriamente Pesquisa de Mercado, que abrangerá equipamentos, materiais e mão-de-obra necessários à execução dos serviços. Em determinados casos, quando o mercado não tiver informações disponíveis, ou por determinação do DNER, poderão ser determinados custos unitários dos serviços, com base no Sistema de Custos Rodoviários SICRO, do DNER” (IPR 707/20, 1999).

### **G.2. Atividades do Planejamento**

Segundo a IPR 707/20 (1999), o plano de execução da obra constará dos documentos listados a seguir.

#### **G.2.1. Plano de Ataque da Obra**

Apresentação da seqüência racional do conjunto de atividades que deverá ter a execução do projeto, indicando os problemas de natureza climática, administrativa, técnica e segurança; época do início dos trabalhos; período de execução; conseqüência da localização, tipo da obra e outros fatores condicionantes para construção, incluindo implicações com o tráfego, no caso de rodovias existentes.

O plano de execução da obra, a ser elaborado para cada lote de construção, levará em consideração os aspectos relativos ao clima e pluviometria, notadamente no concernente ao período de chuvas e número de dias de chuva por mês, apoio logístico, prazo para a execução das obras, equipamento mínimo e plano de ataque aos serviços.

#### **G.2.2. Cronograma de Utilização do Equipamento**

Determinação de quantidade, tipo e período de ocupação dos diversos equipamentos necessários à execução da obra, assim como relação do equipamento mínimo.



## APÊNDICE H

### H. EXECUÇÃO DE CORTE

#### H.1. Definição

Cortes são segmentos de rodovia, em que a implantação requer a escavação do terreno natural, ao longo do eixo e no interior dos limites das seções do projeto (*off-sets*) que definem o corpo estradal (DNER-ES 280/97 e IPR 696/100, 1996).

#### H.2. Objetivo

Este procedimento tem como objetivo determinar as condições para as operações de escavação, carga, transporte e classificação dos materiais escavados para a implantação da plataforma da rodovia, em conformidade com o projeto.

#### H.3. Documentos de Referência

- projeto executivo da rodovia;
- notas de serviço de terraplanagem; e
- DNER-ES 280/97 – Terraplanagem – Cortes.

#### H.4. Materiais e Equipamentos

a) Cortes em solo:

- esquadro com nível (com a inclinação de projeto);
- tratores com lâminas;
- escavotransportadores ou escavadores conjugados com transportadores diversos;
- tratores e motoniveladoras;
- tratores empurradores (*pushers*); e
- solo.

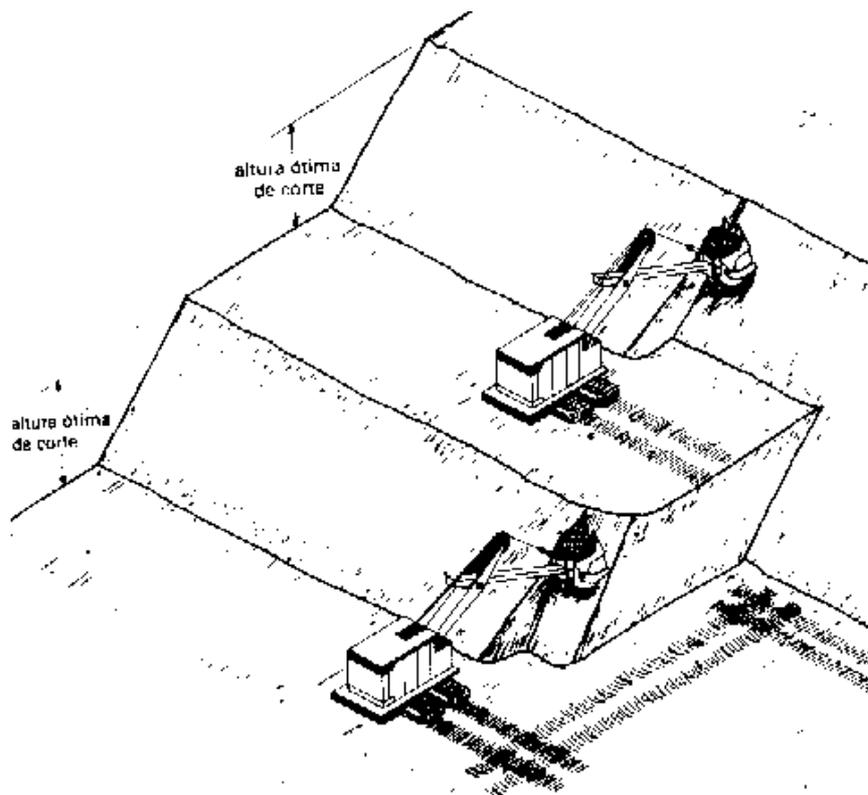
b) Cortes em rocha:

- perfuratrizes pneumáticas ou elétricas;
- carregadores conjugados com transportadores;
- explosivos;

- detonadores; e
- solo, alteração de rocha, rocha ou associação destes.

### H.5. Método Executivo

- retiram-se as camadas de má qualidade visando o preparo dos cortes;
- em locais alagadiços, deverão ser feitas escavações com a finalidade de desvio e esgotamento da água empoçada;
- removem-se quaisquer blocos de rocha nos taludes que possam colocar em risco a segurança do trânsito;
- efetua-se a marcação da inclinação dos taludes, através de linhas mestras, com auxílio de esquadro com nível de bolha, servindo como gabarito físico;
- procede-se a escavação dos taludes mecanicamente (figura H.01);

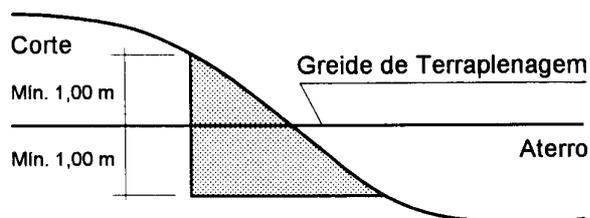


**FIGURA H.01 – Escavação mecanizada de taludes.**

- promove-se o rebaixamento da ordem de 40cm (60cm para solos orgânicos), nos casos em que a plataforma não atender a verificação;
- as cristas dos taludes e as entradas dos cortes deverão ser arredondadas, enquanto a altura do corte for compatível com a utilização de equipamento convencional, não se permitindo

continuar a execução do corte antes de se completar o arredondamento, em conformidade com esquemas constantes do projeto;

- procede-se o desempenho da superfície dos taludes;
- nos pontos de transição de cortes para aterros, deve-se escavar em toda a largura da plataforma, conforme a seção triangular indicada na figura H.02;



**Figura H.02 – Transição de corte para aterro.**

- as valetas de proteção dos cortes devem ser obrigatoriamente executadas e revestidas, independentes das demais obras de proteção projetadas; e
- nos cortes de altura elevada deve ser prevista a implantação de patamares, com banquetas de largura mínima de 3m, valetas revestidas e proteção vegetal.

## APÊNDICE I

### I. EXECUÇÃO DE ATERRO

#### I.1. Definição

Aterros são segmentos de rodovia cuja implantação requer depósito de materiais provenientes de cortes, e/ou de empréstimos no interior dos limites das seções de projeto (*off-sets*) que definem o corpo estradal (DNER-ES 282/97 e IPR 696/100, 1996).

#### I.2. Objetivo

Este procedimento tem como objetivo determinar a sistemática adotada para a execução dos segmentos da plataforma em aterro mediante o depósito de materiais sobre o terreno natural.

#### I.3. Documentos de Referência

- projeto executivo da rodovia;
- notas de serviço de terraplanagem; e
- DNER-ES 282/97 – Terraplanagem – Aterros.

#### I.4. Materiais e Equipamentos

- caminhão basculante;
- carregadeira frontal de pneus;
- trator de esteiras com lâmina;
- grade de disco;
- moto-niveladora;
- moto-escavo-transportador;
- rolo pé de carneiro autopropelido;
- soquetes manuais;
- soquetes vibratórios;
- caminhão tanque;
- equipamento Topográfico;

- vara de madeira para *off set*; e
- solo.

### **I.5. Método Executivo**

- descarregar o solo próximo do local do aterro;
- espalhar o solo de maneira uniforme em camadas que não ultrapassem em 30cm (20cm para as três últimas camadas do aterro), utilizando-se da motoniveladora ou trator de lâmina;
- caso a umidade esteja inferior, proceder o umedecimento do solo através de caminhões tanque irrigador;
- caso a umidade esteja superior, escarificar o solo utilizando-se de trator e grade;
- a camada não pode ser liberada antes de a umidade atingir o valor estabelecido;
- compactar a camada com o rolo pé-de-carneiro;
- onde não for possível a utilização do rolo, deve-se utilizar soquetes manuais ou sapos mecânicos;
- a camada não deve ser liberada antes do *GC* atingir os valores estabelecidos; e
- repetir o processo para as demais camadas.

## APÊNDICE J

### J. EXECUÇÃO DE EMPRÉSTIMO

#### J.1. Definição

Empréstimos são áreas indicadas no projeto, ou, selecionadas, onde serão escavados materiais a utilizar na execução da plataforma da rodovia, nos segmentos em aterro (DNER-ES 281/97 e IPR 696/100, 1996).

#### J.2. Objetivo

Este procedimento tem como objetivo determinar a sistemática adotada para a execução dos segmentos da plataforma em aterro mediante o depósito de materiais sobre o terreno natural.

#### J.3. Documentos de Referência

- projeto executivo da rodovia;
- notas de serviço de terraplanagem; e
- DNER-ES 281/97 – Terraplanagem – Empréstimos.

#### J.4. Materiais e Equipamentos

- esquadro com nível (com a inclinação de projeto);
- tratores com lâminas;
- escavotransportadores ou escavadores conjugados com transportadores diversos;
- tratores e motoniveladoras;
- tratores empurradores (*pushers*); e
- solo.

#### J.5. Método Executivo

- remove-se a camada vegetal e deposita-as nas bordas da jazida de modo a proteger a mesma contra infiltração de águas de chuva;
- deve-se remover o material com a frequência necessária para atender as frentes de serviço, tomando os devidos cuidados para não ocorrer a mistura de tipos diferentes de materiais;

- os empréstimos em alargamento de cortes deverão atingir a cota do greide e nos trechos em curva, sempre que possível, os empréstimos serão feitos no lado interno, para melhorar a visibilidade;
- quando escavados em trechos contíguos à plataforma em greide mais elevado, os bordos internos das caixas de empréstimos deverão localizar-se à uma distância mínima de 5,00m do pé do talude;
- o acabamento dos bordos da caixa de empréstimo deverá ser executado com taludes determinados pelo projeto; e
- após a exploração do material da jazida deve ser feita a conformação da área de empréstimo e recolocar o material removido das camadas vegetais sobre a superfície.

## APÊNDICE K

### K. REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

#### K.1. Definição

Regularização é uma operação destinada a conformar o leito estradal, quando necessário, transversal e longitudinalmente, compreendendo cortes ou aterros até 20cm de espessura e de acordo com os perfis transversais e longitudinais indicados no projeto (DNER-ES 299/97).

#### K.2. Objetivo

Este procedimento tem como objetivo determinar a sistemática a ser empregada na execução da regularização do subleito de rodovias a pavimentar, com a terraplanagem já concluída.

#### K.3. Documentos de Referência

- projeto executivo da rodovia;
- notas de serviço de terraplanagem; e
- DNER-ES 299/97 – Pavimentação – Regularização do subleito.

#### K.4. Materiais e Equipamentos

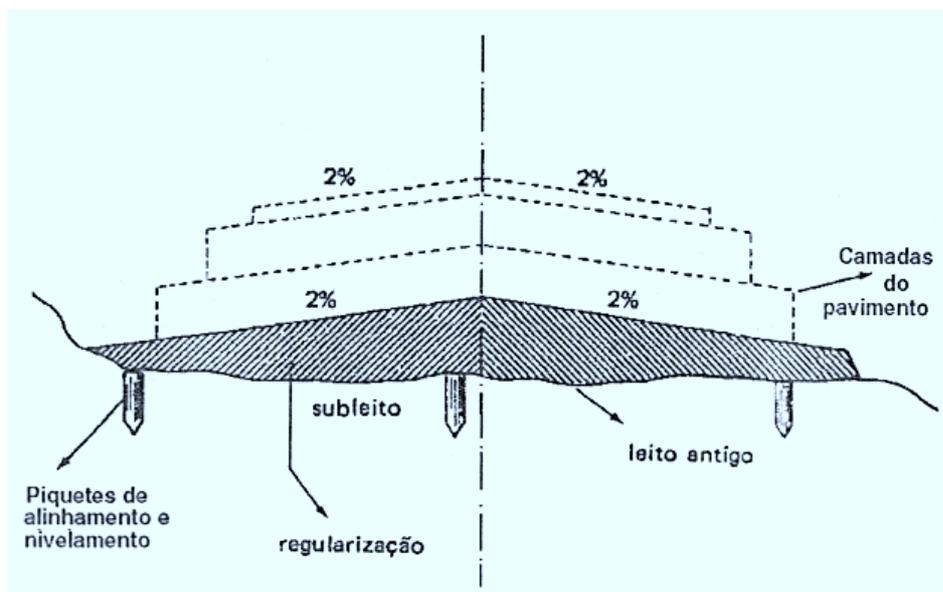
- motoniveladora pesada, com escarificador;
- rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- trator agrícola;
- pá-carregadeira;
- caminhões-basculantes;
- grade de discos;
- pulvimisturador;
- carro tanque distribuidor de água; e
- material do próprio subleito ou proveniente de empréstimos.

### **K.5. Método Executivo**

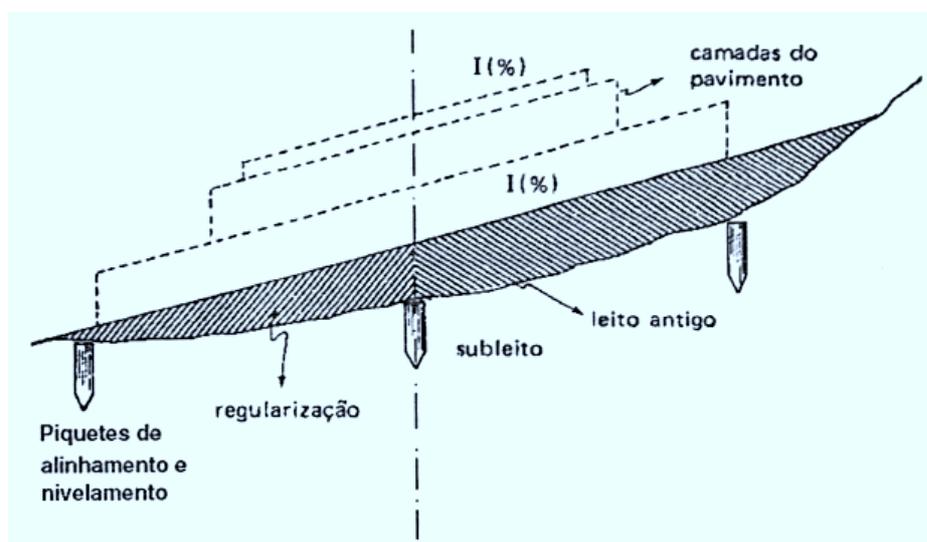
- deve-se remover eventuais fragmentos de pedra com diâmetro superior a *76mm*, raízes ou outros materiais estranhos;
- proceder-se a escarificação geral na profundidade de *20cm* em relação a plataforma de projeto;
- caso seja necessária a importação de materiais, estes serão lançados preferencialmente após a escarificação, complementando-se em seguida a conformação da plataforma;
- procede-se o espalhamento, pulverização e homogeneização o material selecionado, mediante a ação combinada da grade de discos e/ou pulvimisturador e da motoniveladora. Estas operações deverão prosseguir até que o material apresente-se visualmente homogêneo e isento de grumos ou torrões;
- o teor de umidade dos materiais utilizados na regularização do subleito, para efeito da compactação, deverá estar situado no intervalo que garanta um *ISC* no mínimo igual ao *ISC* do projeto, adotado para o subleito. Caso contrário (se abaixo), proceder-se-á ao umedecimento da camada, através de caminhão-tanque irrigador. Quando acima do intervalo, o material será aerado, mediante ação conjunta da grade de discos e/ou pulvimisturador e da motoniveladora para conformação;
- concluída a correção da umidade, a camada será conformada pela ação da motoniveladora, e em seguida liberada para a compactação;
- a motoniveladora atuará exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material;
- a compactação deverá evoluir longitudinalmente, iniciando no bordo mais baixo e progredindo no sentido do bordo mais alto da seção transversal, exigindo-se que em cada passada do equipamento seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida;
- a camada não deve ser liberada antes do *GC* atingir os valores estabelecidos;
- o acabamento será executado pela ação conjunta da motoniveladora e do rolo de pneus;
- em complementação às operações de acabamento, deverá ser procedida a remoção das “leiras” que se formam lateralmente à pista acabada, como resultado da conformação da superfície da regularização do subleito. Esta remoção poderá ser feita pela ação da

motoniveladora (nos casos de seção em aterro) ou de pá-carregadeira e caminhões basculantes (nos casos de seção em corte);

- o aspecto final da camada regularizada deve apresentar uma superfície desempenada, sem depressões ou saliências, tanto em trechos em tangente (figura K.01-a), como em curvos (figura K.01-b);



(a)



(b)

**FIGURA K.01 – Aspecto final da camada regularizada: (a) trecho em tangente; e (b) trecho curvo (Fonte: Senço, 2001).**

- no caso de cortes em rochas a regularização deverá ser executada de acordo com o projeto específico de cada caso; e

- deverá ser evitada a liberação da regularização do subleito ao tráfego usuário, face à possibilidade do mesmo causar danos ao serviço executado, em especial sob condições climáticas adversas.

## APÊNDICE L

### L. REFORÇO DO SUBLEITO

#### L.1. Definição

Reforço do subleito é uma camada granular de pavimentação executada sobre o subleito devidamente compactado e regularizado (DNER-ES 299/97).

#### L.2. Objetivo

Este procedimento tem como objetivo determinar a sistemática a ser empregada na execução da camada de reforço do subleito.

#### L.3. Documentos de Referência

- projeto executivo da rodovia;
- notas de serviço de terraplanagem; e
- DNER-ES 300/97 – Pavimentação – Reforço do subleito.

#### L.4. Materiais e Equipamentos

- solos ou mistura de solos;
- motoniveladora;
- escarificador;
- rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- compactador vibratório portátil ou sapos mecânicos;
- grade de discos;
- pulvimisturador;
- irrigadeira com motobomba e regulador de pressão;
- caminhões com caçamba basculante;
- pá-carregadeira;
- régua com arestas vivas de 3m de comprimento; e
- pás, enxadas, garfos e rastelos.

### **L.5. Método Executivo**

- espalha-se, pulveriza-se e homogeneiza-se o material selecionado, mediante a ação combinada da grade de discos e/ou pulvimisturador e da motoniveladora. Estas operações deverão prosseguir até que o material apresente-se visualmente homogêneo e isento de grumos ou torrões;
- o teor de umidade dos materiais utilizados no reforço do subleito, para efeito da compactação, deverá estar situado no intervalo que garanta um *ISC* no mínimo igual ao *ISC* do projeto, adotado para o subleito. Caso contrário (se abaixo), proceder-se-á ao umedecimento da camada, através de caminhão-tanque irrigador. Quando acima do intervalo, o material será aerado, mediante ação conjunta da grade de discos e/ou pulvimisturador e da motoniveladora para conformação;
- concluída a correção da umidade, a camada será conformada pela ação da motoniveladora, e em seguida liberada para a compactação;
- quando houver necessidade de executar camada de reforço com espessura final superior a *20cm*, estas serão subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de reforço será de *10cm*, após a compactação;
- a motoniveladora atuará exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material;
- a compactação deverá evoluir longitudinalmente, iniciando no bordo mais baixo e progredindo no sentido do bordo mais alto da seção transversal, exigindo-se que em cada passada do equipamento seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida;
- a camada não deve ser liberada antes do *GC* atingir os valores estabelecidos;
- o acabamento será executado pela ação conjunta da motoniveladora e do rolo de pneus até que se apresente lisa e isenta de partes soltas e sulcadas.

## APÊNDICE M

### M. SUB-BASE E BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE

#### M.1. Definição

Sub-base estabilizada granulometricamente é uma camada granular de pavimentação executada sobre o subleito ou reforço do subleito devidamente compactado e regularizado (DNER-ES 301/97).

Base estabilizada granulometricamente é uma camada granular de pavimentação executada sobre a sub-base, subleito ou reforço do subleito devidamente regularizado e compactado (DNER-ES 303/97).

#### M.2. Objetivo

Este procedimento tem como objetivo determinar a sistemática a ser empregada na execução da camada da sub-base e base estabilizada granulometricamente.

#### M.3. Documentos de Referência

- projeto executivo da rodovia;
- notas de serviço de pavimentação;
- DNER-ES 301/97 – Pavimentação – Sub-base estabilizada granulometricamente; e
- DNER-ES 303/97 – Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente.

#### M.4. Materiais e Equipamentos

- solos, mistura de solos e materiais britados, escória ou produtos totais de britagem;
- motoniveladora pesada, com escarificador;
- carro tanque distribuidor de água;
- rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- grade de discos; e
- pulvimisturador.

### **M.5. Método Executivo**

- deve-se espalhar o material selecionado em camada de aproximadamente 25 a 30cm, mediante a ação combinada da grade de discos e da motoniveladora;
- quando houver necessidade de executar a camada de sub-base ou base com espessura final superior a 20cm, estas serão subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de sub-base será de 10cm, após a compactação;
- caso o teor de umidade esteja abaixo do definido, proceder o umedecimento da camada, através de caminhão-tanque irrigador. Quando acima, o material será aerado, mediante ação conjunta da grade de discos e/ou pulvimisturador e da motoniveladora para conformação;
- concluída a correção da umidade, a camada será conformada pela ação da motoniveladora, e em seguida liberada para a compactação;
- a compactação deverá evoluir longitudinalmente, iniciando no bordo mais baixo e progredindo no sentido do bordo mais alto da seção transversal, exigindo-se que em cada passada do equipamento seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida; e
- a camada não deve ser liberada antes do *GC* atingir os valores estabelecidos.

## APÊNDICE N

### N. BASE DE MACADAME HIDRÁULICO

#### N.1. Definição

Base de macadame hidráulico é uma camada de pavimento constituída por uma ou mais camadas de agregados graúdos (pedra, seixo rolado, cascalho, britado) com diâmetro variável de 4” a 1/2” (101,6mm a 12,7mm) compactadas e com suas partículas firmemente entrosadas uma as outras e com os vazios preenchidos por material de enchimento aglutinados com água (DNER-ES 316/97).

#### N.2. Objetivo

Este procedimento tem como objetivo determinar a sistemática a ser empregada na execução de base de macadame hidráulico empregando uma ou mais camadas de agregados britados, de partículas entrosadas umas às outras, e material de enchimento, aglutinados pela água. As camadas são submetidas à compressão e construídas sobre o subleito preparado ou sub-base, de acordo com os alinhamentos greide e seção transversal do projeto.

#### N.3. Documentos de Referência

- projeto executivo da rodovia;
- notas de serviço de pavimentação; e
- DNER-ES 316/97 – Pavimentação – Base de Macadame Hidráulico.

#### N.4. Materiais e Equipamentos

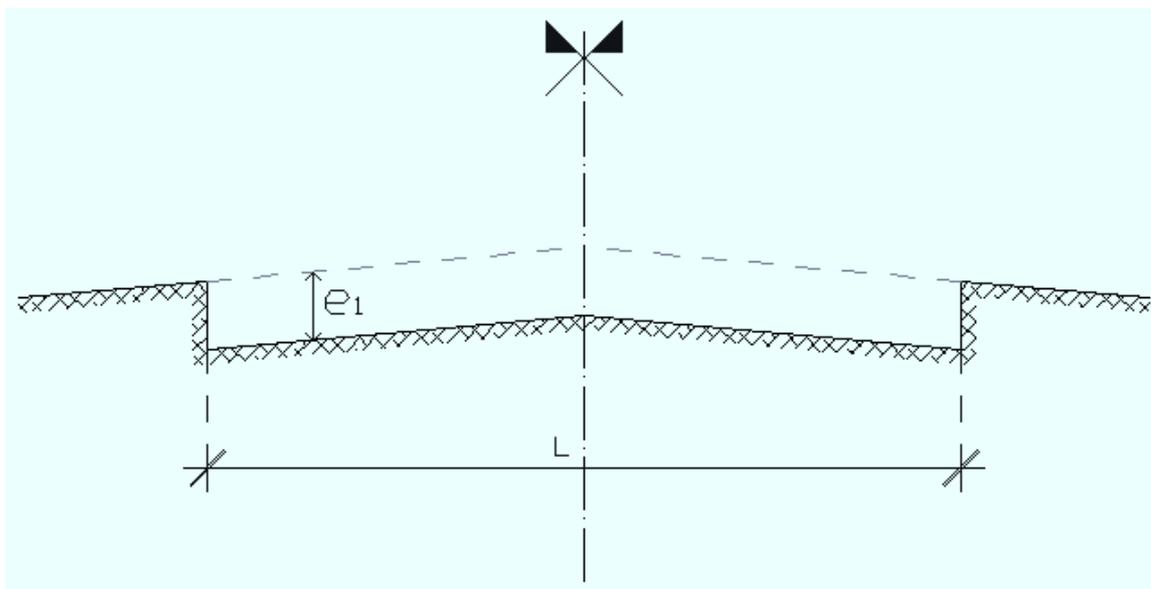
- distribuidores de agregados rebocáveis ou automáticos, possuindo dispositivos que permitam um espalhamento homogêneo da quantidade de material desejada;
- motoniveladora pesada, com escarificador ou garfos para a distribuição do material;
- rolos compactadores tipo liso de três rodas *Müller* ou tandem (10 a 12t), ou liso-vibratórios, e rolos de pneus pesados de pressão variável;
- pá-carregadeira;
- caminhões basculantes ou caçambas;
- vassouras mecânicas ou vassouras comuns para distribuição de material de enchimento;

- pulvimisturador para aplicação de água;
- carro tanque distribuidor de água (mínimo de 5.000 litros);
- material graduado para servir como agregado (pedra britada) e enchimento (saibro, areia ou pó-de-pedra);
- material a ser utilizado na camada de bloqueio, caso necessário;
- materiais adicionais (caso necessário executar fôrmas):
  - pás e enxadas;
  - sarrafos e pontaletes de madeira para fixar fôrmas;
  - martelo e serrote;
  - pregos;
  - fôrmas de madeira ou aço;
  - esquadro metálico; e
  - nível de mangueira ou laser.

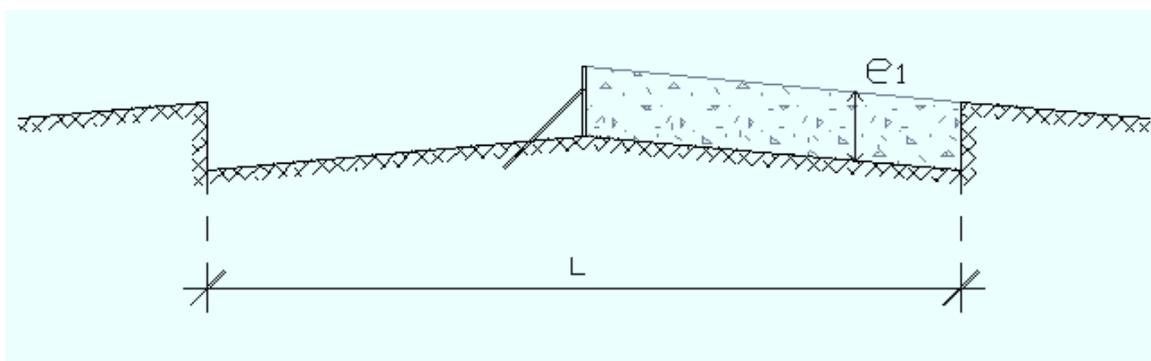
#### **N.5. Método Executivo**

- as camadas de preparo do subleito, de reforço do subleito, sub-base e de bloqueio devem estar executadas e inspecionadas ou conforme projeto (camada de bloqueio – quando o material de subleito ou da sub-base for composto por solo siltoso ou argiloso, com mais de 35% passando na peneira Nº 200, para a base não correr o risco de sofrer penetração, de baixo para cima, desse material fino, comprometendo as funções do material de enchimento e que a brita da base não penetre nas camadas subjacentes pela ação de rolos compressores);
- Remover fragmentos de pedra com diâmetro maior que 4” ou superior ao maior diâmetro determinado para a granulometria do agregado graúdo, ou, ainda, material com diâmetro igual ou superior a 2/3 da espessura da camada;
- remover raízes e outros materiais estranhos;
- não iniciar a execução em dias de chuva.
- deve-se preparar a caixa que comportará a base de macadame hidráulico de maneira que sirva como uma fôrma, onde as paredes laterais são cortadas verticalmente, de acordo com

a altura prevista em projeto (figura 1.01-a). Caso seja necessário executar fôrmas laterais, essas devem estar bem travadas para suportar os esforços gerados pelo processo executivo (figura 1.01-b);



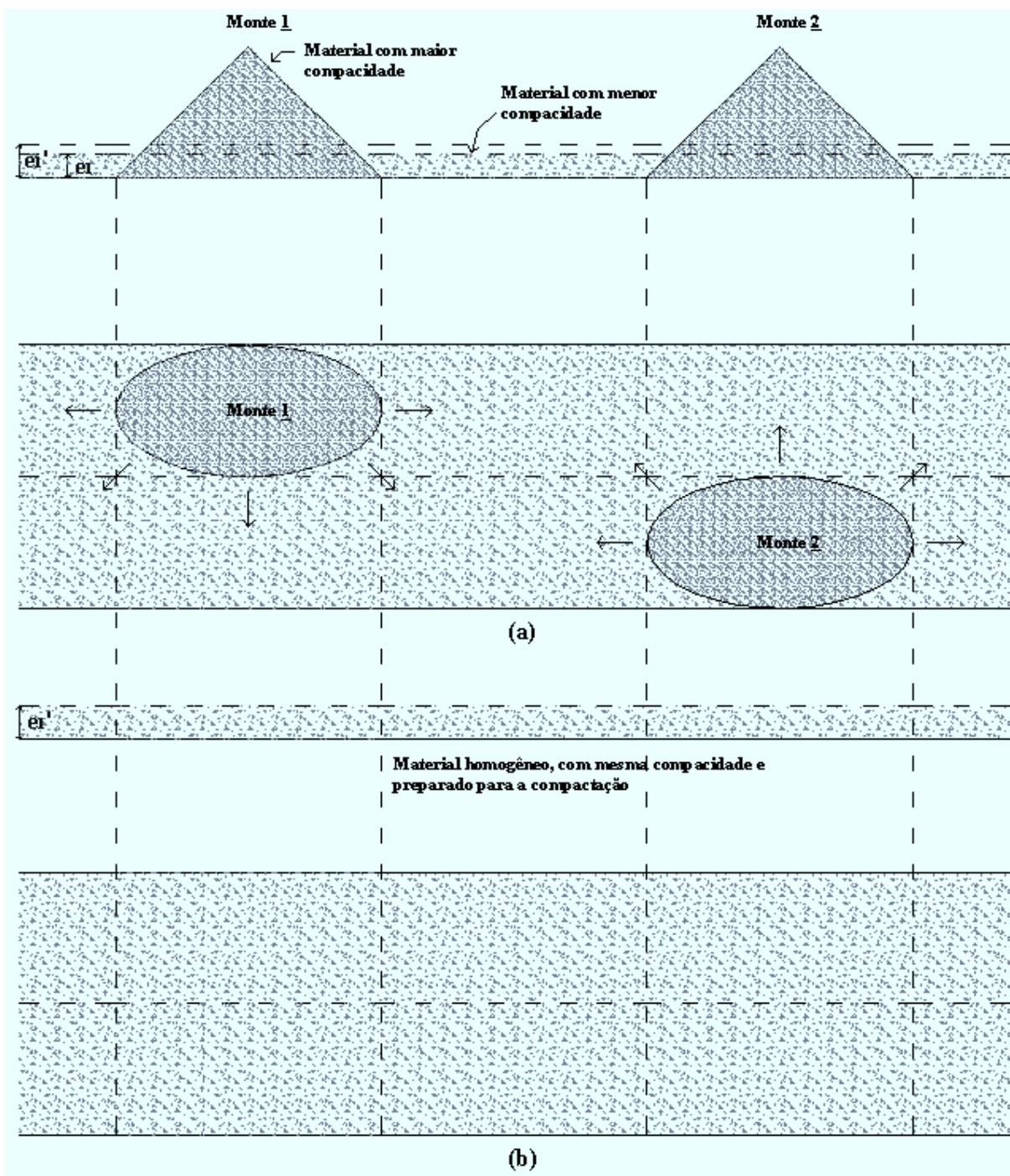
(a)



(b)

**FIGURA 1.01 – Caixa da Base Macadame Hidráulico: (a) comportada entre paredes laterais; e (b) com fôrma lateral (Fonte: Senço, 2001).**

- despeja-se o agregado graúdo através de caminhão-basculante, ou caçamba, em montes que sejam suficientes para, após compactado, atingir a espessura desejada para a camada. Este material deve ser distribuído, através de motoniveladora, por toda a largura e extensão desejada para a caixa, de modo que fique totalmente homogêneo e com mesma compacidade (mesmo estado de compactação ou mesma massa específica), conforme apresentado na figura 1.02 (a) e (b). O greide longitudinal e a seção transversal devem ser verificados com cordéis, gabarito etc., e corrigidos os excessos ou deficiências de material;

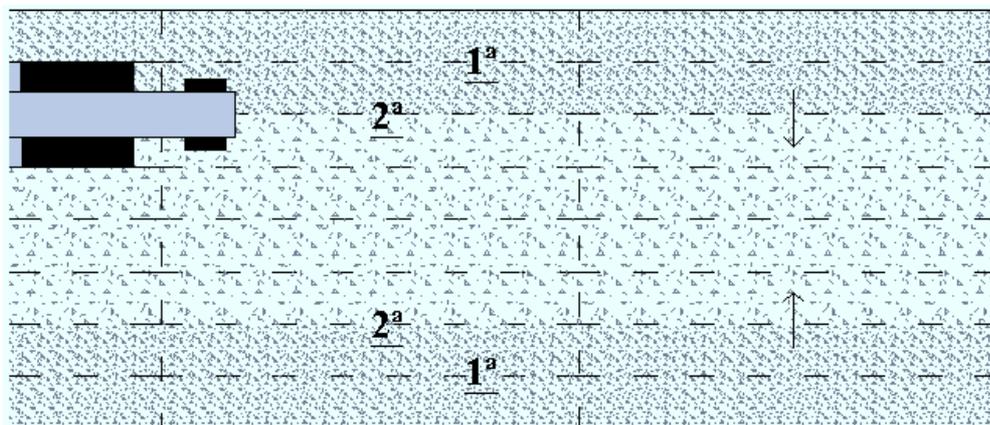


**FIGURA 1.02 – Movimentação do agregado graúdo: (a) despejado no caixa; e (b) distribuído de forma homogênea e com mesma compactidade (Fonte: Senço, 2001).**

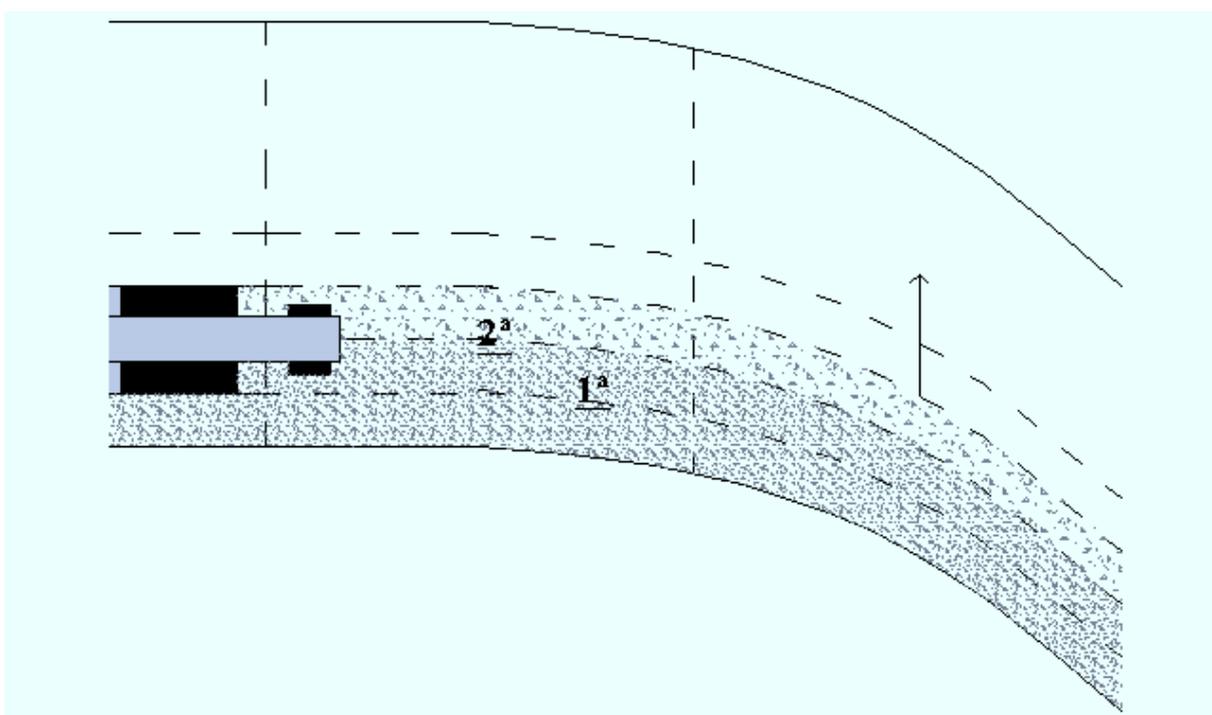
- no caso de utilização de distribuidores mecânicos, estes já fornecem o material distribuído de forma homogênea e com mesma compactidade;
- a distribuição ainda pode ser realizada por garfos operados por colaboradores;
- com o compressor de três rodas inicia-se a compactação da camada, em toda a sua extensão, sendo que em trechos retos, deve-se executar a compactação dos bordos para o

centro (figura 1.03-a). Já em curvas, deve-se executar a compactação do bordo interno da curva para o externo (figura 1.03-b);

- o rolo, quando compactando uma camada subsequente, deve passar suas rodas traseiras sobre, pelo menos, metade da passada anteriormente executada;



(a)



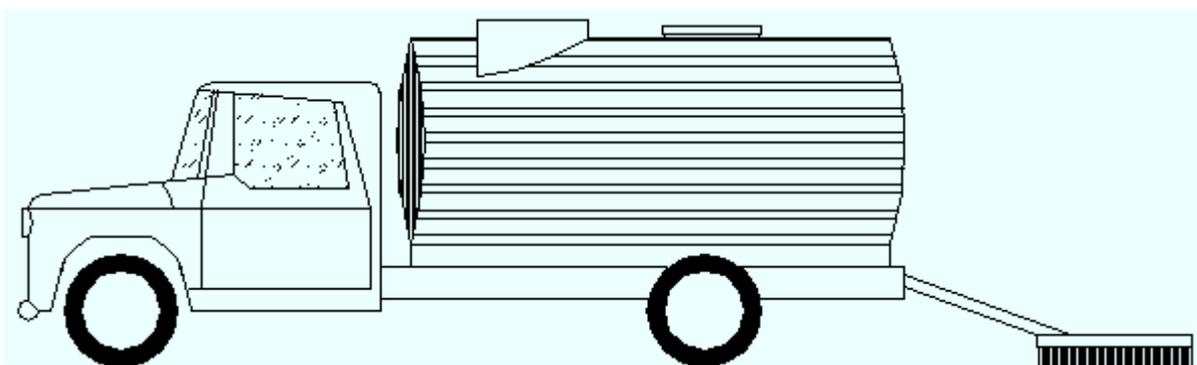
(b)

**FIGURA 1.03 – Compactação do agregado graúdo: (a) em trechos retos; e (b) em trechos curvos.**

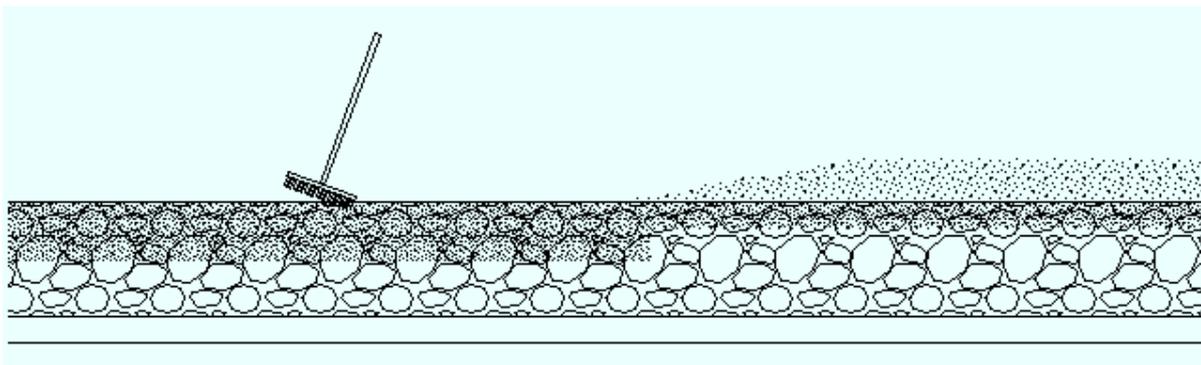
- a parada da compactação deve respeitar o momento que os agregados fragmentados estejam entrosados uns aos outros e deixem de apresentar ondas diante do rolo longitudinalmente e transversalmente a pista. O greide longitudinal e a seção transversal

devem ser verificadas com cordéis, gabarito etc., e corrigidos os excessos ou deficiências de material;

- para os locais de difícil acesso, ou quando recomendável, deve-se utilizar soquetes que forneçam a mesma energia que o rolo, para realizar a compactação;
- após o final da compactação da primeira camada do agregado graúdo, o material de enchimento deve ser depositado sobre esta, a uma espessura de aproximadamente 2cm, e conduzido para as frestas existentes na camada compactada através de vassouras mecânicas ou vassouras comuns operadas manualmente (figura 1.04-a e b);



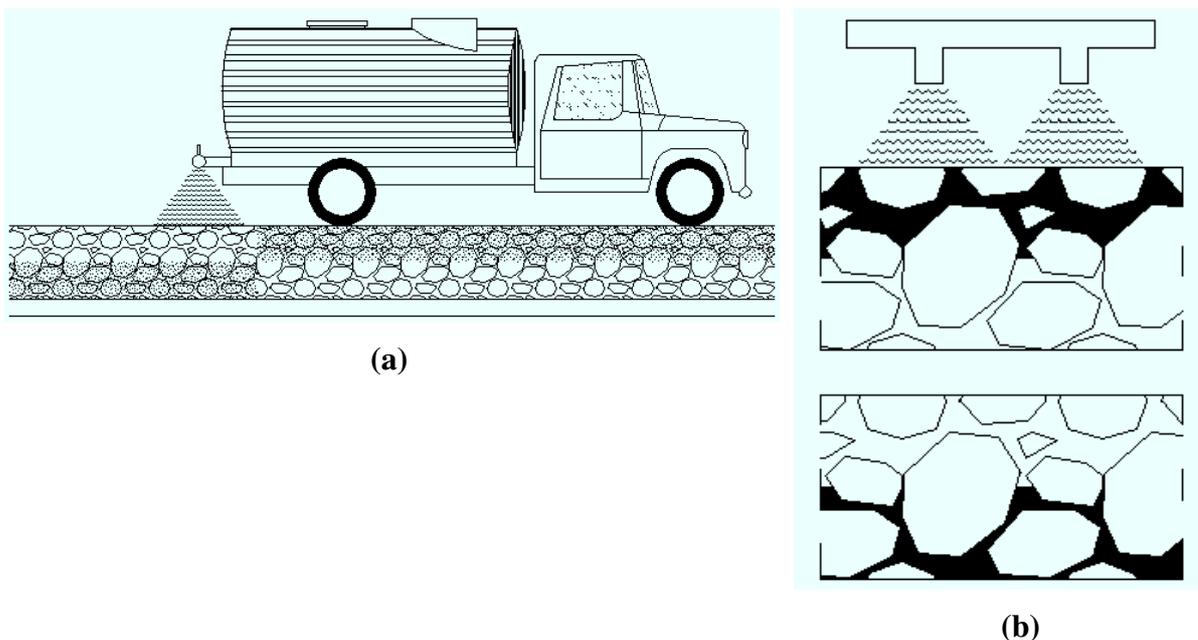
(a)



(b)

**FIGURA 1.04 – Varredura do material de enchimento: (a) vassoura mecânica; e (b) vassoura manual (Fonte: Senço, 2001).**

- o passo seguinte é a irrigação de toda a superfície, até que o material seja conduzido para a parte inferior da camada de agregado graúdo (figura 1.05-a e b). Após a evaporação da água na parte superior realiza-se nova compactação;



**FIGURA 1.05 – Irrigação do material de enchimento: (a) visão geral; e (b) detalhe**  
**(Fonte: Senço, 2001).**

- deve-se repetir a deposição do material de enchimento, varredura, irrigação e recompressão da camada até que o material de enchimento ocupe os espaços entre os agregados graúdos e a compressão não cause mais deslocamento a estes;
- os procedimentos anteriores devem ser repetidos para as camadas compactadas seqüencialmente, respeitando a condição de que a camada anterior deve estar completamente seca antes de iniciar a próxima; e
- após o término da base, deve-se proceder a sua cura recobrimdo-a com um pouco de material de enchimento durante 7 a 15 dias, para que se execute a imprimação impermeabilizante e ligante sobre essa. Durante este tempo não deve ser permitido tráfego sobre a base. O recobrimento deve ser mantido, caso seja previsto tráfego na base antes da imprimação e revestimento.

## APÊNDICE O

### O. IMPRIMAÇÃO E PINTURA DE LIGAÇÃO

#### O.1. Definição

Imprimação consiste na aplicação de camada de material betuminoso sobre a superfície de base granular concluída, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando conferir coesão superficial, impermeabilizar e permitir condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado (DNER-ES 306/97).

Pintura de ligação consiste na aplicação de ligante betuminoso sobre a superfície de base coesiva ou pavimento betuminoso anterior à execução de uma camada betuminosa qualquer, objetivando promover condições de aderência entre as camadas (DNER-ES 307/97).

#### O.2. Objetivo

Este procedimento tem como objetivo determinar a sistemática empregada na aplicação uniforme de material betuminoso sobre base granular concluída, a fim de conferir coesão superficial, impermeabilizar e permitir condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado, bem como da aplicação de película do ligante betuminoso sobre uma superfície subjacente, base ou pavimento, antes da execução de um novo revestimento betuminoso.

#### O.3. Documentos de Referência

- projeto executivo da rodovia;
- notas de serviço de pavimentação;
- DNER-ES 306/97 – Pavimentação – Imprimação; e
- DNER-ES 307/97 – Pavimentação – Pintura de Ligação.

#### O.4. Materiais e Equipamentos

- ligante betuminoso;
- vassouras rotativas mecânicas;
- faixas de papel;
- carros distribuidores de ligante betuminoso, providos de dispositivos de aquecimento, tacômetro, calibradores, termômetros e aspergidor manual; e

- carros com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento.

### **O.5. Método Executivo**

- após a perfeita conformação geométrica da base, proceder a varredura da superfície com vassouras rotativas mecânicas, de modo a eliminar todo e qualquer material solto;
- antes da aplicação do ligante betuminoso a pista deverá ser levemente umedecida;
- aplica-se a seguir, o ligante betuminoso, na temperatura compatível com o seu tipo e de maneira uniforme;
- a temperatura de aplicação do ligante betuminoso deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura  $\times$  viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. as faixas de viscosidade recomendadas para espalhamento são:
  - para asfaltos diluídos de 20 a 60 segundos “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004); e
  - para emulsões de 20 a 100 segundos “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004).
- deve-se aplicar o ligante betuminoso na pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao tráfego. Quando isto não for possível, trabalha-se em meia pista, executando a aplicação da adjacente, assim que a primeira for permitida ao tráfego. Quando em serviços de imprimação, o tempo de exposição da base imprimada ao tráfego é condicionado ao comportamento da mesma, não devendo ultrapassar 30 dias;
- a fim de evitar a superposição ou excesso, nos pontos inicial e final das aplicações, colocar as faixas de papel transversalmente na pista, de modo que o início e o término da aplicação do ligante betuminoso situem-se sobre essas faixas, as quais serão, em seguida, retiradas; e
- qualquer falha na aplicação do ligante betuminoso deve ser, imediatamente, corrigida.

## APÊNDICE P

### P. REVESTIMENTO EM CONCRETO BETUMINOSO

#### P.1. Definição

Concreto betuminoso é uma mistura executada em usina apropriada, com características específicas composta de agregado mineral graduado, material de enchimento (*filer*) e ligante betuminoso espalhada e comprimida à quente (DNER-ES 313/97).

#### P.2. Objetivo

Este procedimento tem como objetivo determinar a sistemática empregada na aplicação uniforme de misturas betuminosas para a construção de camadas do pavimento de acordo com os alinhamentos, greide e seção transversal de projeto.

#### P.3. Documentos de Referência

- projeto executivo da rodovia;
- notas de serviço de pavimentação; e
- DNER-ES 313/97 – Pavimentação – Concreto Betuminoso.

#### P.4. Materiais e Equipamentos

- concreto Betuminoso;
- caminhões basculantes com caçambas lubrificadas;
- ancinhos e rolos metálicos;
- pavimentadoras automotrizes, providas de alisadores e dispositivos de aquecimento; e
- rolo pneumático e metálico liso, tipo tandem ou rolo vibratório.

#### P.5. Método Executivo

- sendo decorridos mais de sete dias entre a execução da imprimação e a do revestimento, ou no caso de ter havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou, ainda ter sido a imprimação recoberta com areia, pó-de-pedra etc., deverá ser feita uma pintura de ligação;
- lubrificar as caçambas dos caminhões com água e sabão e não permitir a lubrificação com óleo diesel, gasolina ou outros que venham a dissolver o ligante betuminoso;

- o concreto betuminoso produzido deverá ser transportado, da usina ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes com suas caçambas lubrificadas;
- quando em grandes distâncias, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona ou outro material aceitável, com tamanho suficiente para proteger a mistura;
- distribuir o concreto betuminoso utilizando-se da pavimentadora acabadora automotriz;
- caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas deverão ser sanadas pela adição manual de concreto betuminoso, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos;
- após a distribuição do concreto betuminoso, tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, temperatura essa fixada, experimentalmente, para cada caso;
- caso sejam empregados rolos de pneus, de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão, a qual será aumentada à medida que a mistura vai sendo compactada, e, conseqüentemente, suportando pressões mais elevadas;
- a compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deve começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. Cada passada do rolo deve ser recoberta na seguinte de, pelo menos, metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada;
- durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas do rolo deverão ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura; e
- os revestimentos recém-acabados deverão ser mantidos sem tráfego, até o seu completo resfriamento.

## APÊNDICE Q

### Q. INFRA-ESTRUTURA PARA SERVIÇO

A infra-estrutura relacionada aos serviços executados na fase de projeto e supervisão de obras são relativamente diferentes.

Isto é devido a, na fase de projeto, a estrutura de laboratório necessária a realização de ensaios normalmente é terceirizada, pois a quantidade destes não justifica a montagem de uma estrutura de laboratório.

Além disso, a estrutura de escritórios é totalmente centralizada na sede da empresa.

Durante a supervisão de uma obra rodoviária, torna-se necessária a instalação de uma infra-estrutura necessária a realização de serviços contendo laboratórios de controle tecnológico, escritório de processamento de dados, escritório para projetistas, salas de reunião etc.

Sabendo-se disso, as seções seguintes apresentarão a estrutura necessária a supervisão da obra, além dos principais instrumentos para ensaios de laboratório.

#### Q.1. O Canteiro de Obras

O canteiro de obras normalmente é constituído escritórios, ambulatório, alojamentos, cozinha e refeitório, recreação, depósitos, almoxarifados, oficina mecânica, abastecimento, transporte, laboratórios e usinas (IPR 697/100, 1996, e Senço, 2001).

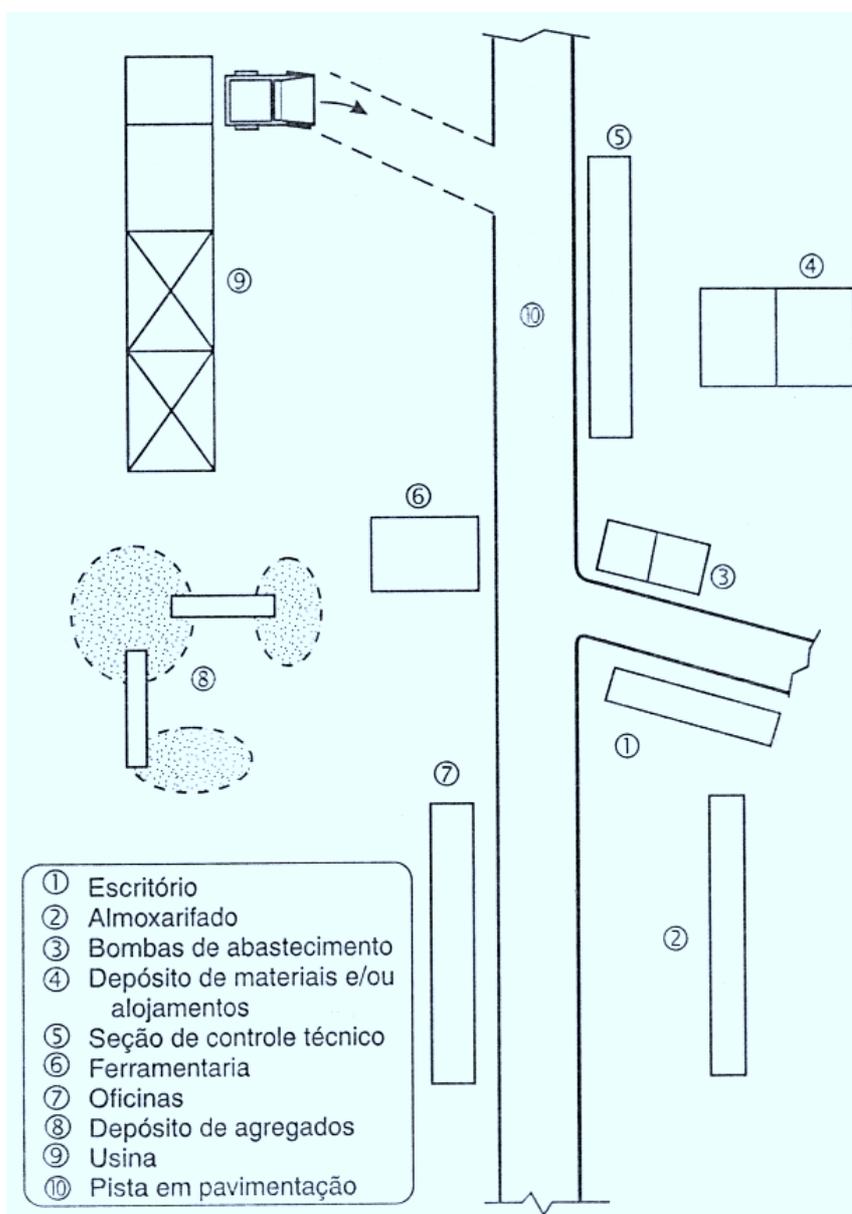
No que concerne as atividades de supervisão da obra, a estrutura necessária resume-se escritório, almoxarifado e laboratório.

Segundo a IPR 697/100 (1996), o laboratório deve ser instalado em uma construção independente das demais, e de preferência afastado da via de passagem de máquinas e veículos. Ele deve ter acesso independente e uma meia água com varanda, onde pode-se construir um tanque para imersão de corpos-de-prova.

Os escritórios devem conter salas de reunião para com o órgão contratante, um escritório da contratante, sala de engenharia da supervisora, sala de processamento de dados e uma sala para os projetistas.

O almoxarifado da supervisão deve estar voltado ao controle dos instrumentais utilizados no laboratório, pista e usina, não devendo, portanto, ser utilizado como depósito de materiais.

Na fase de plena execução da obra pode-se observar a estrutura básica, necessária ao canteiro de obra, apresentada na figura Q.01.



**FIGURA Q.01 – Estrutura do canteiro de obra (Fonte: Senço, 2001).**

No que tange a organização de um laboratório de solos, pode-se utilizar a sugestão de Bertram (1969), onde ele apresenta um *layout* típico para este (figura Q.02).

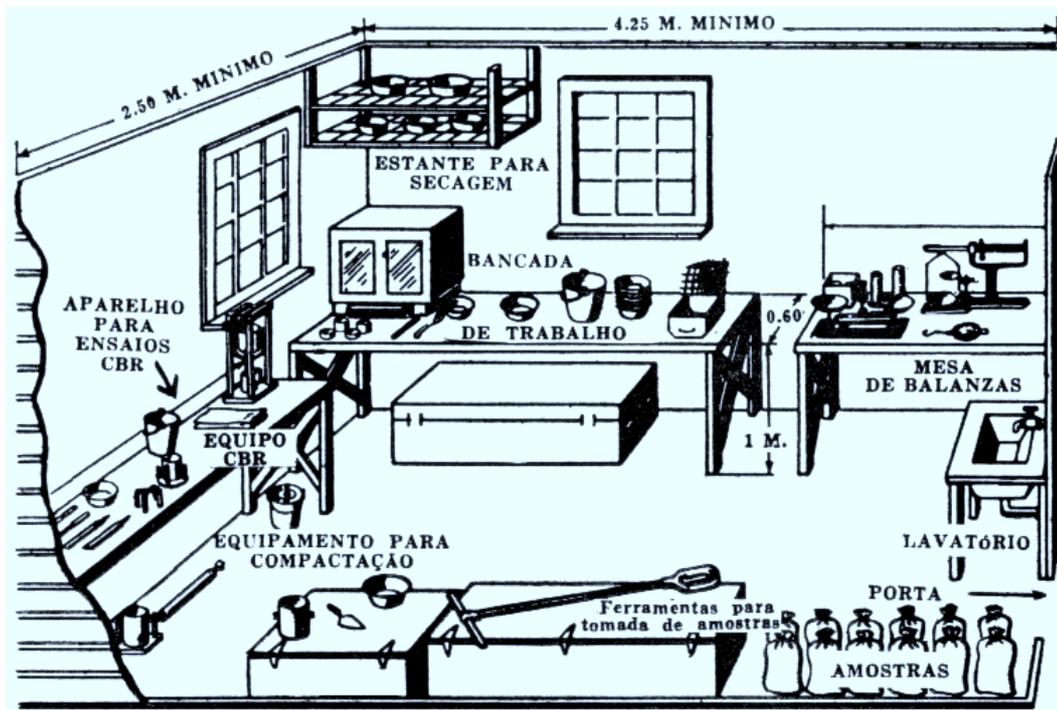


FIGURA Q.02 – Lay-out de um laboratório de solos (Fonte: Bertram, 1969).

## Q.2. Instrumental para Laboratório

Os principais instrumentais constituintes do laboratório e necessários a realização de ensaios de controle tecnológico de solos podem ser observados no quadro Q.01. Este mesmo quadro não serve de regra para a alocação de instrumental de laboratório, porém serve como ponto de partida para a observação dos recursos que serão necessários.

### QUADRO Q.01 – Relação do instrumental necessário em laboratório de solos.

Especificação
01 agitador manual para peneiras
01 par de alicates de 6 polegadas com corte lateral
01 anel amostrador com bordos cortantes, para ISC
01 aparelho para limite de liquidez com concha de bronze e cinzel
01 balança com três escalas para leitura, pesos sobressalentes, capacidade de 0,01g a 200g
01 balança de mola, com 200 libras (cerca de 100kg) de capacidade, com um único gancho, graduada de 2 em 2 libras ou em kg
01 balança de mola, com um único gancho com 60 libras (cerca de 30kg) de capacidade, graduada em 0,1 libra ou então de 50 em 50kg
01 balança de torção com 4,5kg de capacidade com pratos removíveis e 0,25g de sensibilidade
05 baldes galvanizados, pesado, com capacidade de 14 litros
02 trados do tipo <i>Iwan</i>
01 agitador para peneiras, com peneiras permutáveis, tampa, fundo e suporte
01 dúzia e ½ de sacos de pano cru sem alvejar, para colher materiais para ensaio, 43 x 81cm, com cordel para fechar

Especificação
05 dúzias de sacos de pano cru sem alvejar, para colher materiais para ensaio, 25 x 46cm, com cordel para fechar
02 trinchas de tamanho médio com 2,5cm de largura
05 trinchas de tamanho médio com 5cm de largura
01 caixa de guia para corte em meia esquadria
01 dúzia de caixinhas redondas de metal, sem costura, baixas e com fundo flano, com 04 onças de capacidade (cerca de 200g)
01 fundo para jogo de peneiras, com 8 polegadas (cerca de 20cm) de diâmetro, permutável, com peneiras normais americanas
01 molde cilíndrico para compactação, com 15,24cm de diâmetro interno e 17,78cm de altura com anel ajustável para extensão
01 cilindro de compactação para ensaio de ISC, de 6 polegadas, com anel de extensão
02 “metros” de aço flexível com 2m de comprimento
01 formão com $\frac{3}{4}$ de polegada
01 peneira quadrada com furos de $\frac{1}{4}$ de polegada, para jogo portátil de campo
01 maleta com conjunto de equipamento <i>Speedy</i>
01 peneira quadrada com furos de $\frac{3}{4}$ de polegada, para jogo portátil de campo
01 peneira quadrada com furos de 1 $\frac{1}{2}$ polegada, para jogo portátil de campo
01 peneira quadrada com furos de 2 polegadas, para jogo portátil de campo
01 cronômetro
02 colheres de aço inoxidável com 35cm de comprimento
01 faca de açougueiro
01 rolo de corda ou barbante
02 chaves de fenda, 8 polegadas de comprimento (28 a 32cm de comprimento total) e $\frac{3}{8}$ de largura de folha
01 espátula com cabo de madeira e folha de aço com 10cm de comprimento e 1,5cm de largura
01 estufa com isolamento térmico para secagem de materiais, tendo uma janela térmica
100 etiquetas de pano branco para remessa
05 etiquetas retangulares de papel branco gomado
06 hastes de extensão para trado
01 macaco hidráulico para ensaio de ISC com 8 toneladas de capacidade de carga
12 folhas de serra de mão, flexíveis, com 10 polegadas (25cm) e 18 dentes
01 fogareiro portátil a gasolina, com 2 queimadores, completo, com proteção contra vento e com caixa para transporte
03 extensômetros com mostrador de tipo ajustável e amplitude de uma polegada
12 lápis de madeira e grafite (n° 3), com borracha
06 papeis cortados em espiral na cor preta
02 cadernetas de notas
01 lima plana, macia, de 12 polegadas (30cm)
01 litro de líquido para macaco hidráulico
01 lona de algodão com 60 x 60 polegadas (1,50 x 1,50m) com bainhas nas extremidades
04 chaves de alta resistência para tubos de $\frac{1}{4}$ até 2 polegadas
01 chave inglesa ajustável com 1 $\frac{1}{8}$ polegada de abertura e 10 polegadas de comprimento
01 seringa de borracha para encher baterias
01 almofariz e gral de borracha
01 macete de ebonite

Especificação
02 moldes cilíndricos para ensaios de materiais de estradas, com 2 polegadas (5,08cm) de diâmetro e quatro polegadas (16,16cm) de altura
02 colheres de pedreiro
01 caixa de papel de filtro, circular, com 15cm de diâmetro para ensaio de ISC, com 100 unidades por caixa
12 resmas de papel branco para escrever
100 folhas de papel milimetrado com linhas mais grossas de 10 em 10 milímetros
50 folhas de papel semi-logarítmico para desenho com e ciclos
10kg de parafina ou cera
25 pesos de aço em forma de anel, de 5 libras, 2 <sup>1</sup> / <sub>16</sub> polegadas de diâmetro interno e 5 <sup>7</sup> / <sub>8</sub> polegadas de diâmetro externo, para ensaio de ISC
01 jogo de pesos para balança de 5 a 2.000 gramas
01 picnômetro com tampa e frasco
01 soquete de compactação com guia
01 soquete de aço para ensaio de ISC
03 pratos perfurados com haste ajustável de bronze para ensaio de ISC
01 prensa de carga completa para ensaio de ISC
02 provetas graduadas de vidro com divisões de 10cm <sup>3</sup> desde 0 até 110cm <sup>3</sup>
24 recipientes esmaltados com 23cm de diâmetro no fundo e 10cm de altura
01 régua de aço biselada com 30cm
01 régua de aço temperado, com 30cm, graduada em meios milímetros
01 serra de arame para cortar amostras
Peneiras de malha metálica com armação de 8 polegadas de diâmetro, modelo alto, série menor: 01 n° 4, 01 n° 10, 02 n° 40, 02 n° 60, 02 n° 100 e 02 n° 200
01 tampa para jogo de peneiras permutáveis com 8 polegadas de diâmetro
01 termômetro de laboratório com mostrador circular graduado desde 10°C até 149°C com haste de aço de 20cm
12 toalhas de algodão ordinário ou panos de cozinha, 40 x 90cm
01 tripé porta-extensômetro e acessórios para ensaio de ISC
01 balança de campo de 35 libras (15,88kg), sensibilidade de 0,01 libra
06 latas de serviço de campo com um galão de capacidade de 3,78 litros
01 medidor de volumes com placa de base
01 cilindro sobressalente
02 sacos de areia calibrada com 100 libras (45,36kg)
01 funil e frasco de areia
01 placa de base para o método de cone de areia
02 frascos sobressalentes
01 aparelho de compressão não confinada, manual com anel dinamométrico calibrado para medir cargas, com capacidade de 500 libras (226,8kg), com extensômetro para medir deformação
01 copo de 600cm <sup>3</sup>
01 copo graduado de 1.000ml
01 bandeja metálica
01 gral de porcelana de 400cm <sup>3</sup> e mão-de-pilão
02 pratos de porcelana para evaporação (75mm de diâmetro e 70ml de volume e 115mm de diâmetro e 250ml de volume)
01 canivete

Especificação
01 picareta
01 pá
03 fitas para impermeabilizar (para amostras indeformáveis)
01 tábua de madeira plana dura para esmagar material
01 rolo de madeira para esmagar torrões de material grosso
01 barra de carga para empurrar molde de ISC na tomada de amostras indeformáveis
01 aparelho portátil para compressão não-confinada

Fonte: Bertram (1969).

## APÊNDICE R

### R. TÉCNICAS ESTATÍSTICAS

#### R.1. Conceitos

A utilização de técnicas estatísticas para o controle da qualidade em obras de pavimentação é de fundamental importância devido a impossibilidade exercê-lo na cobertura de toda a obra.

Contudo deve-se enfatizar a variabilidade de condições e a dispersão dos dados obtidos em obras, devido às suas características próprias.

Segundo Fabricio et alii (1993), o devido conhecimento e a utilização adequada desses métodos estatísticos garantem a identificação de falhas construtivas em tempo hábil, as quais seriam despercebidas durante inspeções inadequadas ou mesmo por sua não realização, evitando-se acarretar altos custos por retrabalho e problemas na imagem comercial das empresas envolvidas na construção e fiscalização.

Para melhor familiarização com os conceitos de estatística e definições mais utilizados no controle de obras rodoviárias, pode-se observar as seguintes definições (DNER-PRO 277/97 e NBR 5426/85):

- produto finalizado – cada serviço finalizado ou obra concluída;
- componentes e matérias-primas – materiais e equipamentos recebidos no canteiro de obras, ou na origem dos mesmos (fábricas);
- operações – o decorrer da execução de um serviço de engenharia;
- materiais em processamento – materiais inspecionados em qualquer fase ao longo da execução dos serviços ou ao final desses, para avaliar a qualidade dos mesmos após sofrer alguma transformação;
- materiais estocados – determinação da qualidade de materiais estocados no canteiro de obras;
- operações de manutenção – para inspeção de avaliação da qualidade de assistência técnica ou após manutenção de equipamentos;
- procedimentos administrativos – qualquer procedimento administrativo que puder ser medido na base de atributos;

- dados ou relatórios – no caso da verificação da efetividade dos dados gerados por inspeções de qualquer outro gênero, de medições realizadas, de projetos de engenharia etc.;
- amostra – número finito de observações selecionadas de um universo ou população de dados;
- plano de amostragem – critérios utilizados para a formação de amostras de um item;
- risco – probabilidade de ocorrer falha ou ação externa, que determine perda;
- defeito – falta de conformidade com qualquer dos requisitos especificados, ou condições preestabelecidas em normas técnicas;
- nível de qualidade aceitável – NQA representa o máximo número de defeitos, em porcentagem, em uma amostra, a qual considera uma quantidade satisfatória para a sua aceitação; e
- lote – conjunto formado pela reunião de materiais, equipamentos, serviços ou partes da obra de um único tipo, grau, classe, forma e composição, produzidos sob as mesmas condições e no mesmo período. O seu tamanho consistirá o número de unidades de materiais, equipamentos, serviços ou partes da obra que respeitem as condições apresentadas anteriormente.

Contudo é necessário que se entenda que “o principal objetivo da estatística em engenharia é inferir através de Unidades de Amostragem obtidas aleatoriamente a (s) característica (s) de toda uma População de um Universo” (Fabricio et alii, 1993).

Nas subseções seguintes pode-se observar breves comentários com relação as ferramentas estatísticas utilizadas em planos de amostragem.

## **R.2. Planos de Amostragem**

Com as medidas aleatórias ( $x_i$ ) de cada população em uma determinada série pode-se calcular a média aritmética, conforme equação R.01.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \text{ onde :}$$

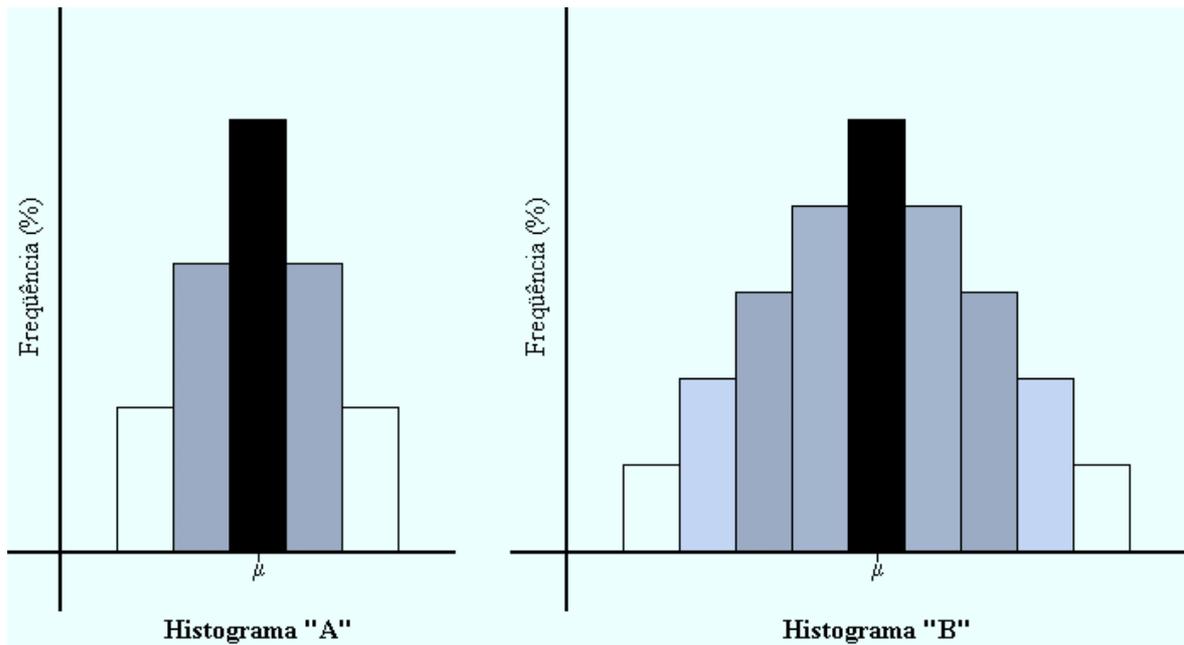
$n$  = número de medidas da série; e

$x_i$  = valor individual de cada medida.

Eq. R.01

Com o histograma pode-se verificar a frequência de valores que se encontram em torno do valor central (média), e é representado no eixo das abscissas por intervalos de médias aritméticas e nas ordenadas pela frequência (em percentil) dos valores ocorrentes em cada intervalo.

Na análise de histogramas (figura R.01) pode-se ter uma idéia da dispersão dos resultados das amostras da população em torno do intervalo central, sendo quanto mais aberto maior será a dispersão de seus resultados.



**FIGURA R.01 – Tipos de histograma: Histograma “A” (mais fechado – menor dispersão) e Histograma “B” (mais aberto – maior dispersão).**

Esta dispersão pode ser analisada pelo desvio padrão da amostra ( $s$ ) (eq. R.02), desvio padrão do universo ( $\sigma$ ) (eq. R.03) e pelo coeficiente de variação ( $CV$ ) (eq. R.04) apresentados a seguir.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \text{Eq. R.02}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}} \quad \text{Eq. R.03}$$

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100 (\%) \quad \text{Eq. R.04}$$

onde :

$n$  = número de medidas da série;

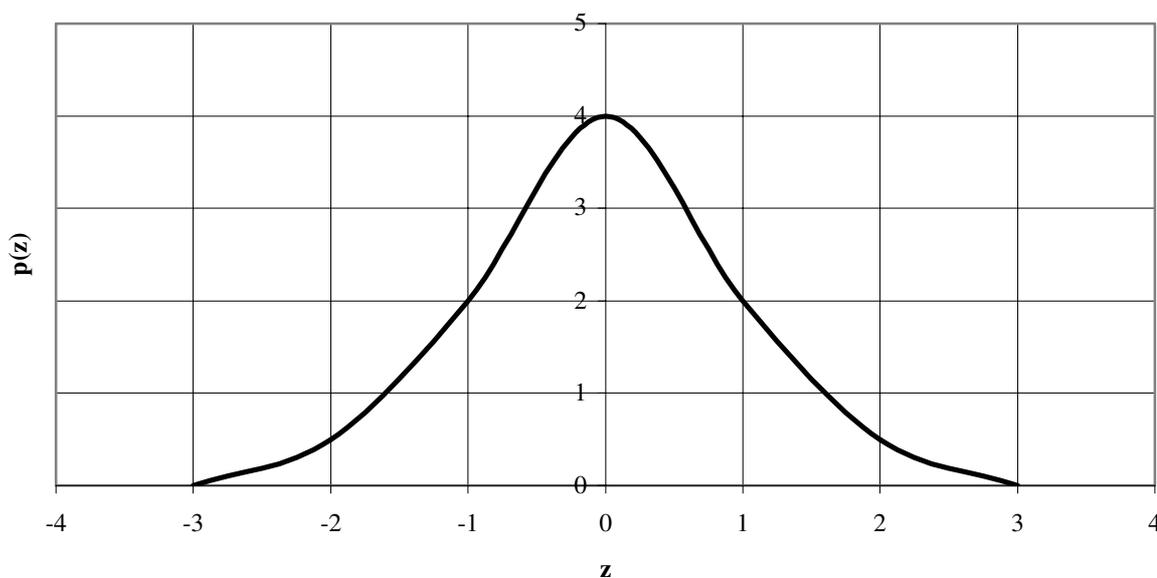
$x_i$  = valor individual de cada medida;

$\bar{X}$  = média da amostra; e

$\mu$  = média do universo.

A distribuição normal, representada pela “Curva de *Gauss*” ou “Curva Normal”, tem uma grande importância no controle de projetos e obras de engenharia, devido ao histograma das médias dos resultados desses controles (projetos, materiais, serviços ou qualquer outro processo) apresentarem uma tendência central da mesma forma que a Curva Normal (figura R.02).

### A CURVA NORMAL



**FIGURA R.02 – Curva Normal ou de *Gauss*.**

Com isso, formulo-se o Teorema do Limite Central, com grande aplicação a engenharia rodoviária, o qual determina que “a medida que o tamanho  $n$  de unidades das amostras aleatórias de uma população de um universo aumenta, a distribuição das médias aritméticas  $\bar{x}$  destas amostras se aproxima da Curva de *Gauss*” (Fabricio et alii, 1993).

Segundo Fabricio et alii (1993), na curva de *Gauss* a média de  $z$  é  $\mu_z = 0$ , o desvio padrão é  $\sigma_z = 1$  e a variável  $z$ , chamada de variável normal, tem sua distribuição definida pela equação R.05.

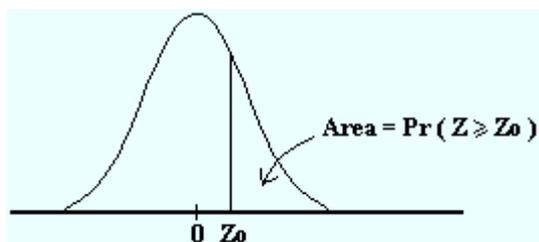
$$P_{(z)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}z^2}, \text{ onde } z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad \text{Eq. R.05}$$

Com a Curva Normal Padrão, cuja a sua área abrangida está representada no quadro R.01, pode-se realizar diversos cálculos probabilísticos, principalmente de intervalo de confiança.

### QUADRO R.01 – Tabela da Curva Normal Padrão.

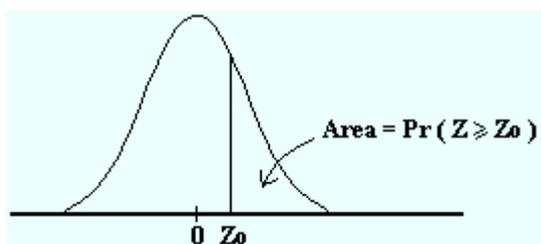
Standard Normal, Cumulative Probability in Right-Hand Tail

(For Negative Values of  $z$ , Areas are Found by Symmetry)



First $z_0$	Second Decimal Place of $z_0$									
	,00	,01	,02	,03	,04	,05	,06	,07	,08	,09
0,0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641
0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,3520	0,3483
0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
1,0	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170
1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,0985
1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823
1,4	0,0808	,00793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0722	0,0708	0,0694	0,0681
1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606	0,0594	0,0582	0,0571	0,0559
1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367

## Standard Normal, Cumulative Probability in Right-Hand Tail

(For Negative Values of  $z$ , Areas are Found by Symmetry)

	Second Decimal Place of $z_0$									
First $z_0$	,00	,01	,02	,03	,04	,05	,06	,07	,08	,09
1,8	0,0359	0,0352	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233
2,0	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0084
2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
2,5	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	0,0049	0,0048
2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0041	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
2,7	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
2,8	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0023	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019
2,9	0,0019	0,0018	0,0017	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
3,0	0,00135 ...									
3,5	0,000233 ...									
4,0	0,0000317 ...									
4,5	0,00000340 ...									
5,0	0,000000287 ...									

Fonte: Wonnacott, T. H. &amp; Wonnacott, R. J.

Existem duas formas normalizadas para se realizar um plano de amostragem para o controle da qualidade dos serviços em obra, sendo a prescrita pela NBR 5426/85 (Planos de Amostragem) e pela DNER-PRO 277/97 (Metodologia de Controle Estatístico de Obras e Serviços). Ambas as normas baseiam-se na aleatoriedade da amostra, o que é um dos princípios para a distribuição normal de um conjunto de dados.

A seguir serão demonstrados os procedimentos para a utilização das duas normas.

### R.2.1. DNER-PRO 277/97

A norma DNER-PRO 277/97 estabelece conceitos e riscos que se está disposto a assumir, tais como:

- $\alpha$  = risco do Executante de ter rejeitado um serviço de boa qualidade;
- $\beta$  = risco do DNER de aceitar um serviço de má qualidade;
- $p_1$  = nível de qualidade aceitável ou porcentagem máxima de defeitos que caracterizam um serviço de boa qualidade; e
- $p_2$  = nível de qualidade inaceitável ou porcentagem mínima de defeitos que caracterizam um serviço de má qualidade.

A norma DNER-PRO 277/97 determina que tamanho da amostra é o número mínimo de unidades a serem inspecionadas para se tomar uma decisão quanto à aceitação ou rejeição de serviço, sob condições de risco e os conceitos previamente estabelecidos no plano de amostragem, sendo dados por:

$$n = \left[ 1 + \frac{k^2}{2} \right] \left[ \frac{z_\alpha + z_\beta}{z_1 - z_2} \right]^2 \quad \text{Eq. R.06}$$

onde:

$$k = \frac{z_\alpha \cdot z_2 + z_\beta \cdot z_1}{z_\alpha + z_\beta} \quad \text{Eq. R.07}$$

Deve-se entender que as expressões  $n$  e  $k$  são estabelecidas sob a hipótese de que a variável aleatória  $\bar{x} \pm k \cdot s$  é aproximadamente normal, onde  $\bar{x}$  é a média da amostra e  $s$  o desvio-padrão, e os valores de  $z$  obtidos na tabela de distribuição normal.

A inspeção dos serviços deve ser feita extraíndo uma amostra de tamanho  $n$ , e a partir desta calculam-se os seguintes valores:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{xi} \quad \text{Eq. R.08}$$

e

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_{xi}^2}{n-1} - \frac{\left(\sum_{j=1}^n x_{xi}\right)^2}{n(n-1)}} \quad \text{ou} \quad s = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \text{Eq. R.09}$$

De acordo com os valores obtidos para “ $\bar{x}$  e  $s$ ” e “ $n$  e  $k$ ”, para os riscos admitidos para o caso do valor mínimo especificado, têm-se as seguintes alternativas de decisão:

- $\bar{x} - k \cdot s < \text{valor mínimo especificado}$  – rejeita-se o serviço; e
- $\bar{x} - k \cdot s \geq \text{valor mínimo especificado}$  – aceita-se o serviço.

Para o caso do valor máximo especificado, têm-se as seguintes alternativas de decisão:

- $\bar{x} + k \cdot s > \text{valor máximo especificado}$  – rejeita-se o serviço; e
- $\bar{x} + k \cdot s \leq \text{valor máximo especificado}$  – aceita-se o serviço.

Para o caso do valor especificado entre mínimo e máximo, têm-se a seguinte decisão:

- $\bar{x} - k \cdot s < \text{valor mínimo especificado}$  ou  $\bar{x} + k \cdot s > \text{valor máximo especificado}$  – rejeita-se o serviço; e
- no contrário aceita-se.

Segundo a norma DNER-PRO 277/97, pode-se fornecer a probabilidade de aceitar um serviço com  $p\%$  de defeitos através da Curva Característica de Operação (CCO), a qual é obtida através da Função Característica do Plano,  $L(p)$ , apresentada a seguir:

$$L_{(p)} = p \left\{ t \geq \frac{k - z_p}{\sqrt{\frac{1}{n} + \frac{k^2}{2n}}} \right\} \quad \text{Eq. R.10}$$

“Assim, através da Curva (CCO), pode-se obter as diversas probabilidades de aceitação de um serviço, que um determinado plano de amostragem oferece, quando se varia a porcentagem de defeitos” (DNER-PRO 277/97).

Pela definição de  $L(p)$  têm-se:

$$L(0) = 1; L(1) = 0; L(p_1) = 1 - \alpha; \text{ e } L(p_2) = \beta \quad \text{Eq. R.11}$$

### R.2.1.1. Condições Específicas

A norma DNER-PRO 277/97 aplica o seguinte plano de amostragem, usualmente executada pelo DNER, como metodologia:

$$\alpha = 0,10 \quad \rightarrow \quad z_{\alpha} = 1,28$$

$$\beta = 0,10 \quad \rightarrow \quad z_{\beta} = 1,28$$

$$p_1 = 0,05 \quad \rightarrow \quad z_1 = 1,64$$

$$p_2 = 0,25 \quad \rightarrow \quad z_2 = 0,67$$

Então,

$$k = 1,155$$

$$n = 11,6 \cong 12$$

Para o caso do valor mínimo especificado, têm-se as seguintes alternativas de decisão:

- $\bar{x} - 1,155 \cdot s < \text{valor mínimo especificado}$  – rejeita-se o serviço; e
- $\bar{x} - 1,155 \cdot s \geq \text{valor mínimo especificado}$  – aceita-se o serviço.

Para o caso do valor máximo especificado, têm-se as seguintes alternativas de decisão:

- $\bar{x} + 1,155 \cdot s > \text{valor máximo especificado}$  – rejeita-se o serviço; e
- $\bar{x} + 1,155 \cdot s \leq \text{valor máximo especificado}$  – aceita-se o serviço.

Para o caso do valor especificado entre mínimo e máximo, têm-se a seguinte decisão:

- $\bar{x} - 1,155 \cdot s < \text{valor mínimo especificado}$  ou  $\bar{x} + 1,155 \cdot s > \text{valor máximo especificado}$  – rejeita-se o serviço; e
- no contrário aceita-se.

A curva característica para o plano de amostragem recomendado encontra-se na figura R.03.

$$\alpha = 0,10$$

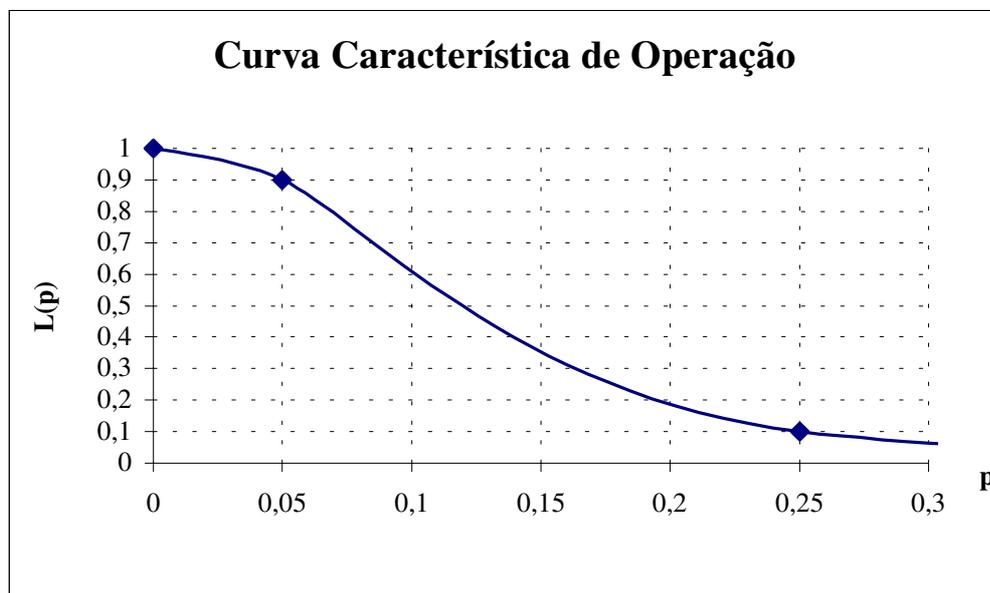
$$\beta = 0,10$$

$$p_1 = 0,05 \quad \rightarrow \quad L(0,05) = 1 - 0,10 = 0,90$$

$$p_2 = 0,25 \quad \rightarrow \quad L(0,25) = 0,10$$

$$n = 12$$

$$k = 1,155$$



**FIGURA R.03 – Curva característica de operação (Fonte: DNER-PRO 277/97).**

### R.2.1.2. Inspeção

Quando fixa-se os valores de  $\beta$  (risco do DNER),  $p_1$  e  $p_2$  em 10%, 5% e 25%, respectivamente, então apenas variando os valores de  $\alpha$ , e conseqüentemente os de  $n$  e  $k$ , obtêm-se os dados do quadro R.02 para planos de amostragem.

- $\alpha$  = probabilidade de rejeição de um serviço de boa qualidade;
- $\beta$  = probabilidade de aceitação de um serviço de má qualidade;
- $p_1$  = % de defeitos máxima admitida em um serviço de boa qualidade; e
- $p_2$  = % de defeitos mínima admitida em um serviço de má qualidade.

**QUADRO R.02 – Valores adotados como referência no controle estatístico constante das especificação de serviço pertinentes.**

AMOSTRAGEM VARIÁVEL														
$N$	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
$K$	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
$\alpha$	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
$n = n^\circ$ de amostras;					$k =$ coeficiente multiplicador					$\alpha =$ risco do Executante				

Fonte: DNER-PRO 277/97.

No caso de obras de drenagem, são admitidos os valores de  $\beta$  (risco do DNER),  $p_1$  e  $p_2$  em 10%, 5% e 30%, respectivamente, constantes no quadro R.03.

**QUADRO R.03 – Valores de referência no controle estatístico de obras de drenagem.**

AMOSTRAGEM VARIÁVEL										
$N$	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15
$K$	1,32	1,26	1,15	1,14	1,05	1,03	0,99	0,97	0,95	0,92
$\alpha$	0,30	0,25	0,16	0,15	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01
$n = n^\circ$ de amostras;			$k =$ coeficiente multiplicador				$\alpha =$ risco do Executante			

Fonte: DNER-PRO 277/97.

**R.2.2. ABNT NBR 5426/85**

Na realização do plano de amostragem coerente com a norma ABNT NBR 5426/85 deve-se determinar, primeiramente, o nível de inspeção, o qual fixa a relação entre o tamanho do lote e da amostra.

Existem três níveis de inspeção mais utilizados em indústrias de beneficiamento, I, II e III, onde as verificações são mais rígidas. Ainda existem 4 níveis especiais S1, S2, S3 e S4 que deverão ser utilizados quando necessários tamanhos pequenos de amostra, ou onde podem ser tolerados grandes riscos na amostragem.

Para a obtenção do tamanho da amostra (AM), deve-se escolher o nível de inspeção e conhecer o tamanho do lote. Sabendo-se dos dois obtêm-se a letra de código da amostragem.

Com essa letra pode-se determinar o tamanho da amostra, e de acordo com o NQA desejável obtêm-se, também, o número de peças defeituosas (ou falhas) que ainda permite aceitar o lote ( $A_c$ ) e que implica a rejeição do lote ( $R_e$ ).

A escolha entre os planos de amostragem do tipo simples, duplo ou múltiplo variam com relação ao tamanho do lote, a severidade da inspeção e, também, com relação ao seu custo.

Os quadros R.04 e R.05 apresentam resumos, aplicáveis a obras de engenharia, para a utilização de planos de amostragem para o tipo S4 em amostragens simples e dupla.

**QUADRO R.04 – Amostragem Simples Normal.**

Tamanho do lote	Nível especial de inspeção S4	Plano de Amostragem Simples Normal									
		AM	Ac	Re	AM	Ac	Re	AM	Ac	Re	
De 2 até 15	A	5	0	1	2	0	1	2	0	1	
De 16 até 25	B	5	0	1	2	0	1	3	0	1	
De 26 até 90	C	5	0	1	5	0	1	5	1	2	
De 91 até 150	D	8	0	1	13	1	2	8	1	2	
De 151 até 500	E	13	1	2	13	1	2	13	2	3	
de 501 até 1200	F	20	1	2	20	2	3	20	3	4	
de 1201 até 10000	G	32	2	3	32	3	4	32	5	6	
			NQA 2,5%			NQA 4,0%			NQA 6,5%		

Fonte de dados primários: ABNT NBR 5426/85.

**QUADRO R.05 – Amostragem Dupla Normal.**

Tamanho do lote	Nível especial de inspeção S4	Plano de Amostragem Dupla Normal												
		AM	Tam	Ac	Re	AM	Tam	Ac	Re	AM	Tam	Ac	Re	
Até 150	D	1ª	-	-	-	1ª	-	-	-	1ª	5	0	2	
		2ª	-	-	-	2ª	-	-	-	2ª	+5	-	-	
		final	-	-	-	final	-	-	-	final	10	1	2	
De 151 até 500	E	1ª	-	-	-	1ª	8	0	2	1ª	8	0	3	
		2ª	-	-	-	2ª	+8	-	-	2ª	+8	-	-	
		final	-	-	-	final	16	1	2	final	16	3	4	
De 500 até 1200	F	1ª	13	0	2	1ª	13	0	3	1ª	13	1	4	
		2ª	+13	-	-	2ª	+13	-	-	2ª	+13	-	-	
		final	26	1	2	final	26	3	4	final	26	4	5	
De 1201 até 10000	G	1ª	20	0	3	1ª	20	1	4	1ª	20	2	5	
		2ª	+20	-	-	2ª	+20	-	-	2ª	+20	-	-	
		final	40	3	4	final	40	4	5	final	40	6	7	
			NQA 2,5%				NQA 4,0%				NQA 6,5%			

Fonte de dados primários: ABNT NBR 5426/85.

# **Anexos**

---

## **ANEXO I – Planejamento e Implantação do Sistema**

<b>Diagnóstico da Empresa para a Qualidade</b>	<b>Identificação</b>	<b>Data do Diagnóstico:</b>	<b>Folha Nº:</b>
	PLAN. 01/01		

O presente diagnóstico deve ser aplicado aos escopos da empresa JBR de Projetos e Fiscalização/Supervisão de Obras Rodoviárias.

Para realização do diagnóstico da empresa em relação aos requisitos da ISO 9001 / Versão 2000, o "check-list" a seguir deve ser utilizado da seguinte forma: para cada um dos itens apresentados deve ser atribuída uma pontuação de 1 a 5, de acordo com o nível de desempenho que caracterize a situação mais próxima da empresa, conforme os critérios apresentados no quadro.

Para alguns itens as únicas respostas aceitáveis são sim ou não. Neste caso, o 1 é equivalente ao não e o 5 ao sim.

Para as respostas, a empresa tem a oportunidade de preencher a pontuação para a situação de antes da implantação da ISO 9001 / Versão 2000 e para a situação após a sua implantação. Com isso, pode-se observar o quanto a empresa progrediu em cada processo e no sistema como um todo.

É fundamental que seja preenchido também o campo de observações, para garantir que todas as informações sobre o momento do diagnóstico sejam registradas.

Nível de maturidade	A empresa tem	Orientações
1	Nenhuma abordagem formal	Nenhuma abordagem sistêmica evidenciada.
2	Abordagem reativa	Abordagem sistemática baseada em correção de problemas; poucos dados disponíveis sobre resultados de melhorias.
3	Abordagem estável e formal do sistema	Abordagem sistemática baseada no processo, estágio inicial de melhorias sistemáticas; dados disponíveis sobre conformidade com os objetivos e existência de tendências de melhoria.
4	Ênfase em melhoria contínua	Processos de melhoria em uso, bons resultados e tendências de melhorias sustentadas.
5	Melhor desempenho da classe	Processo de melhoria fortemente integrado; resultados de melhor da classe quando comparado com referenciais de excelência.

\* "Check-list" elaborado com o auxílio do Anexo A da ISO 9004 : 2000 (Diretrizes para auto-avaliação).

<b>Diagnóstico da Empresa para a Qualidade</b>		Identificação		Data do Diagnóstico:	Folha Nº:
		PLAN. 01/01			
Requisito da ISO 9001	Pergunta	Pontuação		Observações	
		Antes da ISO 9001	Depois da ISO 9001		
<b>Questão 1: Gestão de sistemas e processos</b>					
4.1	Como a gestão aplica a abordagem de processo para atingir o controle eficaz e eficiente dos processos, resultando em melhoria do desempenho?	1	5		
<b>Questão 2: Documentação</b>					
4.2	Como são utilizados documentos e registros para apoiar a operação eficaz e eficiente dos processos da empresa?	1	5		
<b>Questão 3: Responsabilidade da direção - Recomendações gerais</b>					
5.1	Como a Direção demonstra sua liderança, comprometimento e envolvimento?	1	5		
<b>Questão 4: Necessidades e expectativas das partes interessadas</b>					
5.2	Como a empresa identifica, de forma contínua, as necessidades e expectativas dos clientes?	1	5		
5.2	Como a empresa identifica as necessidades das pessoas por reconhecimento, satisfação no trabalho, competência e desenvolvimento pessoal?	1	5		
5.2	Como a empresa considera os benefícios potenciais de estabelecer parcerias com seus fornecedores?	1	5		
5.2	Como a empresa identifica as necessidades e expectativas de outras partes interessadas que podem resultar no estabelecimento de objetivos?	1	5		
5.2	Como a empresa assegura que os requisitos estatutários e regulamentares estão sendo considerados?	1	5		
<b>Questão 5: Política da qualidade</b>					
5.3	Como a política da qualidade é formulada de modo a assegurar que as necessidades e expectativas dos clientes e de outras partes interessadas são entendidas?	1	5		
5.3	Como a política da qualidade conduz a melhorias visíveis e esperadas?	1	5		
5.3	Como a política da qualidade considera a visão de futuro da organização?	1	5		
<b>Questão 6: Planejamento</b>					
5.4	Como os objetivos traduzem a política da qualidade em metas mensuráveis?	1	5		
5.4	Como os objetivos são desdobrados para cada nível gerencial para assegurar a contribuição individual ao seu alcance?	1	5		
5.4	Como a direção assegura a disponibilidade dos recursos necessários para atingir os objetivos?	1	5		

<b>Diagnóstico da Empresa para a Qualidade</b>		Identificação		Data do Diagnóstico:	Folha N°:
		PLAN. 01/01			
Requisito da ISO 9001	Pergunta	Pontuação		Observações	
		Antes da ISO 9001	Depois da ISO 9001		
<b>Questão 7: Responsabilidade, autoridade e comunicação</b>					
5.5	Como a Direção assegura que as responsabilidades estão estabelecidas e comunicadas para as pessoas na empresa?	1	5		
5.5	Como a comunicação dos requisitos da qualidade, objetivos e realizações contribuem para melhorar o desempenho da empresa?	1	5		
<b>Questão 8: Análise crítica pela direção</b>					
5.6	Como a Direção assegura que informações válidas de entrada estão disponíveis para a análise crítica pela direção?	1	5		
5.6	Como a atividade de análise crítica pela direção avalia informações para melhorar a eficácia e eficiência dos processos da empresa?	1	5		
<b>Questão 9: Gestão de recursos - Recomendações gerais</b>					
6.1	Como a Direção planeja para que os recursos estejam disponíveis em tempo hábil?	1	5		
<b>Questão 10: Pessoas</b>					
6.2	Como a direção promove o envolvimento e o apoio de pessoas para a melhoria da eficácia e eficiência da empresa?	1	5		
6.2	Como a direção assegura que a competência das pessoas na empresa é adequada às necessidades atuais e futuras?	1	5		
<b>Questão 11: Infra-estrutura</b>					
6.3	Como a direção assegura que a infra-estrutura é apropriada para atingir os objetivos da empresa?	1	5		
6.3	Como a direção considera questões ambientais associadas com a infra-estrutura?	1	5		
<b>Questão 12: Ambiente de trabalho</b>					
6.4	Como a direção assegura que o ambiente de trabalho promove motivação, satisfação, desenvolvimento e desempenho das pessoas na empresa?	1	5		
<b>Questão 13: Informação</b>					
6.5	Como a direção assegura que as informações apropriadas estão facilmente disponíveis para tomada de decisão baseada em fatos?	1	5		
<b>Questão 14: Fornecedores e parceiros</b>					
6.6	Como a direção envolve fornecedores na identificação das necessidades de aquisição e no desenvolvimento de estratégias conjuntas?	1	5		
6.6	Como a direção promove acordos de parceria com fornecedores?	1	5		

<b>Diagnóstico da Empresa para a Qualidade</b>		Identificação		Data do Diagnóstico:	Folha N°:
		PLAN. 01/01			
Requisito da ISO 9001	Pergunta	Pontuação		Observações	
		Antes da ISO 9001	Depois da ISO 9001		
<b>Questão 15: Recursos naturais</b>					
6.7	Como a empresa assegura a disponibilidade dos recursos naturais necessários para seus processos de realização?	1	5		
<b>Questão 16: Recursos financeiros</b>					
6.8	Como a direção planeja, fornece, controla e monitora os recursos financeiros necessários para manter um sistema de gestão da qualidade eficaz e eficiente e para assegurar que se atinjam os objetivos da empresa?	1	5		
6.8	Como a direção assegura a conscientização das pessoas na empresa sobre a ligação entre custos e qualidade do produto?	1	5		
<b>Questão 17: Realização do produto - Recomendações gerais</b>					
7.1	Como a Direção aplica a abordagem de processo para assegurar a operação eficaz e eficiente dos processos de realização e de apoio e da rede de processos associada?	1	5		
<b>Questão 18: Processos relacionados a partes interessadas</b>					
7.2	Como a direção definiu os processos relacionados ao cliente para assegurar a consideração de suas necessidades?	1	5		
7.2	Como a direção definiu os processos relacionados a outras partes interessadas para assegurar a consideração das necessidades e expectativas dessas partes?	1	5		
<b>Questão 19: Projeto e desenvolvimento</b>					
7.3	Como a Direção definiu os processos de projeto e desenvolvimento para assegurar que eles atendem as necessidades e expectativas dos clientes da empresa e de outras partes interessadas?	1	5		
7.3	Como são administrados na prática os processos de projeto e de desenvolvimento, incluindo a definição de requisitos de projeto e de desenvolvimento e a obtenção dos resultados planejados?	1	5		
7.3	Como são consideradas, nos processos de projeto e desenvolvimento, atividades como análise crítica de projeto, verificação, validação e gestão de configuração?	1	5		
<b>Questão 20: Aquisição</b>					
7.4	Como a Direção definiu processos de aquisição que asseguram que os produtos adquiridos satisfazem às necessidades da empresa?	1	5		

<b>Diagnóstico da Empresa para a Qualidade</b>		Identificação		Data do Diagnóstico:	Folha N°:
		PLAN. 01/01			
Requisito da ISO 9001	Pergunta	Pontuação		Observações	
		Antes da ISO 9001	Depois da ISO 9001		
7.4	Como são gerenciados os processos de aquisição?	1	5		
7.4	Como a empresa assegura a conformidade dos produtos adquiridos desde a especificação até sua aceitação?	1	5		
<b>Questão 21: Operações de produção e serviço</b>					
7.5	Como a Direção assegura que a entrada para os processos de prestação do serviço considera as necessidades dos clientes e de outras partes interessadas?	1	5		
7.5	Como os processos de prestação do serviço são gerenciados desde as entradas até as saídas?	1	5		
7.5	Como atividades tais como verificação e validação são consideradas nos processos de prestação do serviço?	1	5		
<b>Questão 22: Controle de dispositivos de medição e monitoramento</b>					
7.6	Como a direção controla os dispositivos de medição e monitoramento para assegurar que dados corretos estão sendo obtidos e utilizados?	1	5		
<b>Questão 23: Medição, análise e melhoria - Recomendações gerais</b>					
8.1	Como a direção promove a importância das atividades de medição, análise e melhoria para assegurar que o desempenho da empresa resulta em satisfação das partes interessadas?	1	5		
<b>Questão 24: Medição e monitoramento</b>					
8.2	Como a direção assegura a coleta de dados relacionada aos clientes para análise, de maneira a obter informações para melhoria?	1	5		
8.2	Como a direção assegura a coleta de dados de outras partes interessadas para análise e possíveis melhorias?	1	5		
8.2	Como a empresa utiliza a auto-avaliação do sistema de gestão da qualidade para melhorar a eficácia e a eficiência globais da empresa?	1	5		
<b>Questão 25: Controle de não-conformidade</b>					
8.3	Como a empresa controla as não-conformidades em processos e produtos?	1	5		
8.3	Como a empresa analisa as não-conformidades para sua aprendizagem e melhoria do processo e do produto?	1	5		
<b>Questão 26: Análise de dados</b>					
8.4	Como a empresa analisa dados para avaliar seu desempenho e identificar áreas para melhoria?	1	5		

<b>Diagnóstico da Empresa para a Qualidade</b>	<b>Identificação</b>	<b>Data do Diagnóstico:</b>	<b>Folha N°:</b>
	PLAN. 01/01		

Requisito da ISO 9001	Pergunta	Pontuação		Observações
		Antes da ISO 9001	Depois da ISO 9001	

<b>Questão 27: Melhorias</b>				
8.5	Como a direção utiliza ações corretivas para avaliar e eliminar problemas registrados que afetam seu desempenho?	1	5	
8.5	Como a direção utiliza ações preventivas para prevenção de perdas?	1	5	
8.5	Como a direção assegura o uso de métodos sistemáticos e ferramentas para melhorar o desempenho da empresa?	1	5	

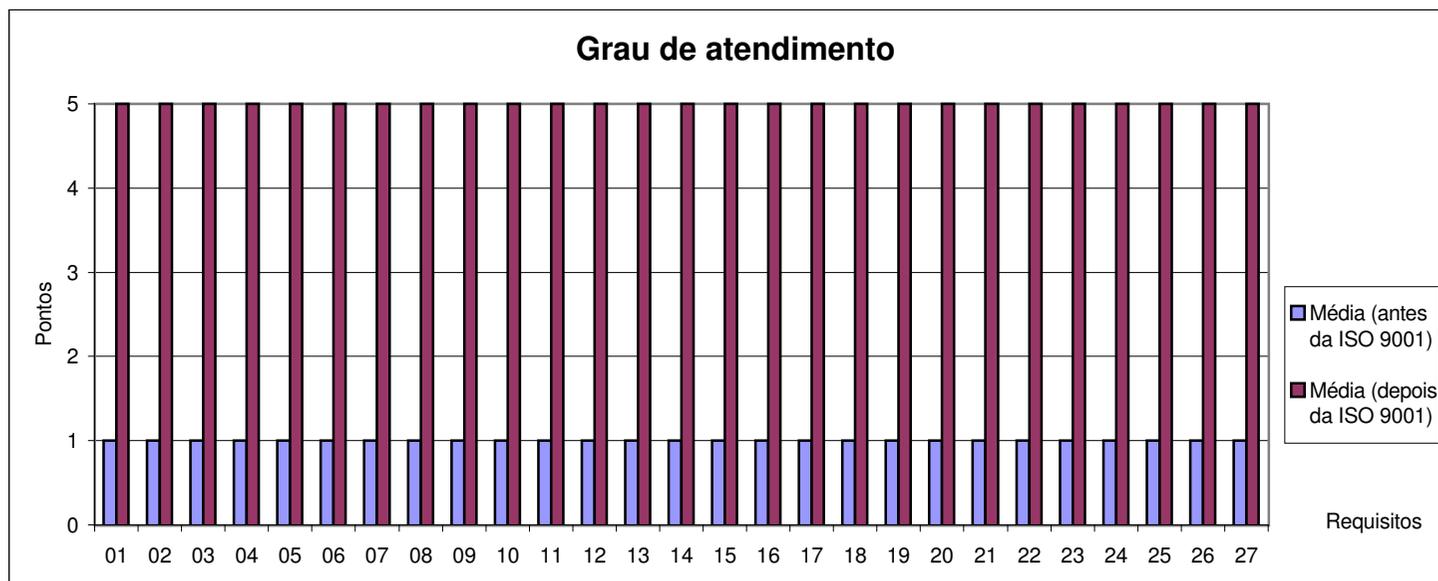
# Diagnóstico da Empresa para a Qualidade

Data do Diagnóstico:

Folha Nº:

Resultado por questão:		
Questão	Média (antes da ISO 9001)	Média (depois da ISO 9001)
01	1	5
02	1	5
03	1	5
04	1	5
05	1	5
06	1	5
07	1	5
08	1	5
09	1	5
10	1	5
11	1	5
12	1	5
13	1	5
14	1	5
15	1	5
16	1	5
17	1	5
18	1	5
19	1	5
20	1	5
21	1	5
22	1	5
23	1	5
24	1	5
25	1	5
26	1	5
27	1	5

Resultado global:	
Média (antes da ISO 9001)	Comentário sobre como era a empresa
1	Não possuímos um sistema formal na empresa
Média (depois da ISO 9001)	Comentário de como é a empresa hoje
5	Estamos em um estágio de melhor empresa do ramo



<b>Logo</b>	<b>Plano de Implantação do Sistema</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	FOLHA Nº
		PLAN. 02/01	<b>1</b>

**Relação dos Requisitos do Sistema:**

Requisito da ISO	Atividades	Responsável	Prazos		Status
			Elaboração	Implantação	
4.2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração do macro-fluxo dos processos da empresa</li> </ul>				
5.1; 5.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definição e implementação da Política da Qualidade</li> </ul>				
5.4; 8.2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definição dos objetivos e metas para a qualidade, assim como os indicadores para o seu acompanhamento</li> </ul>				
6.1; 6.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definição dos recursos para a qualidade</li> </ul>				
5.5.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definição da estratégia de sensibilização para a divulgação do programa da qualidade</li> </ul>				
5.5; 6.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definição do nível de qualificação exigido para cada função envolvida no sistema da qualidade</li> </ul>				
6.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração de procedimento para levantamento de necessidades, planejamento e realização de treinamentos e de seus registros</li> </ul>				
7.4.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração dos procedimentos relativos ao processo de aquisição, recebimento e manuseio de máquinas/equipamentos, contratação de serviços e qualificação e avaliação de fornecedores</li> </ul>				
7.5.1; 8.2.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração de formulário para verificação dos serviços em obras e ensaios realizados pela supervisão</li> </ul>				
7.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração dos planos da qualidade das obras em andamento</li> </ul>				

<b>Logo</b>	<b>Plano de Implantação do Sistema</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	FOLHA N°
		PLAN. 02/01	<b>2</b>

Requisito da ISO	Atividades	Responsável	Prazos		Status
			Elaboração	Implantação	
7.2.1 e 7.2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração de procedimento para análise da oportunidade de negócios e seus registros, envolvendo os processos comerciais da empresa</li> </ul>				
7.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definição dos equipamentos de produção, inspeção, medição e ensaios que serão objeto de controle e elaboração do respectivo procedimentos e definição dos registros</li> </ul>				
7.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração de procedimento para desenvolvimento de projetos, juntamente com todos os registros necessários</li> </ul>				
8.2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração de procedimento para planejamento e implementação de auditorias internas da qualidade</li> </ul>				
7.2.3; 8.2.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração o manual de uso e operação do imóvel e procedimento de inspeção final e entrega da obra e seus registros</li> </ul>				
7.5.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração do procedimento para assistência técnica pós-serviço</li> </ul>				
7.5.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração de procedimentos para o planejamento da prestação dos serviços e elaboração de planos da qualidade</li> </ul>				
7.5.1; 8.2.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração de procedimento para medição de serviços executados, análise do andamento da obra e do desempenho da executora</li> </ul>				
8.2.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração de procedimento para verificação dos serviços prestados pela empresa</li> </ul>				
5.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração de procedimento para avaliação da satisfação do cliente</li> </ul>				
7.2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir os canais de comunicação com os clientes</li> </ul>				
8.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir a sistemática para análise de dados</li> </ul>				

<b>Logo</b>	<b>Plano de Implantação do Sistema</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	FOLHA Nº
		PLAN. 02/01	<b>3</b>

Requisito da ISO	Atividades	Responsável	Prazos		Status
			Elaboração	Implantação	
4.2.2; 4.2.3; 4.2.4; 5.5.2; 8.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboração do manual da qualidade, incorporando as referências aos procedimentos do sistema da qualidade e incluindo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Política da Qualidade e referência aos objetivos da qualidade</li> <li>• Macro-fluxo dos processos da empresa</li> <li>• Definição do representante da administração para a qualidade</li> <li>• Organograma da empresa para a qualidade</li> <li>• Sistemática para identificação e provisão de recursos da qualidade</li> <li>• Estrutura da documentação da empresa</li> <li>• Procedimento para controle de documentos, dados e registros da qualidade</li> <li>• Procedimento para análise crítica pela direção</li> <li>• Procedimentos para controle de produto não-conforme, ações corretivas e preventivas</li> <li>• Procedimento para uso das técnicas estatísticas</li> </ul> </li> </ul>				

**Resumo dos serviços controlados:**

Projetos	Supervisão

## **ANEXO II – Manual da Qualidade**

LOGO	<b>MANUAL DA QUALIDADE</b>	Identificação	Folha nº
		M. 02/01	1 / 17

## SUMÁRIO

<b>1.0</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>02</b>
<b>2.0</b>	<b>SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE</b>	<b>03</b>
2.1	Controle de Documentos e Dados	05
2.1.1	Documentos Internos	05
2.1.2	Documentos Externos	06
2.2	Controle de Registros	06
2.2.1	Controle de Registros Mencionados neste Manual	07
<b>3.0</b>	<b>RESPONSABILIDADE DA DIREÇÃO</b>	<b>07</b>
3.1	Política e Objetivos da Qualidade	07
3.2	Organização da Empresa para a Qualidade	08
3.3	Representante da Direção	08
3.4	Análise Crítica pela Direção	09
<b>4.0</b>	<b>ADMINISTRAÇÃO DE RECURSOS</b>	<b>10</b>
4.1	Treinamento	10
<b>5.0</b>	<b>REALIZAÇÃO DO PRODUTO</b>	<b>10</b>
5.1	Planejamento para a Realização do Produto	10
5.2	Processos Relacionados aos Clientes	10
5.2.1	Estabelecimento e Análise Crítica dos Requisitos Relacionados ao Produto	10
5.2.2	Comunicação com o Cliente	11
5.3	Realização e Controle de Projetos	11
5.4	Realização e Controle da Supervisão	11
5.5	Aquisição	12
5.6	Identificação e Rastreabilidade	12
5.7	Propriedade do Cliente	12
5.8	Preservação do Produto	12
5.9	Controle dos Dispositivos de Medição e Monitoramento	12
5.10	Assistência Técnica	13
<b>6.0</b>	<b>MEDIÇÃO, ANÁLISE E MELHORIA</b>	<b>13</b>
6.1	Satisfação dos Clientes	13
6.2	Auditoria Interna	13
6.3	Verificação dos Serviços Prestados	13
6.4	Análise de Dados	13
6.5	Controle de Não-Conformidade, Ação Corretiva e Ação Preventiva	14

LOGO	<b>MANUAL DA QUALIDADE</b>	Identificação	Folha nº
		M. 02/01	2 / 17

## 1.0 APRESENTAÇÃO

A \_\_\_\_\_ é uma empresa que atua na realização de projeto e supervisão de obras rodoviárias para o setor privado ou público.

Para demonstrar a sua preocupação em manter e aprimorar a qualidade de seus produtos e serviços, a empresa implantou um sistema de gestão da qualidade baseado nos requisitos da ISO 9001:2000 e apresenta neste documento, Manual da Qualidade, como este se organiza.

Este mesmo documento foi aprovado na data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ pelos Diretos da \_\_\_\_\_:

---

DIRETOR TÉCNICO

---

DIRETOR COMERCIAL

---

DIRETOR ADMINISTRATIVO/FINANCEIRO

LOGO	<b>MANUAL DA QUALIDADE</b>	Identificação	Folha nº
		M. 02/01	3 / 17

## 2.0 SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE

O escopo do sistema de Gestão da Qualidade da Empresa \_\_\_\_\_ é:

“Projetos e Supervisão de Obras Rodoviárias”

O sistema da qualidade da empresa atende a todos os requisitos estabelecidos na NBR ISO 9001:2000, menos o item 7.5.2 – Validação de Processos de Produção e Fornecimento de Serviços, pois todos os processos da empresa permitem que suas saídas sejam controladas antes que tenha sido colocada em uso, como pode ser observado em cada capítulo deste manual.

O Sistema apoia-se em procedimentos padronizados e documentados, projetos preliminares, básicos e executivos, memoriais descritivos, memoriais de cálculo e toda a documentação técnica pertinente ao empreendimento. Sua operação se faz através do treinamento de pessoal, aplicação dos procedimentos, projetos e memoriais, controle da qualidade dos serviços e produtos gerados e implementação de ações corretivas e preventivas.

O planejamento da qualidade dos produtos e serviços fornecidos pela empresa pode ser observado em cada item deste manual. Em caso de mudanças no sistema da qualidade que possam interferir na qualidade do produto, deve-se fazer um Plano de Ação conforme previsto no item 6.5 deste manual.

O sistema da qualidade apoia-se em procedimentos padronizados e documentados, envolvendo:

- Manual (M) da Qualidade: Descreve o sistema da empresa em função de sua política da qualidade e os objetivos nela estabelecidos. Também descreve o sistema da empresa em relação à norma NBR ISO 9001;
- Plano da Qualidade (PQ): documento que relaciona os elementos genéricos do sistema da qualidade da empresa com os requisitos específicos de um determinado empreendimento ou contrato; e
- Procedimento Operacional (PO).

Cada um dos empreendimentos da empresa é executada seguindo as diretrizes estabelecidas no seu PQ que é elaborado conforme o PO.02 – Planejamento da Qualidade.

O sistema da empresa considera a abordagem de processo e a seqüência de processos estabelecida para o escopo do sistema pode ser observado na figura 01.

Além do fluxo de processos, a \_\_\_\_\_ realizou, no início da implantação do programa, um diagnóstico da organização em relação aos requisitos do ISO 9001 (PLAN. 01 – Planilha de Diagnóstico do Sistema), e baseado nas linhas gerais da Política da Qualidade, no diagnóstico, e em suas metas organizacionais, a direção da empresa estabeleceu um planejamento para desenvolvimento e implantação do Sistema da Qualidade (PLAN. 02 – Plano de Implantação do Sistema) e seus respectivos prazos de implantação, considerando a certificação pretendida. Neste planejamento estão estabelecidos quais são os serviços que serão controlados pelo sistema da qualidade e quem são os responsáveis por cada atividade de desenvolvimento e implantação do Sistema da Qualidade.

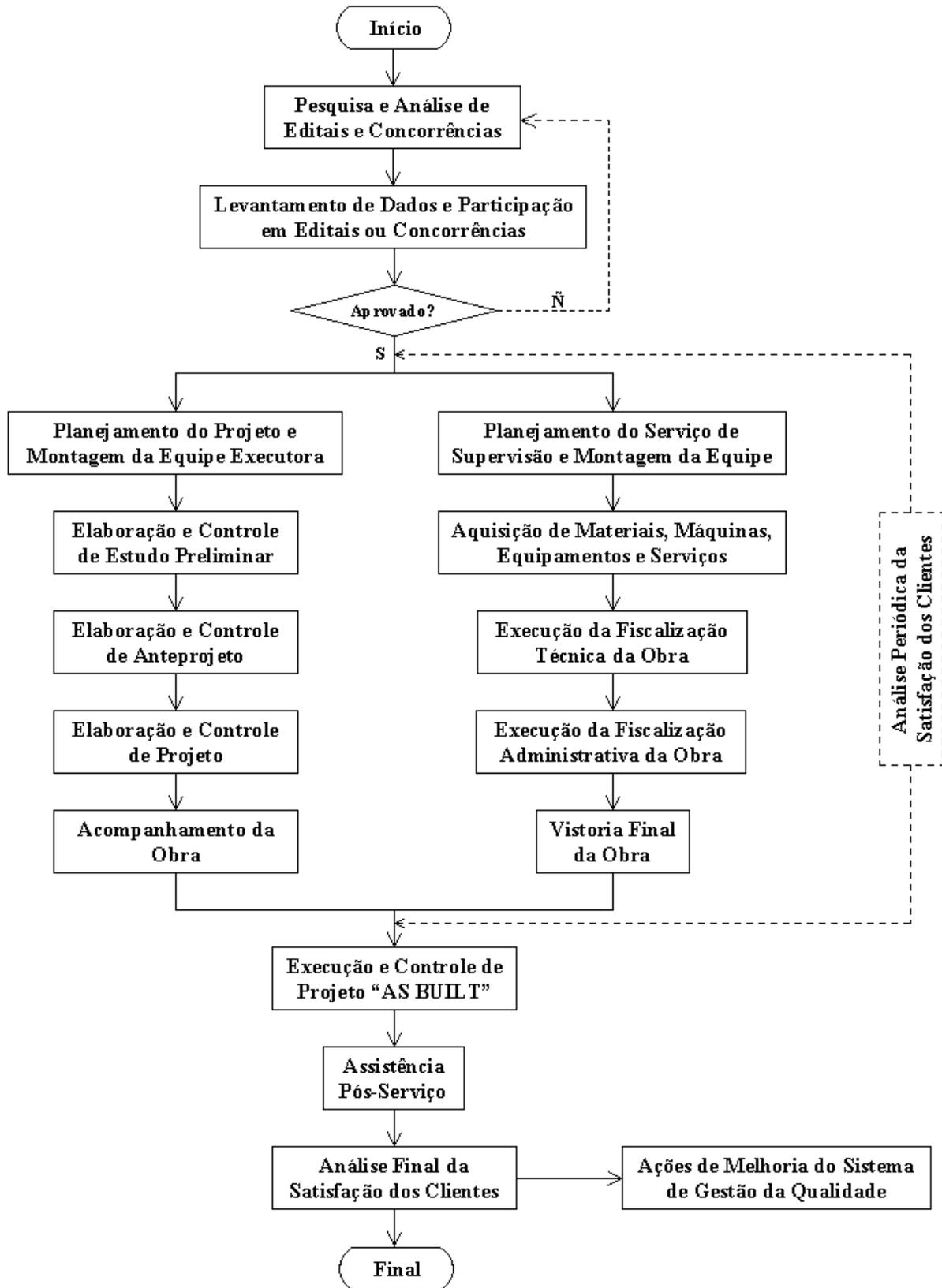


FIGURA 01 – Macro-fluxo de processos.

## 2.1 Controle de Documentos e Dados

O controle de documentos da qualidade recebe procedimentos diferenciados para documentos internos e externos, como se segue.

### 2.1.1 Documentos Internos

As etapas de elaboração, controle e revisão de documentos internos da qualidade se dá conforme o fluxograma da figura 02.

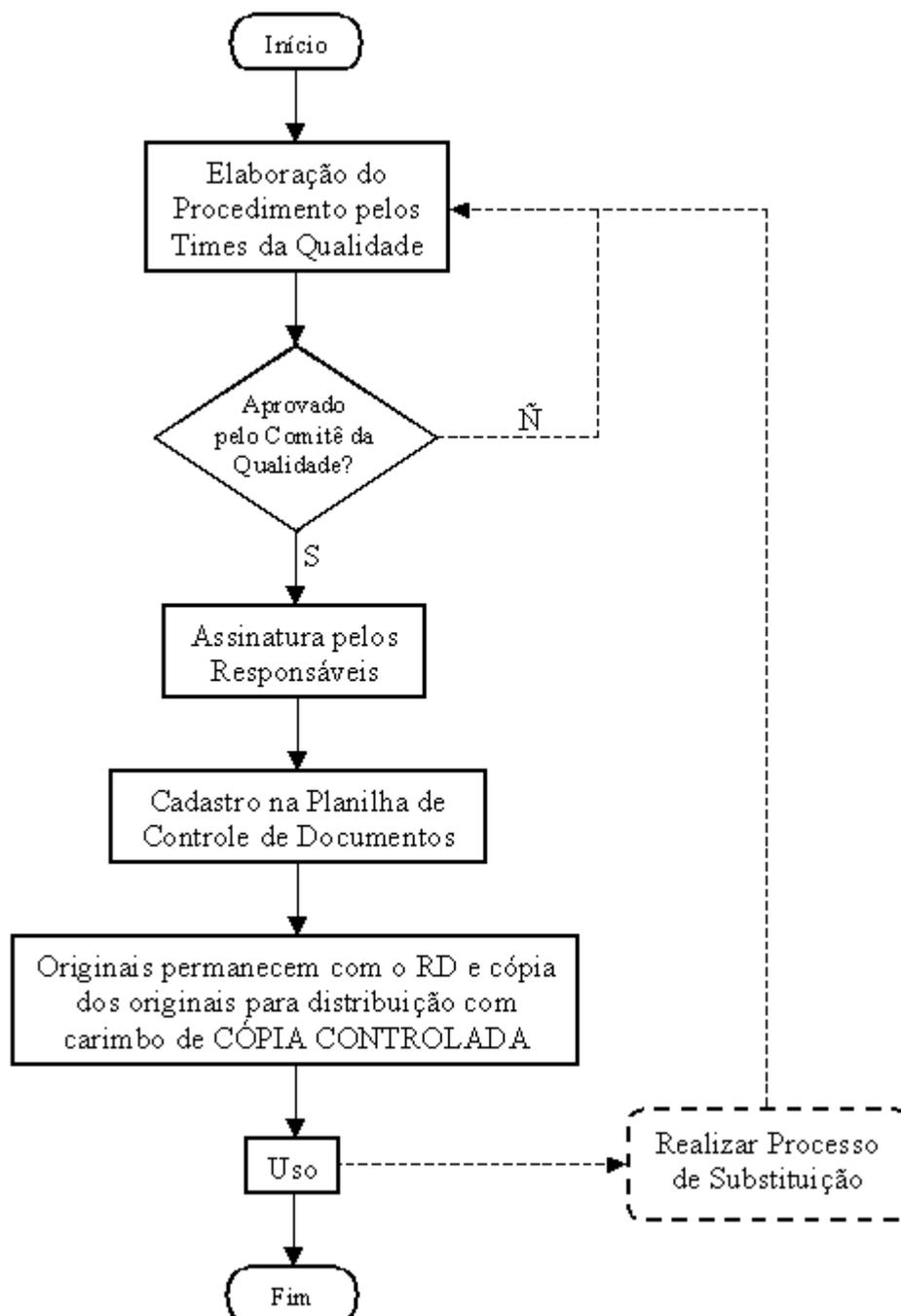


FIGURA 02 – Controle de Documentos Internos.

O processo de identificação e liberação dos documentos da qualidade segue o determinado no quadro 01.

LOGO	<b>MANUAL DA QUALIDADE</b>	Identificação	Folha nº
		M. 02/01	6 / 17

**QUADRO 01 – Identificação e liberação dos documentos da qualidade.**

Documento	Identificação	Assinatura no Original	Legenda
Manuais	M. ①/②	Diretores	① Número seqüencial ② Número da versão ③ Código do empreendimento
Planos da Qualidade	PQ. ③/②	Diretores	
Procedimentos Operacionais	PO. ①/②	RD e do responsável pela elaboração	
Formulários	FORM. ①/②	Rubrica do RD	
Planilhas	PLAN. ①/②	Rubrica do RD	
Certificado de Inspeção de Serviço	CIS. ①/②	Rubrica do RD	

Obs.: Os documentos serão elaborados conforme a necessidade.

O processo de substituição de documentos obsoletos segue o recolhimento de cópias e sua posterior destruição, carimbo de SUBSTITUÍDO e arquivamento dos originais. Os arquivos eletrônicos substituídos devem ser colocados em diretórios específicos. As alterações de documentos devem ser sublinhadas na versão mais recente.

**2.1.2 Documentos Externos**

São considerados documentos de origem externa: normas técnicas, plantas, memoriais descritivos, especificações fornecidas por clientes ou projetistas, orçamentos e cronogramas.

A distribuição e o controle de normas é realizado pelo Representante da Direção utilizando-se a Planilha de Controle de Documentos (eletrônica).

A atualização das normas é realizada através da consulta semestral ao *site* da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e do DNIT (Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transporte) para verificação de lançamento de novas normas ou revisão das já existentes e sua posterior aquisição.

Os projetos têm seu controle descrito no procedimento operacional PO. 06 – Desenvolvimento de Projetos.

**2.2 Controle de Registros**

O objetivo deste processo é garantir a pronta recuperação dos registros que são gerados pelo Sistema da Qualidade para evidenciar a sua efetiva implementação e gerar dados para a melhoria dos processos e produtos da empresa. Este processo tem iteração com todos os demais processos da empresa e é fundamental para o funcionamento adequado do sistema da qualidade.

Durante a elaboração ou revisão dos documentos da qualidade o responsável pela elaboração define, de acordo com a necessidade, a criação ou adaptação de registros da qualidade. Os parâmetros para controle de cada registro são definidos através de uma tabela que faz parte do próprio documento, similar à apresentada a seguir:

Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
<i>Nome e código do registro</i>	<i>Departamento ou sala onde o arquivo é arquivado Diretório onde o arquivo eletrônico é guardado</i>	<i>Como o registro deve ser guardado (em pasta, em caixa, eletrônico) para proteger da deterioração. Inclui back-up, quando aplicável. Quando necessário, também define-se a ordem a qual os registros serão guardados para facilitar a recuperação</i>	<i>Tempo de guarda do arquivo</i>	<i>Destino do registro após tempo de retenção</i>

LOGO	<b>MANUAL DA QUALIDADE</b>	Identificação	Folha nº
		M. 02/01	7 / 17

Cada setor controla os registros de sua responsabilidade conforme os parâmetros especificados em cada documento da qualidade. Condições adequadas de armazenamento e manutenção dos registros são garantidas pela observação desses parâmetros.

O responsável pela coleta (preenchimento) de cada registro, assim como as restrições de acesso, estão identificados (quando necessário) em cada procedimento da qualidade durante a descrição do processo.

### 2.2.1 Controle dos Registros Mencionados neste Manual

Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
Ata de Reunião FORM. 01	Comitê da Qualidade	Pasta suspensa por data	2 anos	Lixo
Planilha de Objetivos, metas e indicadores PLAN. 03	C:\qualidade\ Planilha de Obj. Metas e indicadores.xls	Eletrônico. Obrigatório back up semanal	permanente	-
Plano de Sensibilização para Implantação do Sistema PLAN. 04	Comitê da Qualidade	Pasta suspensa por data	até o final da implantação	Lixo
Planilha de controle de documentos PLAN. 05	C:\qualidade\ documentos\controle de documentots.xls	Eletrônico. Obrigatório back up semanal	permanente	-
PA – Plano de Ação FORM. 32	Comitê da Qualidade	Pasta suspensa por número	3 anos	lixo
Planilha de controle de PA PLAN. 09	C:\qualidade\ documentos\controle de PA.xls	Eletrônico. Obrigatório back up (semanal)	permanente	-

### 3.0 RESPONSABILIDADE DA DIREÇÃO

A diretoria da \_\_\_\_\_ está comprometida com a qualidade dos seus produtos e serviços, assim como a total satisfação dos seus clientes externos e internos.

Para tanto, foi desenvolvido o seu Sistema da Qualidade, adequado à realidade específica da empresa e orientado pela norma NBR ISO 9001 - Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos.

A seguir está apresentada a Política da Qualidade da \_\_\_\_\_, definida pelos seus diretores.

#### 3.1 Política e Objetivos da Qualidade

A política da qualidade da \_\_\_\_\_ é:

**“A \_\_\_\_\_ satisfaz sempre os seus clientes através da melhoria contínua da qualidade de seus produtos e serviços”**

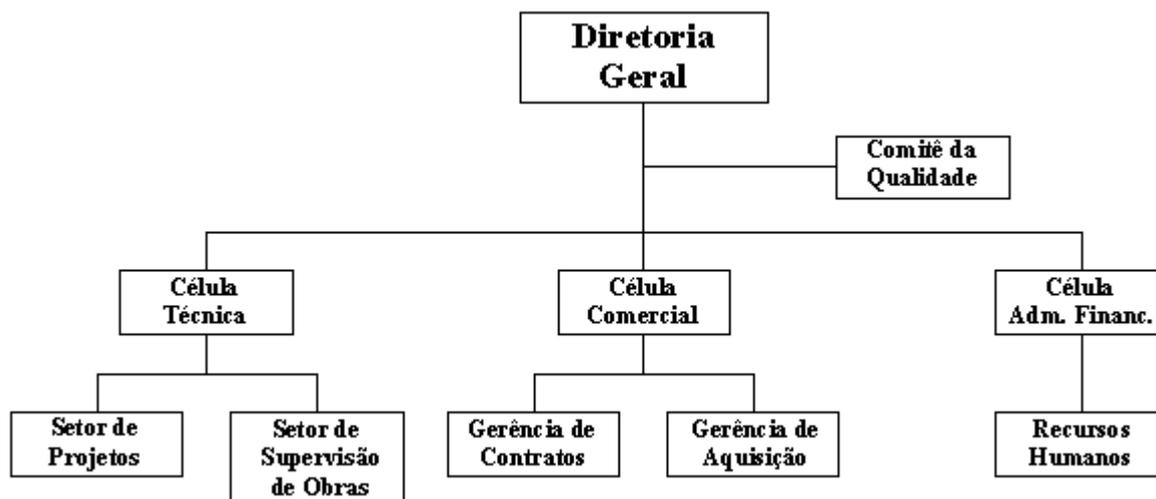
A difusão da política aos diversos níveis da organização é realizada através de ações de sensibilização, conforme planejamento específico e incluem, entre outras: fixação de cartazes com a política em todas as áreas da empresa, reuniões periódicas, encontros da qualidade e informativos. Todas as ações são definidas na planilha PLAN. 04 – Plano de Sensibilização para Implantação do Sistema.

LOGO	<b>MANUAL DA QUALIDADE</b>	Identificação	Folha nº
		M. 02/01	8 / 17

Os objetivos, metas e indicadores da qualidade são delineados pela Diretoria na planilha eletrônica PLAN. 03 – Planilha de Objetivos, Metas e Indicadores abrangendo os setores pertinentes da empresa.

### 3.2 Organização da Empresa para a Qualidade

A estrutura organizacional da empresa está representada na forma de um organograma (fig. 03) que define as autoridades e as inter-relações das diversas funções envolvidas.



**FIGURA 03 – Organograma da empresa para a qualidade.**

Para desenvolver e implementar o Programa da Qualidade da \_\_\_\_\_, foi criado o Comitê da Qualidade com as seguintes funções:

- Realizar o planejamento do Programa da Qualidade;
- Criar grupos Times da Qualidade para a padronização e melhoria dos processos;
- Coordenar o processo de implementação do sistema de gestão da qualidade;
- Criar mecanismos de conscientização e difusão do Programa aos funcionários; e
- Avaliar os resultados obtidos através do sistema de gestão da qualidade.

O Comitê da Qualidade tem um caráter interdepartamental e é formado pelos seguintes membros:

- Diretor Técnico;
- Diretor Comercial;
- Coordenador de Projeto; e
- Engenheiro Residente.

O Comitê da Qualidade realiza reuniões para definição e análise das ações para implementação do Programa da Qualidade, sendo os assuntos tratados e as decisões tomadas registradas no FORM. 01 – Ata de Reunião.

As responsabilidades e autoridades de cada função estão documentadas em cada um dos procedimentos do sistema da qualidade da empresa. Além disso, existe o Manual de Descrição de Funções, onde são definidas as atribuições e os requisitos mínimos para cada cargo da empresa.

### 3.3 Representante da Direção

O representante da direção para a qualidade é o Diretor Técnico da empresa, que tem responsabilidade e autoridade para:

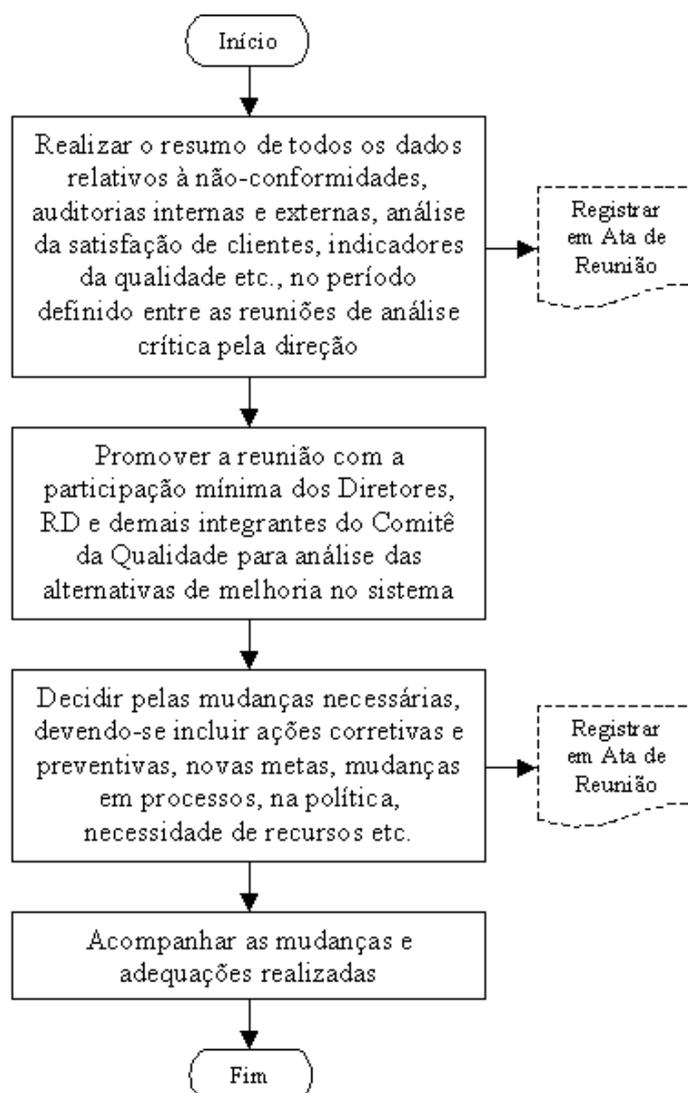
- Assegurar o estabelecimento, a implementação e a manutenção do sistema da qualidade da empresa;
- Relatar o desempenho do sistema da qualidade à diretoria da empresa, subsidiando a análise crítica e promovendo a melhoria contínua; e
- Promover a conscientização sobre os requisitos do cliente em todos os níveis da organização.

### 3.4 Análise Crítica pela Direção

O objetivo da análise crítica pela direção é avaliar o sistema da qualidade como um todo a fim de verificar a sua eficácia e tomar as ações para melhorar continuamente todos os processos e aumentar a satisfação do cliente.

A análise crítica do sistema de gestão da qualidade é efetuada pela direção da empresa em intervalos mínimos de seis meses, de preferência após auditorias internas e/ou externas. O representante da direção tem a função de conduzir essa reunião.

O procedimento a ser adotado para a realização desta análise está descrito na figura 04.



**FIGURA 04 – Procedimento para realização de Análise Crítica pela Direção.**

LOGO	<b>MANUAL DA QUALIDADE</b>	Identificação	Folha nº
		M. 02/01	10 / 17

#### **4.0 ADMINISTRAÇÃO DE RECURSOS**

A empresa destina recursos para a gestão da qualidade conforme as necessidades de investimento detectadas por sua diretoria, gerências e/ou Comitê da Qualidade.

O Comitê da Qualidade tem autoridade para aprovar os recursos necessários para o Sistema da Qualidade, uma vez que tem a participação de diretores da empresa.

A empresa entende como recursos os seguintes itens:

- Pessoal para execução das atividades;
- Treinamentos;
- Tomada de Ações Corretivas e Ações Preventivas;
- Investimentos em tecnologia;
- Infra-Estrutura (espaço, canteiro da obra, microcomputadores, outros);
- Ambiente de trabalho;
- Ensaio Laboratoriais;
- Equipamentos de Medição e Ensaio devidamente calibrados;
- Auditorias Internas;
- Auditorias Externas;
- Contratação de Serviços para suporte ao Sistema da Qualidade.
- Entre outros.

A provisão dos recursos é estabelecida nas atas de reunião do Comitê da Qualidade.

Cabe a diretoria prover os recursos identificados no âmbito da empresa e de cada empreendimento a fim de implementar efetivamente o sistema da qualidade da empresa.

##### **4.1 Treinamento**

O processo de treinamento está detalhado no PO. 04 – Admissão e Treinamento, e é coordenado pelo Setor de RH da empresa.

#### **5.0 REALIZAÇÃO DO PRODUTO**

##### **5.1 Planejamento para a Realização do Produto**

O processo de planejamento para a realização de um empreendimento da empresa segue o determinado pelo PO. 02 – Planejamento da Qualidade, onde, também, são elaborados os Planos da Qualidade (PQ) de cada empreendimento da empresa (Projeto ou Supervisão).

##### **5.2 Processos Relacionados aos Clientes**

###### **5.2.1 Estabelecimento e Análise Crítica dos Requisitos Relacionados ao Produto**

A \_\_\_\_\_ determina sistematicamente:

- Os requisitos especificados pelo cliente, incluindo os requisitos para entrega e para atividades de pós-entrega;
- Os requisitos não declarados pelo cliente, mas necessários para o uso especificado ou intencional, onde conhecido;
- Requisitos estatutários e regulamentares relacionados ao empreendimento; e

LOGO	<b>MANUAL DA QUALIDADE</b>	Identificação	Folha nº
		M. 02/01	11 / 17

- Qualquer requisito adicional determinado pela organização.

Isto é realizado de acordo com o procedimento PO. 01 – Análise da Oportunidade de Negócio de maneira que todo contrato, antes de ser firmado entre a \_\_\_\_\_ e seus clientes públicos e/ou privados, é analisado criticamente pela diretoria e gerências da empresa, visando assegurar às partes envolvidas que os requisitos de contrato estão adequadamente definidos e documentados e que a empresa tem capacidade de atender a tais requisitos.

Quando os requisitos do cliente ou da obra são alterados a organização assegura, através do cumprimento do procedimento PO. 01, que os documentos pertinentes são complementados e que o pessoal pertinente é alertado sobre os requisitos alterados.

### **5.2.2 Comunicação com o Cliente**

A comunicação com o cliente é feita através dos seguintes canais:

- *Home page*;
- Reuniões;
- Contatos com a equipe de engenharia de cada empreendimento; e
- SAC – Serviço de Atendimento ao Cliente durante a execução do empreendimento.

### **5.3 Realização e Controle de Projetos**

O desenvolvimento e controle do projeto pela empresa para seus clientes é realizado conforme o PO. 06 – Desenvolvimento de Projetos.

O desenvolvimento do projeto tem seu planejamento definido no seu Plano do Qualidade, onde são definidas as seguintes atividades: verificação, análise crítica, validação de projeto, saídas de projeto e reuniões de coordenação. Também são definidos os responsáveis e os prazos de cada atividade do desenvolvimento do projeto.

O Coordenador de Projetos é responsável por coordenar as atividades das equipes, administrar as interfaces técnicas e organizacionais e acompanhar o planejamento do projeto.

### **5.4 Realização e Controle da Supervisão**

A realização da supervisão de uma obra é coordenada pelo Engenheiro Residente da mesma.

As atividades desenvolvidas durante a supervisão da obra se divide em fiscalização técnica e fiscalização administrativa.

A fiscalização técnica compreende a realização de controle de serviços executados em obra por uma empresa executante através dos Fiscais da \_\_\_\_\_ e com a utilização de formulários padrões conhecidos como CIS – Certificado de Inspeção de Serviço, os quais são elaborados para cada serviço controlado definido no Plano da Qualidade da supervisão.

Faz parte ainda da fiscalização técnica a realização da vistoria final da obra ou parte dela, a qual é detalhada no PO. 07 – Vistoria Final.

A fiscalização administrativa da obra compreende a realização de medição de serviços executados, análise do andamento da obra e do desempenho da executora, definido no PO. 08 – Execução de Serviços Administrativos em Obra.

LOGO	<b>MANUAL DA QUALIDADE</b>	Identificação	Folha nº
		M. 02/01	12 / 17

### **5.5 Aquisição**

O procedimento para o processo de aquisição adotado pela empresa está estabelecido no PO. 03 – Suprimento de Materiais, Equipamentos e Serviços, onde são abordadas as formas de se realizar a compra de materiais e equipamentos, a contratação de serviço (projetista, laboratório etc.), a qualificação de fornecedores da empresa, recebimento e controle do fornecimento, manuseio, armazenamento, preservação e a avaliação dos fornecedores.

### **5.6 Identificação e Rastreabilidade**

Para evitar o uso não-intencional de qualquer produto na empresa, os mesmos são identificados por meio de etiquetas e placas, no caso de materiais e equipamentos, códigos, no caso de projetos, mapas de acompanhamento físico da obra, nas atividades de liberação de serviços executados na supervisão.

Esse processo é de responsabilidade pelos líderes de cada setor da empresa (técnicos de laboratório, engenheiros, coordenador de projeto etc.).

A empresa mantém uma sistemática para rastreabilidade do projeto fornecido ao cliente e de materiais fiscalizados nas atividades de supervisão, tipo concreto asfáltico, podendo estendê-la a outro material ou produto conforme necessidade específica.

### **5.7 Propriedade do Cliente**

Os produtos que são de propriedade do cliente e são fornecidos à empresa ou está sobre sua responsabilidade (materiais, equipamentos, projetos, parte de obra acabada etc.) são verificados, armazenados, manuseados e mantidos de acordo com o mesmo procedimento adotado nos diversos processos descritos aqui neste manual.

Qualquer dano à propriedade do cliente deve ser registrado, comunicado ao mesmo ou a seu representante e tratado de acordo com o estabelecido na seção 6.5 deste manual.

### **5.8 Preservação do produto**

O controle do manuseio e armazenamento dos materiais/equipamentos é realizado pelos Almojarifês da empresa, que aplica o PO. 03 – Suprimento de Materiais, Equipamentos e Serviços para garantir que todos os mesmos tenham correto manuseio, estocagem e acondicionamento, impedindo que estes se danifiquem ou se deteriorem, e considerando todas as etapas da movimentação.

Após o término dos serviços em obra (ou parte deles) e ao final da realização do projeto é necessário garantir a manutenção das suas condições, evitando danos ou deterioração no produto.

Ainda, a empresa mantém em dia e aplica o PO. 07 – Vistoria Final para entrega da obra, incluindo toda documentação técnica exigida pelo cliente e aplica o PO. 06 – Desenvolvimento de Projetos para realizar os projetos *As Built* e entrega-los ao cliente ao final da obra ou parte desta.

### **5.9 Controle de Dispositivos de Medição e Monitoramento**

Aparelhos e instrumentos de medição, inspeção e ensaios alocados às obras são calibrados e ajustados periodicamente, sendo mantidos em bom estado e em local apropriado de forma a garantir que o manuseio, preservação e armazenamento desses aparelhos mantenham a precisão, exatidão e estado de conservação adequados ao uso.

Este processo está estabelecido no PO. 05 – Controle de Equipamentos.

LOGO	<b>MANUAL DA QUALIDADE</b>	Identificação	Folha nº
		M. 02/01	13 / 17

### **5.10 Assistência Técnica**

A \_\_\_\_\_ considera como serviços de assistência técnica aqueles solicitados pelos clientes após a entrega de projetos ou após os serviços de supervisão, quando os mesmos apresentam não-conformidade de sua responsabilidade. Neste caso, o responsável analisa os problemas detectados pelos clientes e adota a solução mais adequada, seguindo as orientações do PO. 10 – Assistência Pós-Serviço.

As observações dos clientes são registradas e analisadas, subsidiando a implementação de ações corretivas e preventivas, conforme descrito na seção 6.5 deste manual.

## **6.0 MEDIÇÃO, ANÁLISE E MELHORIA**

### **6.1 Satisfação dos Clientes**

Como uma das medições do desempenho do sistema de gestão da qualidade, a empresa monitora informações relativas à percepção do cliente sobre o atendimento satisfatório dos seus requisitos. Os métodos para obtenção e uso dessas informações estão estabelecidos no PO. 12 – Avaliação da Satisfação dos Clientes.

### **6.2 Auditoria Interna**

Periodicamente, são realizadas auditorias do Sistema da Qualidade, visando verificar se as atividades estão sendo conduzidas e controladas em conformidade com o planejado e para determinar a eficácia do Sistema. Tal prática permite a retroalimentação e o contínuo aperfeiçoamento do Sistema de forma a atender plenamente às expectativas dos clientes.

Os resultados das auditorias são consolidados em relatórios e encaminhados para análise dos responsáveis pelos setores envolvidos, podendo originar ações corretivas e preventivas, conforme seção 6.5 deste manual.

Além disso, tais resultados subsidiam a Análise Crítica do sistema pela Direção.

As auditorias são planejadas e realizadas conforme o PO. 11 – Auditorias Internas.

### **6.3 Verificação dos Serviços Prestados**

A empresa aplica métodos adequados para monitoramento e, quando aplicável, para medição dos processos do sistema de gestão da qualidade, conforme descrito no PO. 09 – Verificação dos Serviços Prestados.

Esses métodos estão integrados com os indicadores de desempenho do sistema de gestão da qualidade e são tratados nas reuniões para análise crítica do sistema de maneira a demonstrar a capacidade dos processos em alcançar os resultados planejados. Quando os resultados planejados não são alcançados, são efetuadas as correções e executadas as ações corretivas, como apropriado, para assegurar a conformidade dos serviços e das obras.

### **6.4 Análise de dados**

A empresa determina, coleta e analisa dados apropriados para demonstrar a adequação e eficácia do sistema de gestão da qualidade e para avaliar onde melhorias contínuas da eficácia do sistema de gestão da qualidade podem ser realizadas. Isso inclui dados gerados como resultado do monitoramento e das medições e de outras fontes pertinentes.

A análise de dados fornece informações relativas à:

- Satisfação de clientes e demais indicadores do sistema de gestão da qualidade;
- Conformidade com os requisitos especificados através dos boletins de ocorrência e Fichas de Verificação de Serviços Prestados;

- Características e tendências dos processos e serviços, incluindo oportunidades para ações preventivas; e
- Fornecedores.

A análise de dados é tratada em cada procedimento específico de maneira a detalhar e padronizar a forma como os dados do sistema devem ser avaliados para permitir a tomada de decisões adequadas.

### 6.5 Controle de Não-Conformidade, Ação Corretiva e Ação Preventiva

O procedimento para a realização de controle de não-conformidade e para ações preventivas e corretivas pode ser observado na figura 04.

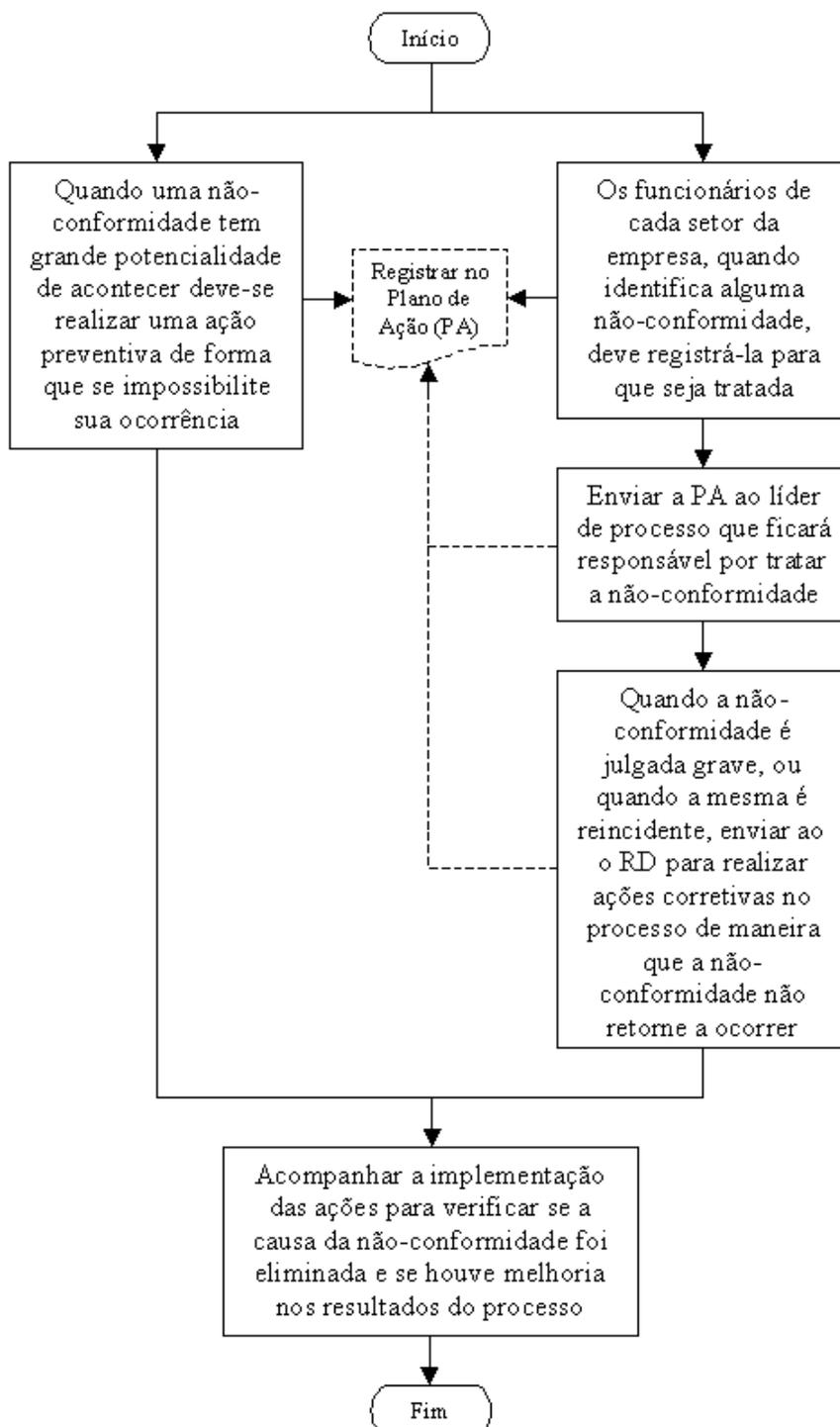


FIGURA 04 – Controle de Não-Conformidade, Ação Corretiva e Ação Preventiva.

<b>LOGO</b>	<b>MANUAL DA QUALIDADE</b>	<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
		M. 02/01	15 / 17

Deve-se ainda esclarecer que as não-conformidades podem ser tratadas em qualquer formulário específico que realiza verificações de produtos ou serviços da empresa, ou através do FORM. 32 – Plano de Ação (PA) por qualquer líder de processo.

Para a empresa têm-se as seguintes definições:

- Ação corretiva: providenciada para tratar a causa uma não-conformidade que já ocorreu, seja ela do escritório como da obra. Recomenda-se que a ação corretiva seja tomada quando não-conformidades de mesma natureza ocorram de forma repetitiva, caracterizando-se como crônicas e que se não for adotada a ação corretiva, voltará a ocorrer; e
- Ação preventiva: providenciada para evitar que uma não-conformidade ocorra ou tem grande potencial para ocorrer.

LOGO	<b>MANUAL DA QUALIDADE</b>	Identificação	Folha nº
		M. 02/01	16 / 17

## CORRELAÇÃO ENTRE OS CAPÍTULOS DESTE MANUAL E A NBR ISO 9001:2000

CAPÍTULO DO MANUAL DA QUALIDADE	NBR ISO 9001:2000
<b>1.0 APRESENTAÇÃO</b>	
<b>2.0 SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE</b>	4.1 Requisitos gerais
2.1 Controle de Documentos e Dados	4.2.1 Generalidades
2.1.1 Documentos Internos	5.4.2 Planejamento do sistema de gestão da qualidade
2.1.2 Documentos Externos	4.2.2 Manual da qualidade
2.2 Controle de Registros	4.2.3 Controle de documentos
2.2.1 Controle de Registros Mencionados neste Manual	4.2.4 Controle de registros
<b>3.0 RESPONSABILIDADE DA DIREÇÃO</b>	5 Responsabilidade da direção
3.1 Política e Objetivos da Qualidade	5.1 Comprometimento da direção
3.2 Organização da Empresa para a Qualidade	5.3 Política da qualidade
3.3 Representante da Direção	5.4.1 Objetivos da qualidade
3.4 Análise Crítica pela Direção	5.5.1 Responsabilidade e autoridade
	5.5.2 Representante da direção
	5.6 Análise crítica pela direção
<b>4.0 ADMINISTRAÇÃO DE RECURSOS</b>	6.1 Provisão de recursos
4.1 Treinamento	6.3 Infra-estrutura
	6.4 Ambiente de trabalho
	6.2.2 Competência, conscientização e treinamento
<b>5.0 REALIZAÇÃO DO PRODUTO</b>	7 Realização do produto
5.1 Planejamento para a Realização do Produto	7.1 Planejamento da realização do produto
5.2 Processos Relacionados aos Clientes	7.2 Processos relacionados a clientes
5.2.1 Estabelecimento e Análise Crítica dos Requisitos Relacionados ao Produto	7.2.1 Determinação de requisitos relacionados ao produto
5.2.2 Comunicação com o Cliente	7.2.2 Análise crítica dos requisitos relacionados ao produto
5.3 Realização e Controle de Projetos	7.2.3 Comunicação
5.4 Realização e Controle da Supervisão	7.3 Projeto e desenvolvimento
5.5 Aquisição	7.3.1 Planejamento do projeto e desenvolvimento
5.6 Identificação e Rastreabilidade	7.3.2 Entradas de projeto e desenvolvimento
5.7 Propriedade do Cliente	7.3.3 Saídas de projeto e desenvolvimento
5.8 Preservação do Produto	7.3.4 Análise crítica de projeto e desenvolvimento
5.9 Controle dos Dispositivos de Medição e Monitoramento	7.3.5 Verificação de projeto e desenvolvimento
5.10 Assistência Técnica	7.3.6 Validação de projeto e desenvolvimento
	7.3.7 Controle de alterações de projeto e desenvolvimento
	7.4 Aquisição
	7.4.1 Processo de aquisição
	7.4.2 Informações de aquisição
	7.4.3 Verificação do produto adquirido
	7.5 Produção e fornecimento de serviço
	7.5.1 Controle de produção e fornecimento de serviço
	7.5.2 Validação dos processos de produção e fornecimento de serviço
	7.5.3 Identificação e rastreabilidade
	7.5.4 Propriedade do cliente
	7.5.5 Preservação do produto
	7.6 Controle de dispositivos de medição e monitoramento

<b>LOGO</b>	<b>MANUAL DA QUALIDADE</b>	<b>Identificação</b>	<b>Folha n°</b>
		M. 02/01	17 / 17

<b>CAPÍTULO DO MANUAL DA QUALIDADE</b>	<b>NBR ISO 9001:2000</b>
6.0 MEDIÇÃO, ANÁLISE E MELHORIA	8.1 Generalidades
6.1 Satisfação dos Clientes	8.2.1 Satisfação de clientes
6.2 Auditoria Interna	8.2.2 Auditoria interna
6.3 Verificação dos Serviços Prestados	8.2.3 Medição e monitoramento de processos
6.4 Análise de Dados	8.4 Análise de dados
6.5 Controle de Não-Conformidade, Ação Corretiva e Ação Preventiva	8.2.4 Medição e monitoramento do produto
	8.3 Controle de produto não-conforme
	8.4 Análise de dados
	8.5 Melhorias
	8.5.1 Melhoria contínua
	8.5.2 Ação corretiva
	8.5.3 Ação preventiva

<b>LOGO</b>	<b>ATA DE REUNIÃO</b>		<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	
			FORM. 01/01	
			<b>DATA:</b>	
		<b>HORÁRIO:</b>		
<b>PARTICIPANTES</b>				
01		06		
02		07		
03		08		
04		09		
05		10		
<b>ASSUNTOS TRATADOS</b>				
<b>DELIBERAÇÕES</b>				
<b>ASSINATURAS</b>				
01		06		
02		07		
03		08		
04		09		
05		10		

<b>Logo</b>	<b>Planilha de Objetivos, Metas e Indicadores da Qualidade</b>					<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>ATUALIZAÇÃO</b>
						PLAN. 03/01	ABRIL de 2003
<b>Setor</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Subsetor</b>	<b>Meta</b>	<b>Indicador</b>	<b>Frequência de Medição</b>	<b>Resultado</b>	<b>Responsável Pela Coleta de Dados</b>

<b>Responsável:</b>	<b>RD</b>
---------------------	-----------

LOGO	<b>Plano de Sensibilização para Implantação do Sistema</b>	IDENTIFICAÇÃO
		PLAN. 04/01

### Definição das Ações

(1)

Ação:				Responsável:		
O quê?	Por que?	Quem?	Quando?	Onde?	Como?	Quanto?

(2)

Ação:				Responsável:		
O quê?	Por que?	Quem?	Quando?	Onde?	Como?	Quanto?

·  
·  
·

### Cronograma de Sensibilização

Ação	Ano 01												Ano 02	
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
(1)														
(2)														
...														

Aprovado: _____ / / _____
<b>Representante da Direção</b> <span style="float: right;"><b>Data</b></span>

LOGO	Planilha de Controle de Documentos	Identificação	Atualização
		PLAN. 05/01	abril/03

Responsável: RD				APROVAÇÃO		NÚMERO DE CÓPIAS ENVIADO PARA :						
IDENTIFICAÇÃO	STATUS	NOME	Alterações Ocorridas	RESPONSÁVEL	DATA	P025	S025	RD	Diretor Técnico	Diretor Administrativo	Diretor Comercial	
CIS. 001/01	ATUAL	Locação - Pista	-	Representante da Direção	15/04/03							
CIS. 280/01	ATUAL	Cortes	-	Representante da Direção	15/04/03							
CIS. 281/01	ATUAL	Empréstimos	-	Representante da Direção	15/04/03							
CIS. 282/01	ATUAL	Aterros	-	Representante da Direção	15/04/03							
CIS. 299/01	ATUAL	Regularização do Subleito	-	Representante da Direção	15/04/03							
CIS. 300/01	ATUAL	Reforço do Subleito	-	Representante da Direção	15/04/03							
CIS. 301/01	ATUAL	Sub-base Estabilizada Granulometricamente	-	Representante da Direção	15/04/03							
CIS. 303/01	ATUAL	Base Estabilizada Granulometricamente	-	Representante da Direção	15/04/03							
CIS. 306/01	ATUAL	Imprimação	-	Representante da Direção	15/04/03							
CIS. 307/01	ATUAL	Pintura de Ligação	-	Representante da Direção	15/04/03							
CIS. 313/01	ATUAL	Concreto Betuminoso	-	Representante da Direção	15/04/03							
CIS. 316/01	ATUAL	Base de Macadame Hidráulico	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 01/01	ATUAL	Ata de Reunião	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 02/01	ATUAL	Planilha de Análise de Concorrências	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 03/01	ATUAL	Proposta de Modificações	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 04/01	ATUAL	Solicitação de Compra/Contratação	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 05/01	ATUAL	Questionário de Qualificação de Fornecedores	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 06/01	ATUAL	Pedido de Compra	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 07/01	ATUAL	Relatório de Avaliação de Fornecedores	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 08/01	ATUAL	Ficha de Avaliação de Fornecimento	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 09/01	ATUAL	Requisição de Treinamento	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 10/01	ATUAL	Lista de Presença em Treinamento	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 11/01	ATUAL	Histórico Individual	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 12/01	ATUAL	Plano de Calibração/Manutenção de Equipamentos	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 13/01	ATUAL	Ficha de Calibração/Manutenção de Equipamentos	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 14/01	ATUAL	Ata de Reunião de Projeto	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 15/01	ATUAL	Ficha de Locação de Obra	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 16/01	ATUAL	Planilha de Verificação de Projetos	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 17/01	ATUAL	Protocolo de Envio e Recebimento de Projetos	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 18/01	ATUAL	Check-list de Vistoria Final	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 19/01	ATUAL	Ficha de Medição de Volumens	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 20/01	ATUAL	Ficha de Contabilização de Serviços	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 21/01	ATUAL	Resumo de Serviços Executados	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 22/01	ATUAL	Desempenho da Executora	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 23/01	ATUAL	Planilha de Análise dos Serviços Prestados	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 24/01	ATUAL	Solicitação de Serviços de Assistência Técnica	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 25/01	ATUAL	Ordem de Serviços de Assistência Técnica	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 26/01	ATUAL	Plano de Auditoria	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 27/01	ATUAL	Programação de Auditoria	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 28/01	ATUAL	Check-list de Auditoria	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 29/01	ATUAL	Relatório de Auditoria	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 30/01	ATUAL	Avaliação dos Clientes (Durante a Prestação de Serviços)	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 31/01	ATUAL	Avaliação dos Clientes (Após a Prestação de Serviços)	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 32/01	ATUAL	Plano de Ação	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 33/01	ATUAL	Controle de CBUQ	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 34/01	ATUAL	Controle de Aplicação de Ligantes	-	Representante da Direção	15/04/03							

IDENTIFICAÇÃO	STATUS	NOME	Alterações Ocorridas	APROVAÇÃO		NÚMERO DE CÓPIAS ENVIADO PARA :						
				RESPONSÁVEL	DATA	P025	S025	RD	Diretor Técnico	Diretor Administrativo	Diretor Comercial	
FORM. 35/01	ATUAL	Controle de PMQ	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 36/01	ATUAL	Densidade in situ ( frasco de areia)	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 37/01	ATUAL	Equivalente de Areia	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 38/01	ATUAL	Ficha de Controle de Moldagem de CPS	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 39/01	ATUAL	Ficha de moldagem	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 40/01	ATUAL	Folha de Granulometria para Agregado	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 41/01	ATUAL	Registro de amostras de solo	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 42/01	ATUAL	Resultado do Ensaio de Resistência à Compressão	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 43/01	ATUAL	Viscosidade de Saybolt C. A. P.	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 44/01	ATUAL	Viscosidade de Saybolt CM 30	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 45/01	ATUAL	Viscosidade de Saybolt	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 46/01	ATUAL	Controle Qualitativo de Concreto Asfáltico	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 47/01	ATUAL	Ensaio de Limite de Liquidez e Plasticidade	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 48/01	ATUAL	Índice de Suporte Califórnia	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 49/01	ATUAL	Perfil de Sondagem a Percussão	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 50/01	ATUAL	Compactação	-	Representante da Direção	15/04/03							
FORM. 51/01	ATUAL	Análise Granulométrica	-	Representante da Direção	15/04/03							
M. 01/01	ATUAL	Manual de Descrição de Funções	-	Presidente e Diretores	15/04/03							
M. 02/01	ATUAL	Manual da Qualidade	-	Presidente e Diretores	15/04/03							
PLAN. 01/01	ATUAL	Planilha de Diagnóstico do Sistema	-	Comitê da Qualidade	15/04/03							
PLAN. 02/01	ATUAL	Plano de Implantação Sistema	-	Comitê da Qualidade	15/04/03							
PLAN. 03/01	ATUAL	Planilha de Objetivos, Metas e Indicadores	-	Presidente e Diretores	15/04/03							
PLAN. 04/01	ATUAL	Plano de Sensibilização para Implantação do Sistema	-	Representante da Direção	15/04/03							
PLAN. 05/01	ATUAL	Planilha de Controle de Documentos	-	Representante da Direção	15/04/03							
PLAN. 06/01	ATUAL	Plano de Serviço	-	Representante da Direção	15/04/03							
PLAN. 07/01	ATUAL	Planilha de Controle de Equipamentos	-	Representante da Direção	15/04/03							
PLAN. 08/01	ATUAL	Planilha de Acompanhamento de Projetos	-	Coordenador de Projetos	15/04/03							
PLAN. 09/01	ATUAL	Planilha de Controle de PA	-	Coordenador de Projetos	15/04/03							
PO. 01/01	ATUAL	Análise da Oportunidade de Negócio	-	Representante da Direção	15/04/03							
PO. 02/01	ATUAL	Planejamento da Qualidade	-	Representante da Direção	15/04/03							
PO. 03/01	ATUAL	Suprimento de Materiais, Equipamentos e Serviços	-	Representante da Direção	15/04/03							
PO. 04/01	ATUAL	Admissão e Treinamento	-	Representante da Direção	15/04/03							
PO. 05/01	ATUAL	Controle de Equipamentos	-	Representante da Direção	15/04/03							
PO. 06/01	ATUAL	Desenvolvimento de Projetos	-	Representante da Direção	15/04/03							
PO. 07/01	ATUAL	Vistoria Final	-	Representante da Direção	15/04/03							
PO. 08/01	ATUAL	Execução de Serviços Administrativos em Obra	-	Representante da Direção	15/04/03							
PO. 09/01	ATUAL	Verificação dos Serviços Prestados	-	Representante da Direção	15/04/03							
PO. 10/01	ATUAL	Assistência Pós-Serviço	-	Representante da Direção	15/04/03							
PO. 11/01	ATUAL	Auditorias Internas	-	Representante da Direção	15/04/03							
PO. 12/01	ATUAL	Avaliação da Satisfação dos Clientes	-	Representante da Direção	15/04/03							
PQ. P025/01	ATUAL	Plano da Qualidade da Projeto da BR-232	-	Representante da Direção	15/04/03							
PQ. S025/01	ATUAL	Plano da Qualidade da Supervisão da BR-232	-	Representante da Direção	15/04/03							

<b>Logo</b>	<b>PA – Plano de Ação</b>	<b>Identificação</b>	<input type="checkbox"/> Ação Preventiva	N°
		FORM. 32/01	<input type="checkbox"/> Ação Corretiva	
DEPARTAMENTO:			DATA:	
<b>Não-conformidade, problema ou aspecto a ser melhorado</b>				
<b>Estudo detalhado</b>				
<b>Detalhamento da ação</b>		<b>Responsável</b>	<b>Prazo</b>	
_____ / ____ / ____ Responsável pela ação		_____ / ____ / ____ Representante da direção		
<b>Acompanhamento da ação (verificação da implantação, eliminação das causas e resultados da melhoria)</b>				
<b>Data</b>	<b>Verificado por / Local</b>	<b>Situação</b>		
<b>Encerramento</b>				
_____ / ____ / ____ Responsável pela ação		_____ / ____ / ____ Representante da direção		



## **ANEXO III – Plano da Qualidade**

LOGO	<b>PQO – Plano da Qualidade da Obra</b>	OBRA BR-232	
		<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
		PQ. S25/01	1 / 8

Este documento rege ou faz referência aos procedimentos que devem ser seguidos por todos na empresa para a realização da Supervisão da obra de melhoramento e duplicação da BR-232 entre Recife e Caruaru, no trecho entre Bezerros e Gravatá (Pernambuco).

Este mesmo documento é aprovado por:

---

Diretor Técnico

---

Diretor Comercial

---

Diretor Administrativo/Financeiro

LOGO	<b>PQO – Plano da Qualidade da Obra</b>	OBRA BR-232	
		<b>Identificação</b>	<b>Folha n°</b>
		PQ. S25/01	2 / 8

SUMÁRIO

<b>1.0</b>	<b>ESTRUTURA ORGANIZACIONAL PARA A SUPERVISÃO</b>	<b>03</b>
<b>2.0</b>	<b>LISTA DE SERVIÇOS CONTROLADOS NA OBRA</b>	<b>03</b>
<b>3.0</b>	<b>LISTA DE DOCUMENTOS APLICÁVEIS À OBRA</b>	<b>04</b>
<b>4.0</b>	<b>MATRIZ DE TREINAMENTO EM OBRA</b>	<b>06</b>
<b>5.0</b>	<b>SEGURANÇA NO TRABALHO</b>	<b>06</b>
<b>6.0</b>	<b>CONDIÇÕES DE IMPACTO NO MEIO AMBIENTE</b>	<b>06</b>

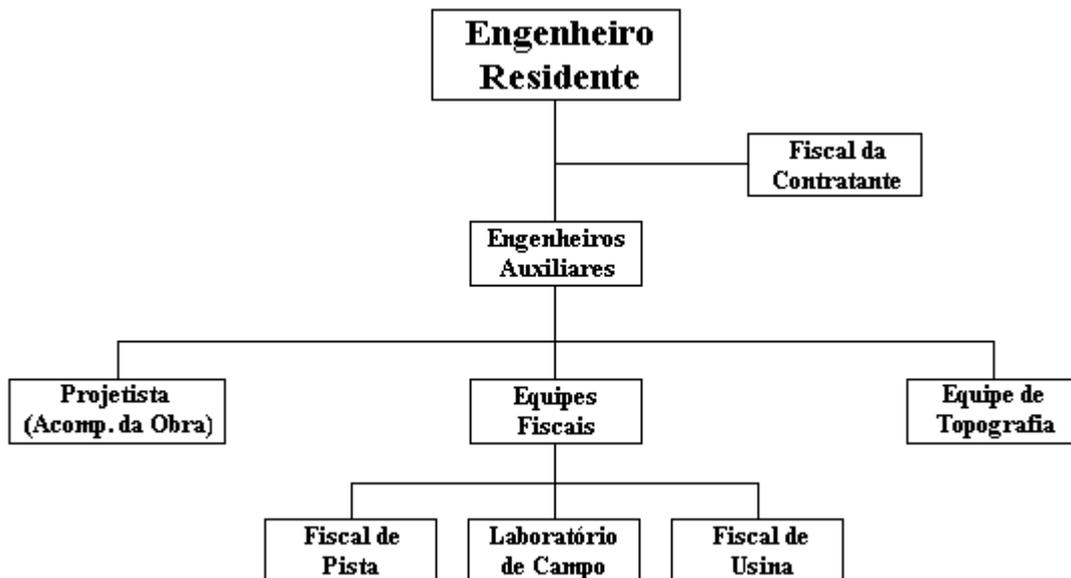
**ANEXOS:**

- I PLANO DE SERVIÇO**
- II PLANO DE MANUTENÇÃO/CALIBRAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS**
- III LAYOUT DO AMBIENTE DE TRABALHO**
- IV PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS**
- V OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

LOGO	<b>PQO – Plano da Qualidade da Obra</b>	OBRA BR-232	
		Identificação	Folha nº
		PQ. S25/01	3 / 8

### 1.0 – Estrutura Organizacional para a Supervisão

A estrutura organizacional e a autoridade das funções estabelecidas para realizar a supervisão da obra está representada no seguinte organograma :



As responsabilidades e autoridade de cada função atuante na supervisão estão definidas nos procedimentos operacionais e no Manual de Descrição de Funções da empresa.

Nas atividades de supervisão ainda aparecem figuras interventoras relacionadas a executora da obra e a contratante.

O fiscal da contratante tem autoridade de modificar qualquer requisito da obra com o devido reconhecimento jurídico do mesmo e contanto que não interfira no contrato firmado, salvo com pedidos de modificação.

### 2.0 – Lista de Serviços Controlados na Obra

Serviços
Locação de Pista
Terraplanagem – cortes
Terraplanagem – empréstimos
Terraplanagem – aterros
Pavimentação – regularização do subleito
Pavimentação – reforço do subleito
Pavimentação – sub-base estabilizada granulometricamente
Pavimentação – base estabilizada granulometricamente
Pavimentação – imprimação
Pavimentação – pintura de ligação
Pavimentação – concreto betuminoso
Pavimentação – base de macadame hidráulico
Medição dos Serviços Executados e Análise do Andamento da Obra
Análise do Desempenho da Executora
Vistoria Final da Obra

LOGO	PQO – Plano da Qualidade da Obra	OBRA BR-232	
		Identificação	Folha nº
		PQ. S25/01	4 / 8

### 3.0 – Lista de Documentos Aplicáveis à Obra

Código	Título	Aplicável com adaptação?	
		sim	Não
ABNT NBR 5426	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos		X
ABNT NBR 5739	Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos		X
ABNT NBR 5847	Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade absoluta		X
ABNT NBR 6118	Projeto de estruturas de concreto – Procedimento		X
ABNT NBR 6560	Materiais betuminosos – Determinação do ponto de amolecimento – Método do anel e bola		X
ABNT NBR 6568	Emulsões asfálticas – Determinação do resíduo de destilação		X
ABNT NR – 18	Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção		X
CIS.001	Certificado de Inspeção de Serviço – Locação – Pista		X
CIS.280	Certificado de Inspeção de Serviço – Cortes		X
CIS.281	Certificado de Inspeção de Serviço – Empréstimos		X
CIS.282	Certificado de Inspeção de Serviço – Aterros		X
CIS.299	Certificado de Inspeção de Serviço – Regularização do subleito		X
CIS.300	Certificado de Inspeção de Serviço – Reforço do subleito		X
CIS.301	Certificado de Inspeção de Serviço – Sub-base estabilizada granulometricamente		X
CIS.303	Certificado de Inspeção de Serviço – Base estabilizada granulometricamente		X
CIS.306	Certificado de Inspeção de Serviço – Imprimação		X
CIS.307	Certificado de Inspeção de Serviço – Pintura de ligação		X
CIS.313	Certificado de Inspeção de Serviço – Concreto betuminoso		X
CIS.316	Certificado de Inspeção de Serviço – Base de macadame hidráulico		X
DNER-ES 173/86	Método de nível e mira para calibração de sistemas medidores de irregularidade tipo resposta		X
DNER-ES 280/97	Terraplanagem – cortes		X
DNER-ES 281/97	Terraplanagem – empréstimos		X
DNER-ES 282/97	Terraplanagem – aterros		X
DNER-ES 299/97	Pavimentação – regularização do subleito		X
DNER-ES 300/97	Pavimentação – reforço do subleito		X
DNER-ES 301/97	Pavimentação – sub-base estabilizada granulometricamente		X
DNER-ES 303/97	Pavimentação – base estabilizada granulometricamente		X
DNER-ES 306/97	Pavimentação – imprimação		X
DNER-ES 307/97	Pavimentação – pintura de ligação		X
DNER-ES 313/97	Pavimentação – concreto betuminoso		X
DNER-ES 316/97	Pavimentação – base de macadame hidráulico		X
DNER-ME 002/94	Emulsão asfáltica – carga da partícula		X
DNER-ME 003/94	Material betuminoso – determinação da penetração		X
DNER-ME 004/94	Material betuminoso – determinação da viscosidade (Saybolt-Furol) a alta temperatura (ABNT-MB 517)		X
DNER-ME 005/94	Emulsão asfáltica – determinação da peneiração (ABNT-NBR 14393)		X
DNER-ME 006/94	Emulsões asfálticas – determinação da sedimentação		X
DNER-ME 012/94	Asfalto diluído – destilação (ABNT-MB 43)		X
DNER-ME 024/94	Pavimento – determinação das deflexões pela Viga Benkelman		X

LOGO	PQO – Plano da Qualidade da Obra	OBRA BR-232	
		Identificação	Folha nº
		PQ. S25/01	5 / 8

Código	Título	Aplicável com adaptação?	
		sim	Não
DNER-ME 035/94	Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”		X
DNER-ME 043/95	Misturas betuminosas a quente – ensaio Marshall		X
DNER-ME 049/94	Solos – determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas		X
DNER-ME 052/94	Solos e agregados miúdos – determinação da umidade pelo método expedito “Speedy”		X
DNER-ME 053/94	Misturas betuminosas – percentagem de betume		X
DNER-ME 054/94	Equivalente de areia		X
DNER-ME 080/94	Solos – análise granulométrica por peneiramento		X
DNER-ME 082/94	Solos – determinação do limite de plasticidade		X
DNER-ME 083/94	Agregados – análise granulométrica		X
DNER-ME 086/94	Agregado – determinação do índice de forma		X
DNER-ME 089/94	Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções sulfato de sódio ou de magnésio		X
DNER-ME 122/94	Solos – determinação da massa específica aparente, “in situ”, com o emprego de frasco de areia		X
DNER-ME 122/94	Solos – determinação do limite de liquidez – método de referência e método expedito		X
DNER-ME 129/94	Solos – compactação utilizado amostras não trabalhadas		X
DNER-ME 148/94	Material betuminoso – determinação do ponto de fulgor e de combustão (vaso aberto Cleveland)		X
DNER-PRO 143/94	Formação de lotes de inspeção		X
DNER-PRO 182/97	Medição da irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integrados IPR/USP e Maysmeter		X
DNER-PRO 277/97	Metodologia para controle estatístico de obras e serviços		X
DNER-PRO 407/00	Gestão da qualidade em obras rodoviárias		X
FORM. 01	Ata de Reunião		X
FORM. 04	Solicitação de Compra/Contratação		X
FORM. 05	Questionário de Qualificação de Fornecedores		X
FORM. 06	Pedido de Compra		X
FORM. 07	Relatório de Avaliação de Fornecedores		X
FORM. 08	Ficha de Avaliação de Fornecimento		X
FORM. 09	Requisição de Treinamento		X
FORM. 10	Lista de Presença em Treinamento		X
FORM. 12	Plano de Calibração/Manutenção de Equipamentos		X
FORM. 13	Ficha de Calibração/Manutenção de Equipamentos		X
FORM. 15	Ficha de Locação de Obra		X
FORM. 17	Protocolo de Envio e Recebimento de Projetos		X
FORM. 18	Check-list de Vistoria Final		X
FORM. 19	Ficha de Medição de Volumes		X
FORM. 20	Ficha de Contabilização de Serviços		X
FORM. 21	Resumo de Serviços Executados		X
FORM. 22	Desempenho da Executora		X
FORM. 23	Planilha de Análise dos Serviços Prestados		X
FORM. 24	Solicitação de Serviços de Assistência Técnica		X
FORM. 25	Ordem de Serviços de Assistência Técnica		X

LOGO	<b>PQO – Plano da Qualidade da Obra</b>	OBRA BR-232	
		Identificação	Folha nº
		PQ. S25/01	6 / 8

Código	Título	Aplicável com adaptação?	
		sim	Não
FORM. 30	Avaliação dos Clientes (Durante a Prestação de Serviços)		X
FORM. 32	Plano de Ação		X
FORM. 33	Controle de CBUQ		X
FORM. 34	Controle de Aplicação de Ligantes		X
FORM. 35	Controle de PMQ		X
FORM. 36	Densidade in situ ( frasco de areia)		X
FORM. 37	Equivalente de Areia		X
FORM. 38	Ficha de Controle de Moldagem de CPS		X
FORM. 39	Ficha de moldagem		X
FORM. 40	Folha de Granulometria para Agregado		X
FORM. 41	Registro de amostras de solo		X
FORM. 42	Resultado do Ensaio de Resistência à Aompressão		X
FORM. 43	Viscosidade de Saybolt C. A. P.		X
FORM. 44	Viscosidade de Saybolt CM 30		X
FORM. 45	Viscosidade de Saybolt		X
FORM. 46	Controle Qualitativo de Concreto Asfáltico		X
FORM. 47	Ensaio de Limite de Liquidez e Plasticidade		X
FORM. 48	Índice de Suporte Califórnia		X
FORM. 49	Perfil de Sondagem a Percussão		X
FORM. 50	Compactação		X
FORM. 51	Análise Granulométrica		X
M. 02	Manual da Qualidade		X
PLAN. 06	Plano de Serviço		X
PO. 02	Planejamento da Qualidade		X
PO. 03	Suprimento de Materiais, Equipamentos e Serviços		X
PO. 04	Admissão e Treinamento		X
PO. 05	Controle de Equipamentos		X
PO. 07	Vistoria Final		X
PO. 08	Execução de Serviços Administrativos em Obra		X
PO. 09	Verificação dos Serviços Prestados		X
PO. 10	Assistência Pós-Serviço		X
PO. 12	Avaliação da Satisfação dos Clientes		X
PQO. S025	PQO – Plano da Qualidade da Obra		X
<b>Adaptações necessárias aos procedimentos</b>			
Código	Descrição da adaptação		

#### 4.0 – Matriz de Treinamento em Obra

Os treinamentos na obra são realizados antes do início de cada etapa, conforme a evolução dos serviços estabelecida no Plano de Serviço da obra (anexo I), considerando as necessidades de treinamento definidas na matriz de treinamento apresentada a seguir.

LOGO	<b>PQO – Plano da Qualidade da Obra</b>	OBRA BR-232	
		Identificação	Folha nº
		PQ. S25/01	7 / 8

Novos funcionários contratados durante a execução dos serviços são treinados antes de serem liberados para a produção.

Os treinamentos são realizados pela própria obra e registrados no **FORM.10 – Lista de Presença em Treinamento**, de acordo com o quadro abaixo:

Procedimento	Instrutor	Fiscais de Campo	Equipe de Topografia	Técnicos de Laboratório	Ajudantes
CIS's	Eng. de Auxiliar, Topógrafo e Chefe de Laboratório	X	X	X	X
DNER-ES	Eng. de Auxiliar, Topógrafo e Chefe de Laboratório	X	X	X	X
DNER-ME	Eng. de Auxiliar e Chefe de Laboratório	X	X	X	X
DNER-PRO	Eng. de Auxiliar, Topógrafo e Chefe de Laboratório	X	X	X	X
NBR	Eng. Residente	X	X	X	X
NR – 18	Eng. Residente	X	X	X	X
M. 02	Eng. Residente	X	X	X	X
PO. 03	Eng. Residente	X	X	X	-
PO. 05	Eng. Residente	X	X	X	X
PO. 07	Eng. Residente	X	X	X	-
PO. 08	Eng. Residente	X	X	X	-
PQO. S025	Eng. Residente	X	X	X	X

A equipe administrativa da fiscalização (Engenheiro Residente, Engenheiros Auxiliares, Topógrafo e Chefe de Laboratório) também recebe os treinamentos programados no Levantamento de Necessidades de Treinamento de toda a empresa.

### 5.0 – Segurança no Trabalho

A equipe fiscal deve obedecer critérios determinados na NR – 18 quanto as medidas a serem adotadas para assegurar a segurança individual e coletiva durante a execução da obra.

Cabe a mesma equipe orientar a empresa executora da obra para adotar os mesmos critérios definidos nesta norma, evitando riscos e registros de acidentes durante a execução da obra. Isto também pode ser feito pela garantia de aplicação e atualização do PCMAT da obra fiscalizada.

### 6.0 – Condições de Impacto no Meio Ambiente

As considerações relativas ao meio ambiente devem ser preservadas conforme relacionado em cada norma de especificação de serviço do DNIT (as DNER-ES's).

Cabe a supervisão da obra a certificação de que a executante está realizando adequadamente a preservação do meio ambiente, devendo as irregularidades serem registradas no livro de ocorrências e relatadas no FORM. 22 – Desempenho da Executora.

LOGO	<b>PQO – Plano da Qualidade da Obra</b>	OBRA BR-232	
		<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
		PQ. S25/01	8 / 8

**ANEXO I**  
**(PLANO DE SERVIÇO)**

**ANEXO II**  
**(PLANO DE CALIBRAÇÃO/MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS)**

**ANEXO III**  
**(LAYOUT DO AMBIENTE DE TRABALHO)**

**ANEXO IV**  
**(PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS)**

**ANEXO V**  
**(OBJETIVOS ESPECÍFICOS)**

## **ANEXO IV – Requisitos dos Clientes**

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>		
Processo:		<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
<b>ANÁLISE CRÍTICA DA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIO</b>		PO. 01/01	1 / 2

## 1. OBJETIVO

Garantir, através de critérios preestabelecidos, a segurança de que os requisitos do negócio a ser fechado com o cliente estão adequadamente definidos, documentados e analisados sob os aspectos comercial, financeiro, técnico e jurídico.

## 2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Edital de concorrência ou carta convite e respectivos anexos (quando houver);
- Projetos e memoriais enviados pelo cliente;
- Proposta técnica/comercial entregue ao cliente e seus anexos;
- Contrato a ser assinado; e
- Estudo de viabilidade

## 3. RESPONSABILIDADES

### 3.1 - Diretor Comercial

- Coordenar o processo de determinação e análise crítica dos requisitos do negócio; e
- Analisar e registrar os aspectos de cada oportunidade do negócio e modificações.

## 4. PROCEDIMENTO

O fluxograma da figura 4.01 apresenta o procedimento para a realização da análise da oportunidade de negócio e possível análise de solicitação de mudanças em contratos com clientes, de responsabilidade do Diretor Comercial da empresa, mas que deve contar com o apoio da área técnica, administrativa e financeira.

## 5. FORMULÁRIOS E MODELOS CORRELATOS

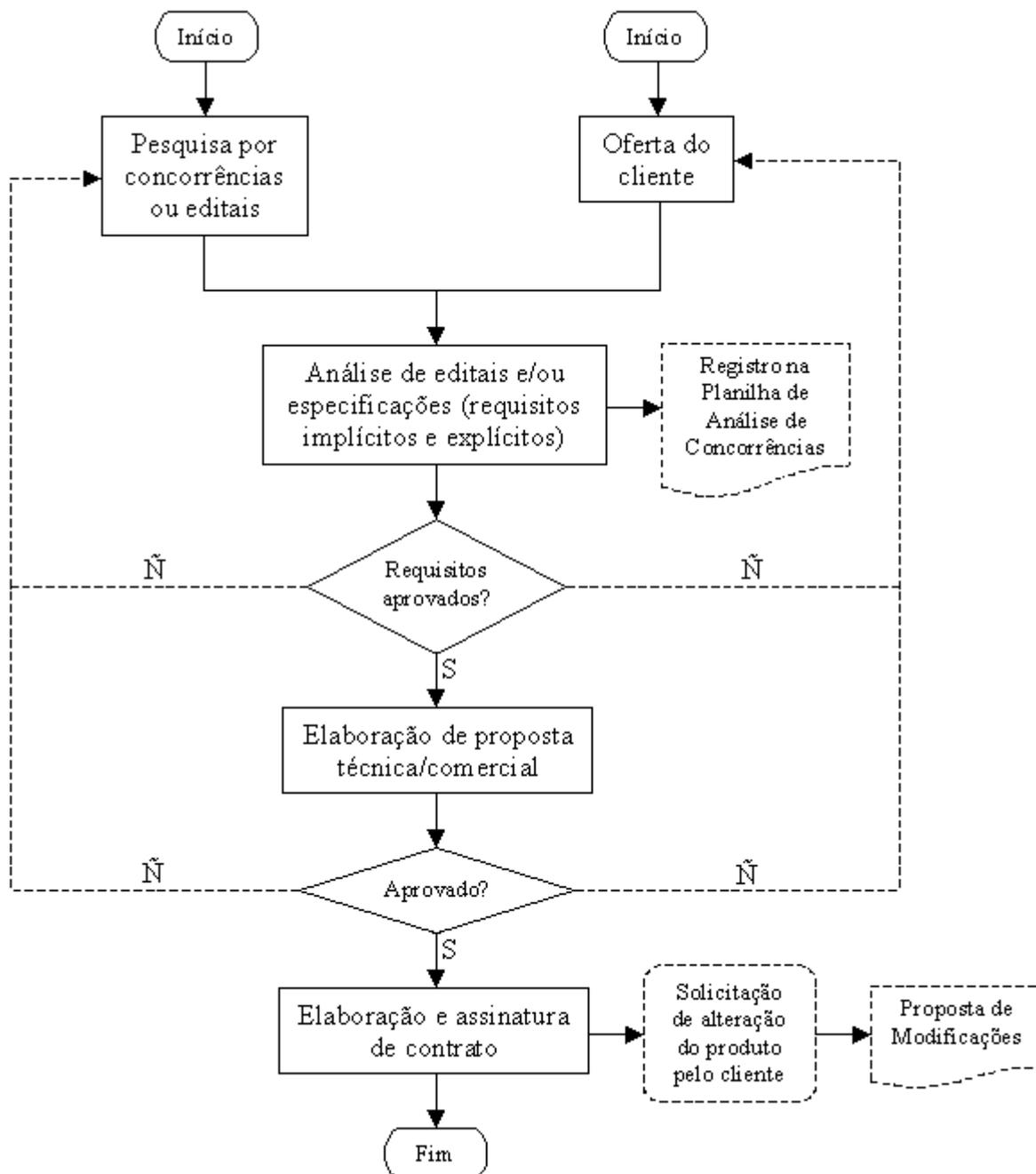
- FORM. 02 - Planilha de Análise de Concorrência
- FORM. 03 - Proposta de Modificações

## 6. CONTROLE DE REGISTROS

Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
Planilha de Análise de Concorrências Form. 02	Sala do Diretor Comercial	Pasta com identificação por empreendimento (junto com a documentação anexa)	2 anos	<i>Lixo</i>
Proposta de Modificações Form. 03	Sala do Diretor Comercial	Pasta com identificação por empreendimento	Até o final dos serviços	<i>Lixo</i>
	Setor Responsável pela Modificação	Pasta com identificação por empreendimento	5 anos após a finalização dos serviços	<i>Lixo</i>

<b>Elaborado/revisado por:</b>  _____ NOME-ASS	<b>Aprovado para uso:</b>  _____ NOME-ASS
____/____/____ Data	____/____/____ Data

LOGO	<b>PO – Procedimento Operacional</b>	
Processo: <b>ANÁLISE CRÍTICA DA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIO</b>	<b>Identificação</b> PO. 01/01	<b>Folha nº</b> 2 / 2



**FIGURA 4.01 – Procedimento para Análise da Oportunidade de Negócio.**

LOGO	PLANILHA DE ANÁLISE DE CONCORRÊNCIAS		Identificação	Data
			FORM. 02/01	__ / __ / ____
Cliente:			Contato:	
Telefone:		Endereço:		
Outros Dados:				
TIPO DO EMPREENDIMENTO (PROJETO OU SUPERVISÃO):				
Análise Crítica:				
<hr style="width: 20%; margin-left: auto;"/> Diretor Comercial				
Documentação Anexa				
Documento	Data	Comentários e observações		Analisado por

LOGO	PROPOSTA DE MODIFICAÇÕES		Identificação	Cód. Empreend.
			FORM. 03/01	P025
Solicitante	Setor Responsável	Telefone:	Data	
DESCRIÇÃO DAS MODIFICAÇÕES SOLICITADAS				
CROQUIS ESQUEMÁTICO DA MODIFICAÇÃO SOLICITADA (CASO NECESSÁRIO)				
OBSERVAÇÕES DO CORPO TÉCNICO RESPONSÁVEL				
RESPOSTA À SOLICITAÇÃO				
Aprovação da empresa:			Aprovação do cliente:	
_____ NOME-ASS			_____ NOME-ASS	
_____ Data			_____ Data	

## **ANEXO V – Planejamento para a Prestação dos Serviços**

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>					
Processo:	<b>PLANEJAMENTO DA QUALIDADE</b>	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Identificação</b></td> <td style="text-align: center;"><b>Folha nº</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PO. 02/01</td> <td style="text-align: center;">1 / 2</td> </tr> </table>	<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>	PO. 02/01	1 / 2
<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>					
PO. 02/01	1 / 2					

### 1. OBJETIVO

Descrever as atividades de planejamento dos processos necessários para a realização do produto em conformidade aos requisitos do cliente.

### 2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Normas técnicas relacionadas ao setor;
- Projetos e memorial descritivo da obra; e
- Contratos e editais de concorrência.

### 3. RESPONSABILIDADES

#### 3.1 – Diretor Técnico

- Acompanhar o processo de planejamento e a definição dos documentos do Plano da qualidade do empreendimento.

#### 3.2 – Engenheiro Coordenador do Empreendimento

- Elaborar e atualizar o Plano de Serviço do empreendimento; e
- Montar o Plano da Qualidade do empreendimento.

#### 3.3 – Representante da Direção

- Auxiliar o engenheiro coordenador do empreendimento no planejamento e elaboração do Plano da Qualidade.

### 4. PROCEDIMENTO

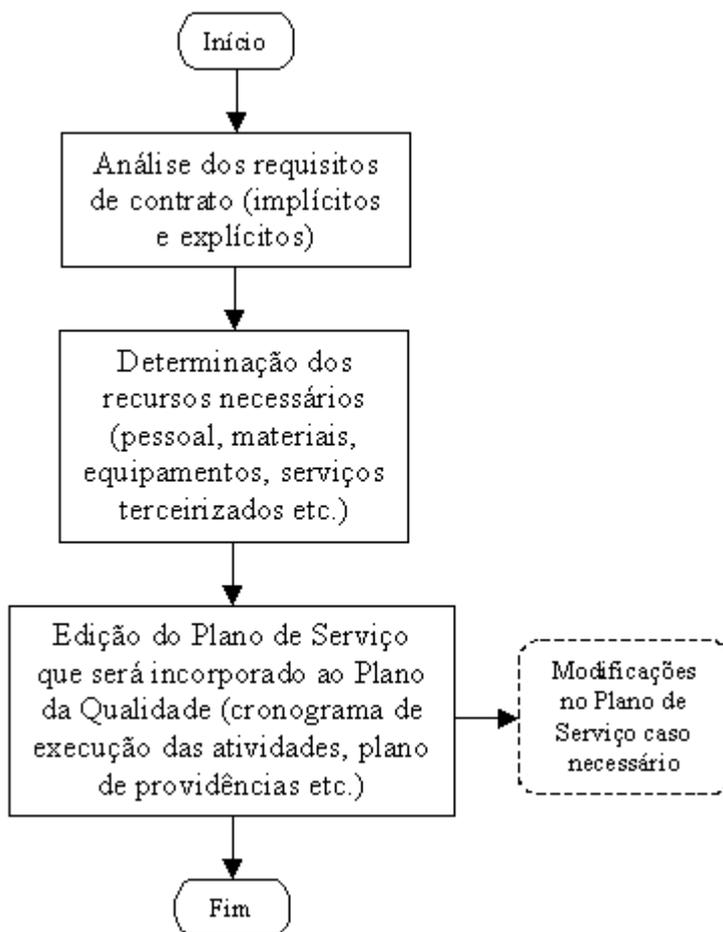
O fluxograma da figura 4.01 apresenta o procedimento para a realização do planejamento da qualidade do empreendimento, seja ele um projeto ou supervisão de obra, o qual é de responsabilidade do Engenheiro Coordenador do Empreendimento (Coordenador de Projetos ou Engenheiro Residente, respectivamente), mas que deve contar com o apoio do Diretor Técnico e do Representante da Direção.

Os Planos da Qualidade (Projeto ou Supervisão) são compostos pela seguinte seqüência:

- Estrutura Organizacional (autoridades e responsabilidades relativas a execução de um empreendimento específico);
- Lista de Procedimentos Aplicáveis (necessários à execução de um empreendimento específico);
- Matriz de Treinamento (específico ao projeto ou supervisão);
- Segurança e Saúde no Trabalho (métodos que devem ser utilizados e cuidados específicos);
- Condições do Impacto no Meio Ambiente (gerados pelas atividades da empresa durante a realização de seus trabalhos e relativos ao manejo por ocasião de outros interventores no empreendimento); e
- Anexos contendo: Plano de Serviço (relativos aos serviços que serão executados); Plano de Calibração/Manutenção de Equipamentos (equipamentos de produção, inspeção, medição e ensaios); *Lay Alt* do Ambiente de Trabalho (ambientes e distribuição dos mesmos necessários a execução dos serviços); e Procedimentos e Objetivos Específicos (quando procedimento, aqueles necessários para realizar a verificação, validação, monitoramento, inspeção e atividades de ensaio requeridos, específicos para o empreendimento, bem como os critérios para aceitação do mesmo).

<b>Elaborado/revisado por:</b>  <hr style="width: 80%; margin-left: 0;"/> <p style="text-align: center;">NOME-ASS                      / / Data</p>	<b>Aprovado para uso:</b>  <hr style="width: 80%; margin-left: 0;"/> <p style="text-align: center;">NOME-ASS                      / / Data</p>
---	--

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>		
Processo:	<b>PLANEJAMENTO DA QUALIDADE</b>	<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
		PO. 02/01	2 / 2



**FIGURA 4.01 – Procedimento para Planejamento da Qualidade.**

## 5. FORMULÁRIOS E MODELOS CORRELATOS

- PLAN. 06 – Plano de Serviço
- Modelo de Plano da Qualidade

## 6. CONTROLE DE REGISTROS

Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
Plano de Serviço PLAN. 06	Sala do Diretor Técnico	Pasta com identificação por empreendimento e seqüencial	2 anos após o final da obra	<i>Lixo</i>
	Acompanha, em anexo, o Plano da Qualidade (projeto ou supervisão)	Anexo ao Plano da Qualidade e acompanhando Coordenador do empreendimento	Até o final da obra	<i>Lixo</i>





**ANEXO VI – Aquisição, Recebimento e Manuseio de Materiais/  
Equipamentos e Contratação de Serviços**

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>	
Processo:	<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
<b>SUPRIMENTO DE MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS</b>	PO. 03/01	1 / 4

### 1. OBJETIVO

Descrever as atividades de compra, recebimento e manuseio de materiais/equipamentos e contratação de serviços para toda a empresa. Descreve como se realiza o processo de identificação e rastreabilidade de qualquer produto ou serviço. Também descreve a metodologia de seleção e avaliação de fornecedores.

### 2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Catálogos técnicos;
- Cadastro de fornecedores aprovados;
- Nota Fiscal do produto;
- Pedido de compra;
- Contrato de Serviço;
- Orientações dos fabricantes para o manuseio e armazenamento.

### 3. RESPONSABILIDADES

#### 3.1 – Líder de Processo

- Solicitar materiais, equipamentos e serviços;
- Acompanhar o desempenho dos fornecedores e informar à Gerência de Aquisição ou Contratos;
- Efetuar a avaliação de desempenho dos fornecedores;
- Realizar a identificação e a rastreabilidade de produtos, quando necessário; e
- Analisar os problemas encontrados nos materiais, equipamentos e serviços para liberação.

#### 3.2 – Gerente de Aquisição e Contratos

- Realizar o processo de compra de materiais/equipamentos e a contratação de serviços;
- Selecionar os fornecedores; e
- Fazer a manutenção do cadastro de fornecedores aprovados.

#### 3.3 – Diretor Técnico

- Aprovar o processo de compra de materiais/equipamentos e a contratação de serviços;
- Aprovar os fornecedores; e
- Analisar a avaliação de desempenho dos fornecedores;

#### 3.4 – Almoxarife

- Receber e verificar os materiais e equipamentos;
- Registrar as ocorrências de materiais e equipamentos fora das especificações; e
- Cuidar, organizar e identificar os estoques de materiais e os equipamentos da empresa.

#### 3.5 – Fiscais

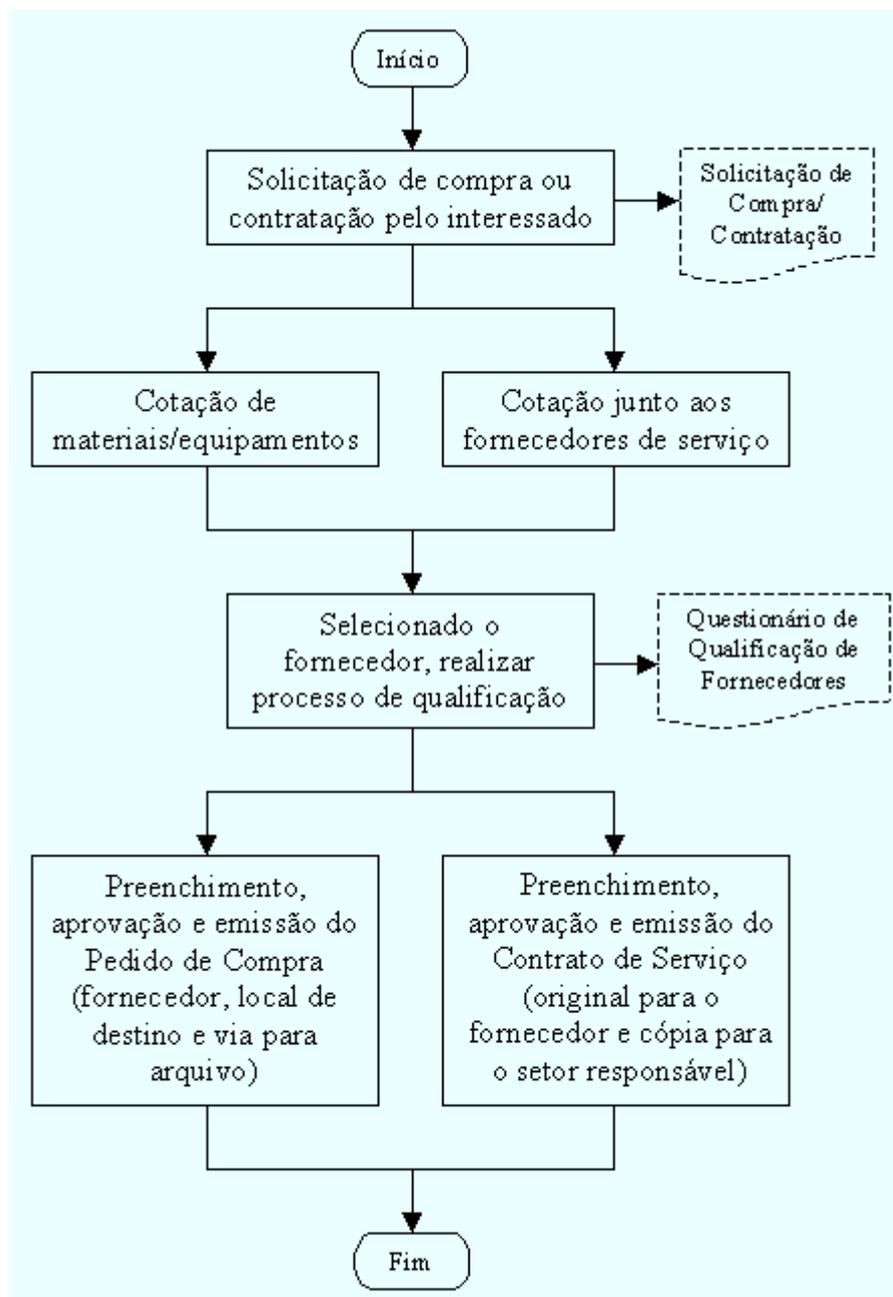
- Fazer a rastreabilidade de materiais aplicados em obra.

<b>Elaborado/revisado por:</b>  <hr style="width: 80%; margin-left: 0;"/> <p style="text-align: center;">NOME-ASS                      / / Data</p>	<b>Aprovado para uso:</b>  <hr style="width: 80%; margin-left: 0;"/> <p style="text-align: center;">NOME-ASS                      / / Data</p>
---	--

LOGO	<b>PO – Procedimento Operacional</b>	
Processo: <b>SUPRIMENTO DE MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS</b>	<b>Identificação</b> PO. 03/01	<b>Folha nº</b> 2 / 4

#### 4. PROCEDIMENTO

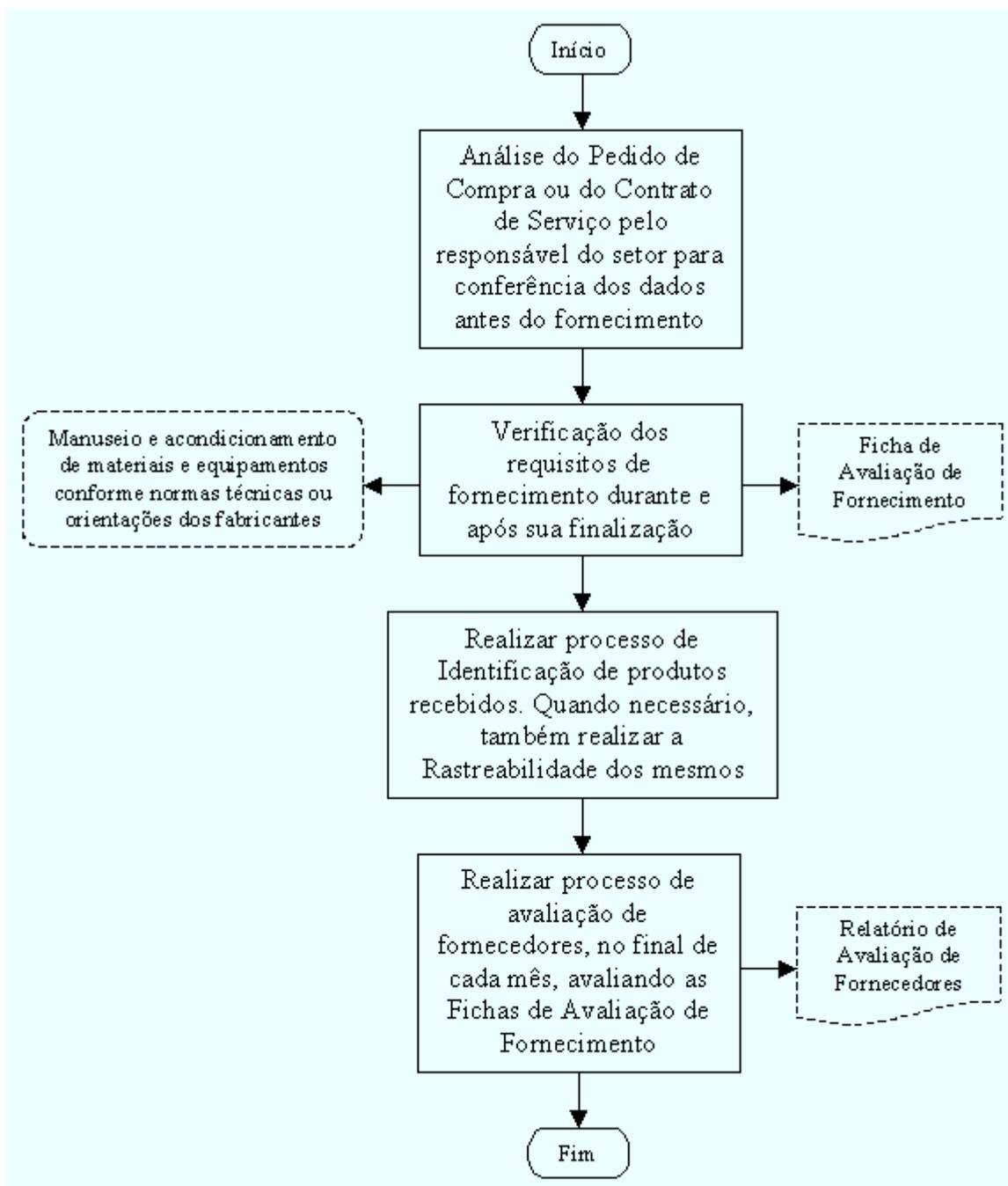
O fluxograma da figura 4.01 apresenta o procedimento para a realização de aquisição de materiais/equipamentos e a contratação de serviços (projetos, laboratórios, consultoria etc.), bem como a realização da qualificação de fornecedores.



**FIGURA 4.01 – Procedimento para Aquisição.**

O fluxograma da figura 4.02 apresenta o procedimento para a realização de recebimento e manuseio de materiais e equipamentos e controle de serviços contratados. Também apresenta como se realiza o processo de avaliação de fornecedores.

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>	
Processo: <b>SUPRIMENTO DE MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS</b>	<b>Identificação</b> PO. 03/01	<b>Folha nº</b> 3 / 4



**FIGURA 4.02 – Procedimento para Controle de Fornecimento.**

## 5. FORMULÁRIOS E MODELOS CORRELATOS

FORM. 04 – Solicitação de Compra/Contratação

FORM. 05 – Questionário de Qualificação de Fornecedores

FORM. 06 – Pedido de Compra

FORM. 07 – Relatório de Avaliação de Fornecedores

FORM. 08 – Ficha de Avaliação de Fornecimento

Modelo de Contrato de Serviço

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>		
Processo:		<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
<b>SUPRIMENTO DE MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS</b>		PO. 03/01	4 / 4

## 6. CONTROLE DE REGISTROS

<b>Identificação</b>	<b>Local do Arquivo</b>	<b>Tipo do arquivo e proteção</b>	<b>Tempo de retenção</b>	<b>Descarte</b>
Solicitação de Compra/Contratação FORM. 04	1ª via Sala do Líder de Processo	No próprio talão	Até o final do Empreendimento	Lixo
	2ª via Sala da Gerência de Aquisição ou Contratação	Pasta com identificação por data	5 anos após o fim do empreendimento	Arquivo morto
Questionário de Qualificação de Fornecedores FORM. 05	Sala da Gerência de Aquisição ou Contratação	Pasta com identificação por data	Permanente até a exclusão do fornecedor do cadastro de fornecedores aprovados	Lixo
Pedido de Compra FORM. 06	1ª via: Sala da Gerência de Aquisição	Pasta com identificação por empreendimento e data	5 anos após o fim do empreendimento	Arquivo morto
	2ª via: Sala do Líder de Processo	Pasta com identificação por data	Até o final do empreendimento	Lixo
Relatório de Avaliação de Fornecedores FORM. 07	Via: Sala da Gerência de Aquisição ou Contratação	Pasta única	1 ano	Lixo
	Via: Sala do Líder de Processo	Pasta única	Até o final do empreendimento	Lixo
	Via: Sala do Diretor Técnico	Pasta única	1 ano	Lixo
Ficha de Avaliação de Fornecimento FORM. 08	Sala do Líder de Processo	Pasta suspensa por tipo	1 ano	Lixo
Modelo de Contrato de Serviço	Sala do Diretor Técnico	Pasta com identificação por empreendimento e data	5 anos após o fim da empreendimento	Lixo

LOGO	SOLICITAÇÃO DE COMPRA/CONTRATAÇÃO		Identificação FORM. 04/01		Material
			Empreendimento		Equipamento
					Serviço
COD	DESCRIÇÃO DO MATERIAL, EQUIPAMENTO OU SERVIÇO	QUANT.	UN.	PRAZO	
<b>OBSERVAÇÕES :</b>					
_____ SOLICITANTE ___/___/___ Data			_____ RESPONSÁVEL ___/___/___ Data		

<b>Logo</b>	<b>QUESTIONÁRIO DE QUALIFICAÇÃO DE FORNECEDORES</b>	<b>Identificação</b>
		FORM. 05/01

**1. IDENTIFICAÇÃO DO FORNECEDOR**

Razão Social: .....

CGC: ..... Inscrição Estadual: .....

Endereço: .....

CEP: ..... Cidade: ..... Estado: ..... Contato: .....

Telefone: ..... FAX: ..... e-mail: .....

Material ou Serviço que fornece:.....

**2. CRITÉRIOS SELEÇÃO PARA FORNECIMENTO**

2.1. Tem sistema da qualidade ISO 9000? ( ) SIM ( ) NÃO .....

2.2. Empresas para as quais fornece:

Razão Social: .....Fone:.....Contato:.....

Razão Social: .....Fone:.....Contato:.....

Razão Social: .....Fone:.....Contato:.....

2.3. Verificação de materiais, equipamentos ou serviço fornecidos para outros locais:

2.4. Visita às instalações do fornecedor:

2.5. Entrevista com o fornecedor:

2.6. Outras verificações:

OBS: se necessário, use outras páginas ou o verso desta página para anotações adicionais

**Aprovado na qualificação:**

( ) SIM ( ) NÃO

**Dados coletados por:**

\_\_\_\_\_ / /  
Nome-Ass Data

**Aprovado por:**

\_\_\_\_\_ / /  
Nome-Ass Data





Logo	Ficha de Avaliação de Fornecimento			Identificação	
				FORM. 08/01	
Fornecedor:			Local beneficiado:		
O que forneceu?		Quantidade:	NF n°:	Data de entrega:	
Ensaio e/ou verificação	Resultado obtido	Aprovado?		DISPOSIÇÃO DO PRODUTO NÃO-CONFORME	
		SIM <input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>		
Responsável pelo recebimento:					
_____					
ass					

## **ANEXO VII – Seleção e Treinamento**

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>					
Processo:	<b>ADMISSÃO E TREINAMENTO</b>	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Identificação</b></td> <td style="text-align: center;"><b>Folha nº</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PO. 04/01</td> <td style="text-align: center;">1 / 3</td> </tr> </table>	<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>	PO. 04/01	1 / 3
<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>					
PO. 04/01	1 / 3					

## 1. OBJETIVO

Identificar as competências necessárias para cada função que executa atividades que afetam a qualidade do produto da empresa e estabelecer um padrão para admissão de funcionários com estas competências e/ou fornecer treinamento adequado para completar as competências exigidas para a função.

## 2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Certificados de universidades, escolas e outras instituições ou entidades;
- Registros de experiência profissional; e
- Manual de Descrição de Funções.

## 3. RESPONSABILIDADES

### 3.2. – Diretoria

- Aprovar treinamentos que forem julgados procedentes; e
- Mobilizar os recursos necessários para a realização dos treinamentos aprovados.

### 3.3. – Líderes de setor

- Detectar a necessidade de treinamento em seu departamento ou setor;
- Requisitar junto ao Setor de RH a realização dos treinamentos; e
- Designar um funcionário capacitado para ministrar os treinamentos práticos quando for o caso.

### 3.4. – Setor de Recursos Humanos

- Identificar as competências necessárias para cada função no momento da admissão do funcionário;
- Prover os treinamentos aos funcionários quando necessário;
- Controlar os registros de treinamento e manter os históricos individuais atualizados; e
- Designar instrutores para os treinamentos internos em conjunto com as gerências ou líderes de setor.

## 4. PROCEDIMENTO

O fluxograma da figura 4.01 apresenta o procedimento para a realização de admissão de funcionários na empresa. Já o fluxograma da figura 4.02 apresenta o procedimento para a realização de treinamento.

Deve-se entender que os treinamentos que são realizados nos empreendimentos da empresa (projeto e supervisão de obras) são definidos no Plano da Qualidade dos mesmos, não sendo necessária a realização de requisição para o treinamento.

## 5. FORMULÁRIOS E MODELOS CORRELATOS

FORM. 09 – Requisição de Treinamento

FORM. 10 – Lista de Presença em Treinamento

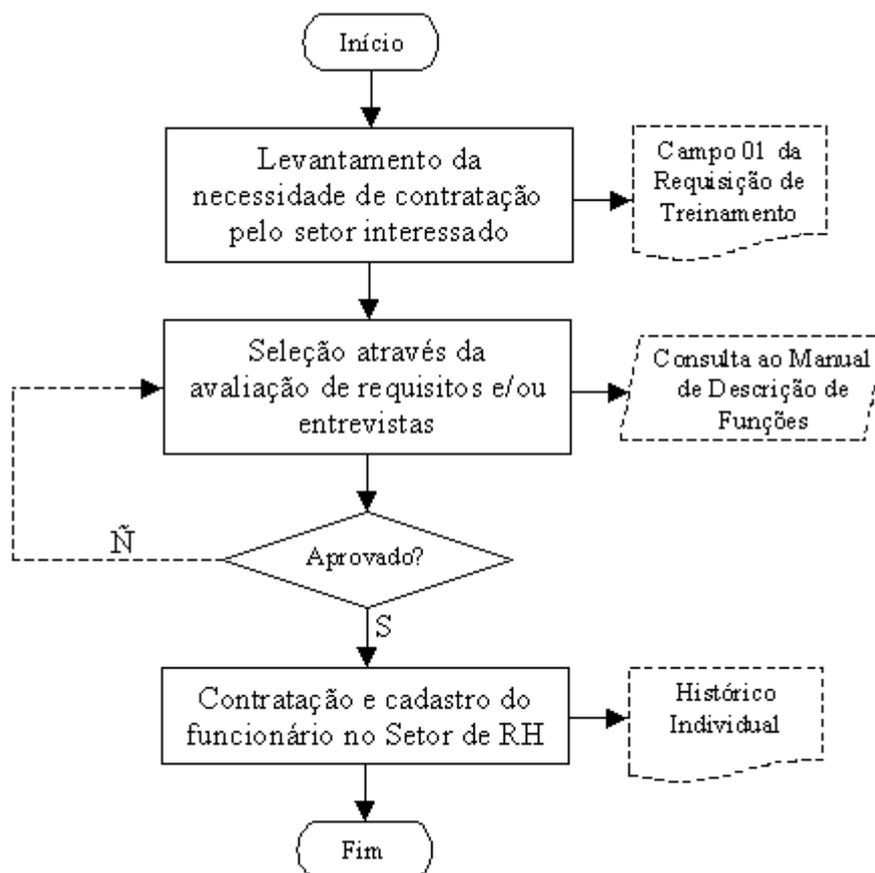
FORM. 11 – Histórico Individual

<p><b>Elaborado/revisado por:</b></p> <p>_____ / ____/____</p> <p style="text-align: center;">NOME-ASS                      Data</p>	<p><b>Aprovado para uso:</b></p> <p>_____ / ____/____</p> <p style="text-align: center;">NOME-ASS                      Data</p>
--	---

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>		
Processo:	<b>ADMISSÃO E TREINAMENTO</b>	<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
		PO. 04/01	2 / 3

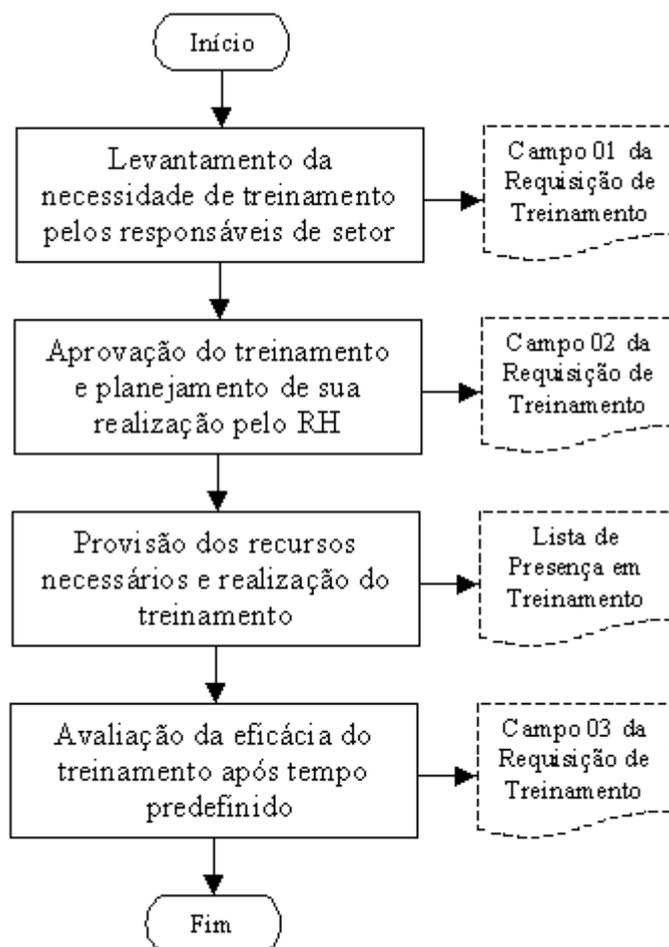
**6. CONTROLE DE REGISTROS**

Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
Requisição de Treinamento FORM. 09	Sala de RH	Pasta com identificação por setor	1 ano	<b>Lixo</b>
Lista de Presença em Treinamento (escritório) FORM. 10	Sala de RH	Pasta com identificação por setor	1 ano	<b>Lixo</b>
Lista de Presença em Treinamento (empreendimento) FORM. 10	Sala do Coordenador do Empreendimento	Pasta por empreendimento	Até o final do empreendimento	<b>Lixo</b>
Histórico Individual FORM. 11	Sala de RH	Pasta do Funcionário	Até a demissão do funcionário	<b>Lixo</b>



**FIGURA 4.01 – Procedimento para Admissão de funcionários.**

LOGO	<b>PO – Procedimento Operacional</b>					
Processo:	<b>ADMISSÃO E TREINAMENTO</b>	<table border="1"> <tr> <th style="text-align: center;">Identificação</th> <th style="text-align: center;">Folha nº</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PO. 04/01</td> <td style="text-align: center;">3 / 3</td> </tr> </table>	Identificação	Folha nº	PO. 04/01	3 / 3
Identificação	Folha nº					
PO. 04/01	3 / 3					



**FIGURA 4.02 – Procedimento para Treinamento de funcionários.**

LOGO	<b>Manual de Descrição de Funções</b>	<b>Identificação</b>	Folha n°:
		M. 01/01	1 / 2
<b>CARGO</b>			
<i>Nome do cargo</i>			
<b>ATRIBUIÇÕES</b>			
<i>Definir as atribuições do Cargo, incluindo as atividades para a qualidade</i>			
<b>COMPETÊNCIA</b>			
<i>Definir os requisitos necessários para o pessoal assumir a função: (ESCOLARIDADE, EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL COMPROVADA, HABILIDADES ESPECÍFICAS, etc.)</i>			
<b>Elaborado por:</b>  _____ / _____ / _____ Ass. Data		<b>Aprovado por:</b>  _____ / _____ / _____ Ass. Data	

LOGO	<b>Manual de Descrição de Funções</b>	Identificação	Folha n°:
		M. 01/01	2 / 2
<b>CARGO</b>			
<i>Nome do cargo</i>			
<b>ATRIBUIÇÕES</b>			
<i>Definir as atribuições do Cargo, incluindo as atividades para a qualidade</i>			
<b>COMPETÊNCIA</b>			
<i>Definir os requisitos necessários para o pessoal assumir a função: (ESCOLARIDADE, EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL COMPROVADA, HABILIDADES ESPECÍFICAS, etc.)</i>			

<b>Logo</b>	<b>REQUISIÇÃO DE TREINAMENTO</b>		<b>Identificação</b>
			FORM. 09/01
<b>Departamento / Empreendimento:</b>		<b>Responsável:</b>	<b>Data:</b>
<b>Campo 01 – Solicitação</b>			
1. Treinamento Necessário:			
2. Público Alvo:			
3. Justificativa e Objetivo:			
<b>Campo 02 – Aprovação</b>			
4. Planejamento			
Título do treinamento: _____ Carga horária: _____			
Data Prevista para o Treinamento: ___/___/___ Instrutor: _____			
Local (ou Instituição): _____			
Data Prevista para avaliação da eficácia: ___/___/___			
Aprovação:			
_____		_____	
Diretoria		Recursos Humanos	
<b>Campo 03 – Avaliação</b>			
5. Avaliação da Eficácia do Treinamento:			
_____ / ___/___			
Recursos Humanos			data





## **ANEXO VIII – Controle de Equipamentos de Produção, Medição e Ensaio**

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>		
Processo:		<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
<b>CONTROLE DE EQUIPAMENTOS</b>		PO. 05/01	1 / 2

## 1. OBJETIVO

Descrever as atividades para o controle da localização, calibração e manutenção dos equipamentos de produção, inspeção, ensaios e medição, para a correta utilização dos equipamentos e obtenção de resultados confiáveis.

## 2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Contratos de locação dos equipamentos; e
- Manuais de uso e manutenção dos equipamentos (quando existir).

## 3. RESPONSABILIDADES

### 3.1 – Coordenador de Empreendimento

- Solicitar e informar à Gerência de Aquisição a movimentação dos equipamentos; e
- Fazer periodicamente a verificação dos equipamentos em descritos no Plano da Qualidade

### 3.2 – Gerente de Aquisição

- Controlar a movimentação dos equipamentos;
- Prover os empreendimentos com os equipamentos necessários;
- Controlar a calibração dos padrões da empresa;
- Contratar laboratórios especializados em calibração de equipamentos; e
- Analisar os resultados da calibração dos padrões.

## 4. PROCEDIMENTO

O fluxograma da figura 4.01 apresenta o procedimento para a realização do controle de equipamentos de produção, inspeção, medição e ensaios.

## 5. FORMULÁRIOS E MODELOS CORRELATOS

PLAN. 07 – Planilha de Controle de Equipamentos

FORM. 12 – Plano de Calibração/Manutenção de Equipamentos

FORM. 13 – Ficha de Calibração/Manutenção de Equipamentos

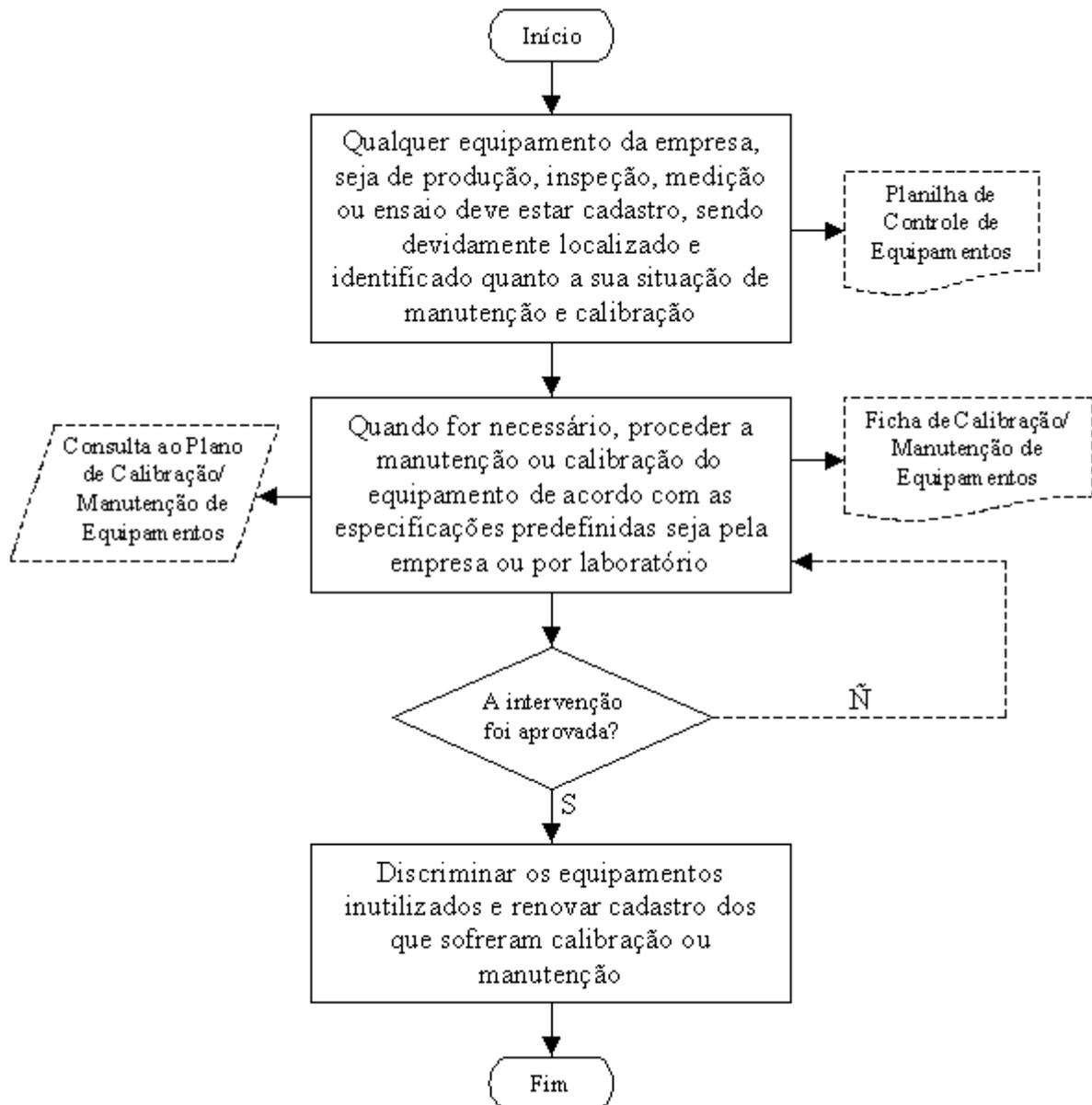
## 6. CONTROLE DE REGISTROS

Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
Planilha de Controle de Equipamentos PLAN. 07	Computador da Sala da Gerência de Aquisição (C:\Meus Documentos\...)	Magnético, com <i>back up</i> semanal	Permanente	-
Plano de Calibração/Manutenção de Equipamentos FORM. 13	Sala do Gerência de Aquisição	Arquivo em pasta	2 anos após o final do empreendimento	Arquivo morto
	Anexo ao Plano da Qualidade do Empreend.	Anexo ao Plano da Qualidade	Até o final do empreendimento	Lixo

<b>Elaborado/revisado por:</b>  _____ / / _____ NOME-ASS                      Data	<b>Aprovado para uso:</b>  _____ / / _____ NOME-ASS                      Data
---	--

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>		
Processo:		<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
<b>CONTROLE DE EQUIPAMENTOS</b>		PO. 05/01	2 / 2

Ficha de Calibração/Manutenção de Equipamentos FORM. 14	Sala do Gerência de Aquisição	Arquivo em pasta	2 anos após o final do empreendimento	Arquivo morto
--	-------------------------------	------------------	---------------------------------------	---------------



**FIGURA 4.01 – Procedimento para Controle de Documentos.**



LOGO	Plano de Calibração/Manutenção de Equipamentos			Identificação	Folha: /	
				FORM. 12/01		
<b>Empreendimento:</b>						
Equipamento / frequência de calibração	N° do patrimônio	Laboratório contratado	Tolerância	Liberado para uso? (S) ou (N)	Datas de calibração ou verificação	
					Última	próxima
Nível a laser ou teodolito (anualmente)			Desvio em relação ao eixo vertical de 5°.			
Esquadro (80 x 60 x 100 cm) (anualmente)			Desvio de relação ao ângulo reto de 1 grau.			
Paquímetro (anualmente)			Desvio de 0,05 mm.			
Trena metálica 30 metros (anualmente)			Nenhuma parcial e sua medida total devem apresentar desvio superior a 2 mm.			
Trena metálica 10 metros (anualmente)			Nenhuma parcial e sua medida total devem apresentar desvio superior a 1 mm.			
Trena metálica 5 metros (anualmente)			Nenhuma parcial e sua medida total devem apresentar desvio superior a 0,67 mm.			
Régua de alumínio de 2 metros (anualmente)			O paralelismo entre as faces e a retilinearidade da régua não deve exceder 0,2 mm.			

LOGO	Ficha de Calibração/Manutenção de Equipamentos		Identificação	
			FORM. 13/01	
Empreendimento:				
Descrição do Equipamento:			Nº do Patrimônio:	
Requisito Verificado	Resultado obtido	Aprovado?		DISPOSIÇÃO DO PRODUTO NÃO-CONFORME
		SIM <input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>	
Responsável pela manutenção/calibração:				
<hr style="width: 20%; margin: auto;"/> ass				

## **ANEXO IX – Realização de Projetos**

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>					
Processo:	<b>DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS</b>	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Identificação</b></td> <td style="text-align: center;"><b>Folha nº</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PO. 06/01</td> <td style="text-align: center;">1 / 10</td> </tr> </table>	<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>	PO. 06/01	1 / 10
<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>					
PO. 06/01	1 / 10					

### 1. OBJETIVO

Estabelecer uma seqüência de desenvolvimento de projeto e definir as atividades a serem executadas para controlar o fluxo de informações ao longo das etapas, e as responsabilidades de cada função para realização de verificação e análise crítica de projeto.

### 2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Contrato ou proposta com explicitação do escopo e prazos;
- Ata de reunião inicial ou documento fornecido pelo cliente explicitando as especialidades de projeto que terão interface com o projeto a ser desenvolvido pela empresa;
- Documento que defina os requisitos pelo cliente com relação ao projeto. Por exemplo: plantas, desenhos, memoriais e documentos correlatos do projeto;
- Documentos de requisitos ou restrições técnicas como legislação urbana e/ou normas técnicas que se constituam em condicionantes do processo de desenvolvimento do projeto;
- Planejamento geral de projeto contido no Anexo I (Plano de Serviço) do Plano da Qualidade do Projeto; e
- Plantas, desenhos, memoriais e documentos correlatos do projeto.

### 3. RESPONSABILIDADES

#### 3.1 – Coordenador de projeto

- Manter as atividades do planejamento do projeto atualizados;
- Documentar os dados iniciais do projeto;
- Realizar as verificações e as análises críticas de projeto ou definir os profissionais responsáveis;
- Realizar as análises críticas de projeto ao longo do desenvolvimento do projeto.
- Identificar e controlar as alterações de projeto que devem ser controladas;
- Coordenar o processo de validação de projeto junto aos organismos regulamentadores, fiscalizadores pertinentes ou a contratante; e
- Coordenar as atividades de atendimento pós-entrega.

#### 3.2 – Projetistas envolvidos no projeto

- Definir o fluxo de processos e os produtos resultantes de cada etapa de projeto;
- Identificar, analisar, documentar e transmitir as informações do projeto;
- Desenvolver o projeto;
- Apropriar e informar ao coordenador os parâmetros efetivamente realizados e/ou qualquer alteração necessária em relação ao planejamento inicial; e
- Realizar as verificações de projeto sob sua responsabilidade nas diferentes etapas do projeto.

<b>Elaborado/revisado por:</b>  <hr style="width: 80%; margin-left: 0;"/> <p style="text-align: center;">NOME-ASS</p>	<b>Aprovado para uso:</b>  <hr style="width: 80%; margin-left: 0;"/> <p style="text-align: center;">NOME-ASS</p>
 <hr style="width: 20%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> <p style="text-align: center;">/ / Data</p>	 <hr style="width: 20%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> <p style="text-align: center;">/ / Data</p>

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>		
Processo:		<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
<b>DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS</b>		PO. 06/01	2 / 10

#### 4. PROCEDIMENTO

O fluxograma da figura 4.01 apresenta o procedimento para o desenvolvimento e controle de projetos que serão fornecidos aos clientes de acordo com o planejamento contido no Anexo I (Plano de Serviço) do Plano da Qualidade do Projeto e informações extraídas de campo nos estudos de engenharia rodoviária realizados.

Para a realização de verificação e análise crítica de projetos pode-se utilizar os requisitos do Anexo I – Requisitos para Verificação de Projetos, não devendo-se restringir-se apenas a estes.

Obs.: Para a realização de projetos de engenharia rodoviária é estritamente necessário que se consulte a publicação do DNER IPR 707/20 de 1999 – Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários (escopos básicos/instruções de serviço).

#### 5. FORMULÁRIOS E MODELOS CORRELATOS

FORM. 14 – Ata de Reunião de Projeto

PLAN. 08 – Planilha de Acompanhamento de Projetos

FORM. 15 – Ficha de Locação de Obra

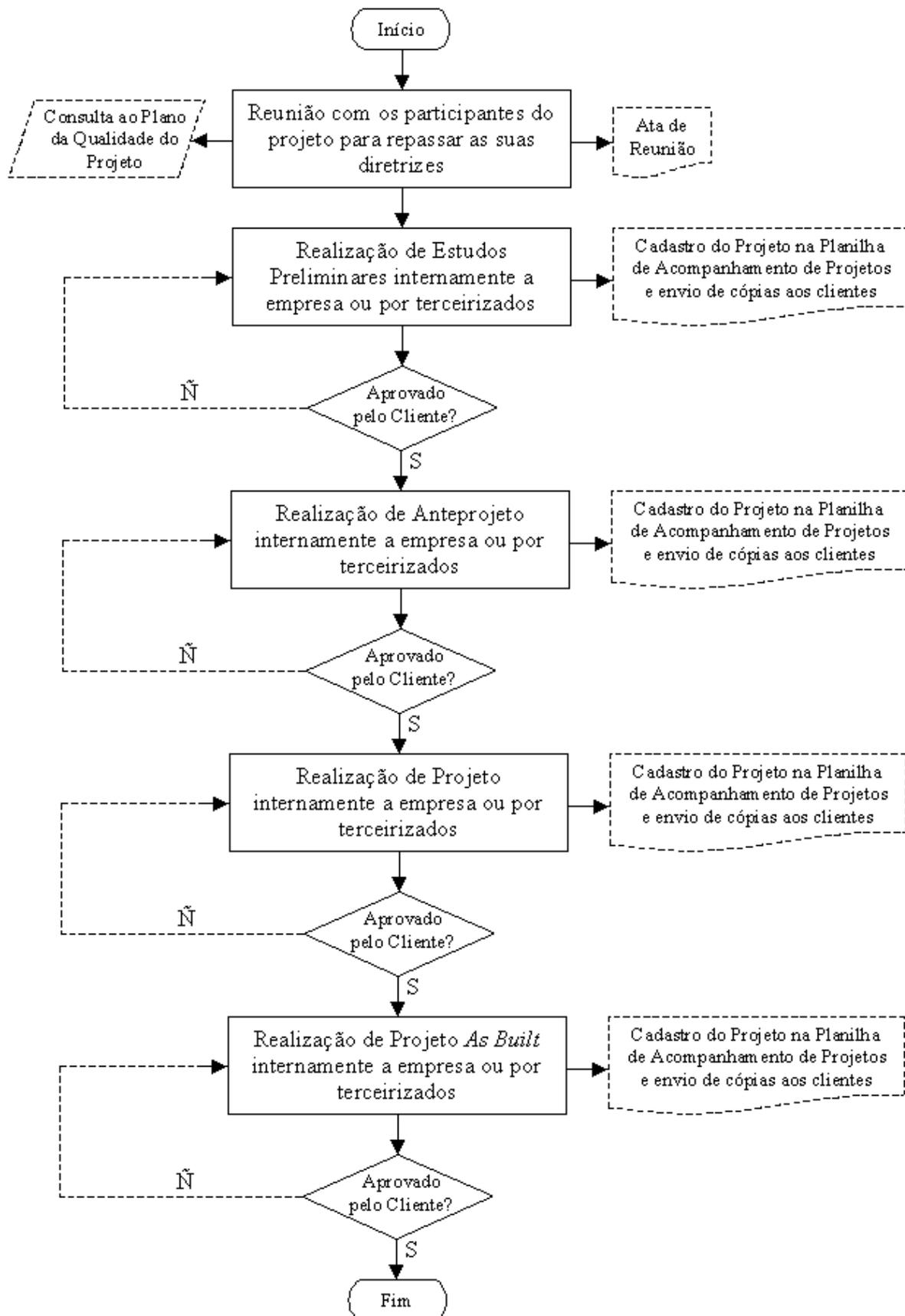
FORM. 16 – Planilha de Verificação de Projetos (Modelo – deve ser adequado ao projeto)

FORM. 17 – Protocolo de Envio e Recebimento de Projetos

#### 6. CONTROLE DE REGISTROS

Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
Ata de Reunião de Projeto FORM. 14	Sala de Projetos	Arquivo em pasta por empreendimento e tipo de projeto	2 anos após a entrega do projeto	Lixo
Planilha de Acompanhamento de Projetos PLAN. 08	Computador da Sala de Projetos (C:\Meus Documentos\...)	Magnético, com <i>back up</i> semanal	Permanente	-
Ficha de Locação de Obra FORM. 15	Sala de Projetos	Arquivo em pasta por empreendimento e tipo de projeto	Até a entrega do projeto	Lixo
Planilha de Verificação de Projetos FORM. 16	Sala de Projetos	Arquivo em pasta por empreendimento e tipo de projeto	Mínimo de 20 anos	Arquivo morto
Protocolo de Envio e Recebimento de Projetos FORM. 17	Sala de Projetos	Arquivo em pasta por empreendimento e tipo de projeto	Até a entrega do projeto	Lixo
Projetos (Memoriais e Plantas) realizados pela empresa	Computador da Sala de Projetos (C:\Meus Documentos\...)	Magnético por empreendimento e tipo de projeto, com <i>back up</i> semanal	Permanente	-
Projetos (Memoriais e Plantas) fornecidos pelo cliente	Sala de Projetos	Arquivo em pasta por empreendimento e tipo de projeto	Mínimo de 20 anos	Arquivo morto

LOGO	<b>PO – Procedimento Operacional</b>					
Processo:	<b>DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS</b>	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Identificação</td> <td style="text-align: center;">Folha nº</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PO. 06/01</td> <td style="text-align: center;">3 / 10</td> </tr> </table>	Identificação	Folha nº	PO. 06/01	3 / 10
Identificação	Folha nº					
PO. 06/01	3 / 10					



**FIGURA 4.01 – Procedimento para Desenvolvimento e Controle de Projetos.**

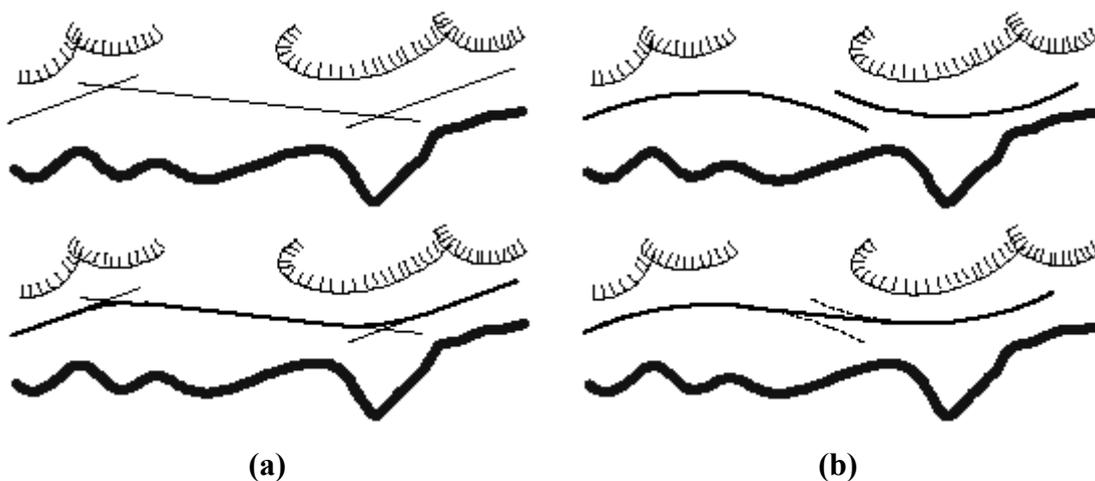
LOGO	<b>PO – Procedimento Operacional</b>					
Processo:	<b>DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">Identificação</td> <td style="text-align: center;">Folha nº</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PO. 06/01</td> <td style="text-align: center;">4 / 10</td> </tr> </table>	Identificação	Folha nº	PO. 06/01	4 / 10
Identificação	Folha nº					
PO. 06/01	4 / 10					

## ANEXO I – Requisitos para a Verificação de Projetos

### Projetos Geométricos

#### 1. Recomendações quanto ao traçado em planta

- Os traçados em planta devem ser constituídos por arcos de circunferência de raios e desenvolvimento tão amplos quanto a topografia permitir, concordados com pequenas tangentes (fig. 1.01-a). Deve-se evitar tangentes longas e curvas de pequenos raios (fig. 1.01-b);



**FIGURA 1.01 – (a) Tangentes longas e curvas de pequeno raio; e (b) Raios longos com tangentes curtas (Fonte: Lee, 2000).**

- Limitações da extensão em tangente:

$$\left\{ \begin{array}{l} L \leq 3km \\ L \leq 2,5 \text{ vezes o comprimento médio das curvas adjacentes.} \\ L \leq \text{distância percorrida por um veículo, durante 1,5 min, na velocidade diretriz.} \end{array} \right.$$

- Os ângulos de deflexão ( $I$ ) devem estar entre  $10^\circ$  e  $35^\circ$ . Para deflexões inferiores a  $5^\circ$ , efetuar concordância, com comprimento de curva maior que  $30 \cdot (10 - I^\circ)$  (m). Deflexões menores que  $15'$  dispensam concordância com curva horizontal;
- Nas extremidades de tangentes longas não devem ser projetadas curvas de pequeno raio;
- Evitar o uso de curvas com raios muito grandes (maiores que 5.000 m, por exemplo);
- Raios de curvas consecutivas não devem sofrer grandes variações, devendo respeitar as relações estabelecidas no gráfico da figura 1.02;
- Duas curvas horizontais de sentidos opostos devem ser concordadas, preferencialmente, com a tangente mínima necessária; e

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>		
Processo:	<b>DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS</b>	<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
		PO. 06/01	5 / 10

- As concordâncias entre duas curvas horizontais de mesmo sentido seguem o seguinte:

\* Concordância com curva composta :

$R_1 \rightarrow$  raio maior

$R_2 \rightarrow$  raio menor

$$R_2 < 100m : R_1/R_2 < 1,3$$

$$100m < R_2 < 500m : R_1/R_2 < 1,5$$

$$500m < R_2 < 1.000m : R_1/R_2 < 1,7$$

$$R_2 > 1.000m : R_1/R_2 < 2,0$$

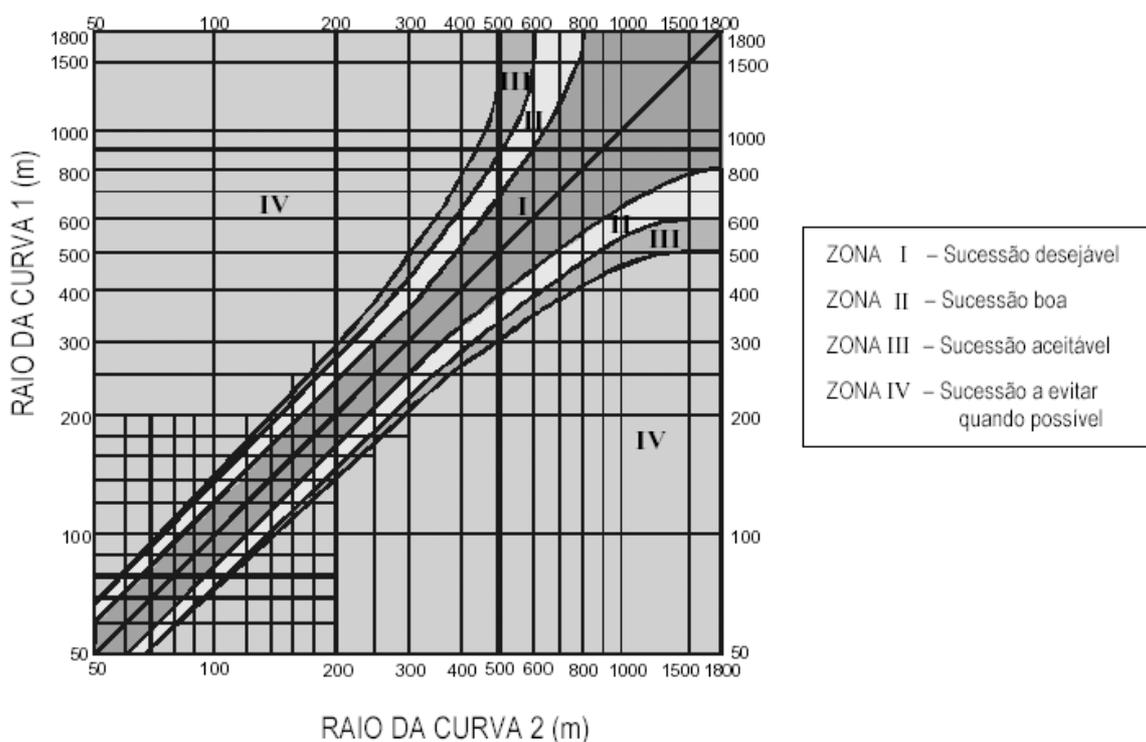
\* Concordância com tangente intermediária :

$L \rightarrow$  comprimento da tangente intermediária

$V \rightarrow$  velocidade diretriz

Onde :  $L >$  distância percorrida por um veículo, durante 15s, na velocidade diretriz, então :

$$L(m) > 4 \cdot V(km / h)$$



**FIGURA 1.02 – Critérios para escolha de raios de curvas sucessivas (Fonte: IPR 706/20, 1999).**

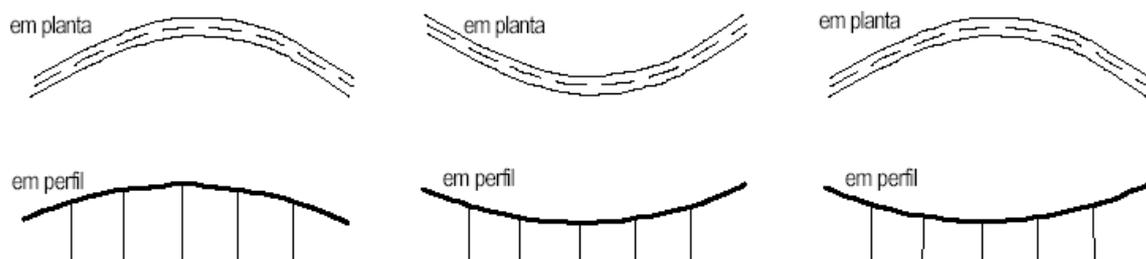
LOGO	<b>PO – Procedimento Operacional</b>		
Processo:	<b>DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS</b>	<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
		PO. 06/01	6 / 10

## 2. Recomendações quanto ao traçado em perfil

- No traçado em perfil do greide deve-se evitar as constantes quebras de alinhamento vertical e os pequenos comprimentos com rampas diferentes;
- A inclinação do greide em trechos em corte ou em seção mista deve ser maior ou igual a 1,000%, por motivos de drenagem. O mínimo permitido é de 0,350% a uma extensão mínima de 30,00 m;
- Nos trechos em corte deve-se evitar concavidades com rampas de sinais contrários, para evitar problemas com drenagem superficial; e
- Em regiões planas, o greide deve ser preferencialmente elevado.

## 3. Recomendações quanto ao traçado coordenado em planta e em perfil

- Tangentes e curvas horizontais de grandes raios não devem estar associadas a rampas elevadas, nem as curvas horizontais de pequenos raios devem estar associadas as rampas pequenas;
- As tangentes longas devem estar associadas à curvas verticais côncavas; e
- O vértice da curva horizontal devem coincidir ou fica próximo ao vértice da curva vertical. A curva horizontal deve iniciar antes da curva vertical. A figura 1.03 apresenta 3 combinações desejadas entre curvas horizontais e verticais.



**FIGURA 1.03 – Coordenação de curvas horizontais e verticais (Fonte: Lee, 2000).**

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>		
Processo:	<b>DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS</b>	<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
		PO. 06/01	7 / 10

#### 4. Características técnicas de Rodovias

Os quadros 1.01 e 1.02 apresentam, respectivamente, características técnicas para projeto de melhoramento e para projeto de rodovias novas.

**Quadro 1.01 – Normas admissíveis para o melhoramento de estradas existentes.**

Características Técnicas	Relevo da Região	Classe da Rodovia			
		M-0	M-I	M-II	M-III/IV
Velocidade Diretriz (km/h)	Plano	100	100	80	60
	Ondulado	80	80	60	40
	Montanhoso	60	60	40	30
Raio Mínimo da Curva Horizontal (m)	Plano	430	340	200	110
	Ondulado	280	200	110	50
	Montanhoso	160	110	50	30
Rampa Máxima (%)	Plano	3	3	3	4
	Ondulado	4	4,5	5	6
	Montanhoso	5	6	7	8
Distância Mínima de Visibilidade de Parada (m)	Plano	150	150	100	75
	Ondulado	100	100	75	50
	Montanhoso	75	75	50	-
Distância Mínima de Visibilidade de Ultrapassagem (m)	Plano	650	650	500	350
	Ondulado	500	500	350	175
	Montanhoso	350	350	175	-
Largura da Pista de Rolamento (m)	Plano	7,5	7,0	7,0	7,0
	Ondulado	7,5	7,0	6,0-7,0	6,0-7,0
	Montanhoso	7,5	7,0	6,0	6,0
Largura do Rolamento Externo (m)	Plano	3,00	2,50	2,00	1,50
	Ondulado	2,50	2,00	1,50	1,20
	Montanhoso	2,00	1,50	1,20	1,00
	Muito montanhoso	1,50	1,00	1,00	0,80
Largura da Faixa de Domínio (m)	Plano	-	60	30	30
	Ondulado	-	70	40	30
	Montanhoso	-	80	50	50

Fonte: Manual de projeto geométrico de rodovias rurais (DNER, 1999, p. 172), citado por Lee (2000).

QUADRO 1.02 – Características técnicas para o projeto de rodovias

Descrição das características técnicas	Unidade	CLASSE 0		CLASSE I		CLASSE II		CLASSE III		CLASSE IV A		CLASSE IV B					
		Plano	Mont	Plano	Mont	Plano	Mont	Plano	Mont	Plano	Mont	Plano	Mont				
Velocidade diretriz mínima	km/h	120	80	100	60	100	70	50	80	60	40	80	60	40	60	40	30
Dist. de visibilidade de parada: Mínima desejável	m	310	140	210	85	210	110	65	140	85	45	140	85	45	85	45	30
	m	205	110	155	75	155	90	60	110	75	45	110	75	45	110	75	30
Dist. mín de vis de ultrapassagem	m	-	-	680 <sup>1</sup>	420 <sup>1</sup>	680	490	350	560	420	270	560	420	270	420	270	180
R. min curva horiz (superel máx)	m	540	210	345	115	375	170	80	230	125	50	230	125	50	125	50	25
Taxa de superelevação máxima	%	10	10	10	10 <sup>2</sup>	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Rampa máxima: Máximo desejado	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	%	3	4	3	4,5	3	5	7	4	6	8	4	6	8	6	10	10
K para curvas vert. convexas: Mínimo desejado	m/%	233	48	107	18	107	29	10	48	18	5	48	18	5	18	5	2
	m/%	102	58	58	14	58	20	9	29	14	5	29	14	5	14	5	2
K para curvas vert. côncavas: Mínimo desejado	m/%	80	32	52	17	52	24	12	32	17	7	32	17	7	17	7	4
	m/%	50	36	36	15	36	19	11	24	15	7	24	15	7	15	7	4
Largura da faixa de trânsito: Mínimo desejado	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	m	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,50	3,30	3,50	3,30	3,30	3,00	3,00	3,00	2,50	2,50	2,50
Larg. do acostamento externo: Mínimo desejado	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	m	3,00	3,00	3,00	2,50	2,50	2,50	2,00	2,50	2,00	1,50	2,50	1,30	1,30	1,00	1,00	0,50
Larg. do acostamento interno: Pistas de 2 faixas	m	0,6-1,2	0,5-0,6	Somente para a Classe IA; aplicam-se os mesmos valores indicados para a Classe 0													
	m	2,5-3,0	2,0-2,5														
	m	3,0	2,5-3,0														
	m	3,0	2,5-3,0														
Gabarito vertical (altura livre): Mínimo desejado	m	-	-	-	-	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50
	m	5,50	5,50	5,50	5,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Afast. mín bordo do acostam.: Obstáculos contínuos	m	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
	m	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Largura do canteiro central: Largura desejável	m	10-18	10-18	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12
	m	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6
Mínimo absoluto	m	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7

<sup>1</sup> Classe IB – <sup>2</sup> Somente para a Classe IA; para a Classe IB, considerar 8%.

Fonte dos dados primários: Manual de projeto geométrico de rodovias rurais (DNER, 1999, p. 161-168), citado por Lee (2000).

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>		
Processo:		<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
<b>DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS</b>		PO. 06/01	9 / 10

<b>Projetos de Pavimentação Asfáltica</b>
---

### 1. Recomendações para Projetos pelo Método do DNER

Deve-se seguir a seguinte classificação dos materiais empregados no pavimento (Pinto, 2002):

a) Subleito:

- Expansão  $\leq 2\%$ ; e
- ISC  $\geq 2\%$ .

b) Materiais para reforço de subleito:

- ISC maior que o do subleito; e
- Expansão  $\leq 1\%$ .

c) Materiais para sub-base:

- ISC  $\geq 20\%$ ;
- IG = 0; e
- Expansão  $\leq 1\%$ .

d) Materiais para base:

- ISC  $\geq 20\%$ ;
- Expansão  $\leq 0,5\%$ ;
- LL  $\leq 25\%$ ; e
- IP  $\leq 6\%$ .

#### QUADRO F.01 – Faixas granulométricas dos materiais de base.

Peneiras	Porcentagem, em peso, passando			
	A	B	C	D
2"	100	100	-	-
1"	-	75-90	100	100
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100
Nº 4	25-55	30-60	35-65	50-85
Nº 10	15-40	20-45	25-50	40-70
Nº 40	8-20	15-30	15-30	25-45
Nº 200	2-8	5-15	5-15	5-20

LOGO	<b>PO – Procedimento Operacional</b>					
Processo:	<b>DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS</b>	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Identificação</b></td> <td style="text-align: center;"><b>Folha n°</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PO. 06/01</td> <td style="text-align: center;">10 / 10</td> </tr> </table>	<b>Identificação</b>	<b>Folha n°</b>	PO. 06/01	10 / 10
<b>Identificação</b>	<b>Folha n°</b>					
PO. 06/01	10 / 10					

**QUADRO F.02 – Os tipos e espessuras mínimas do revestimento betuminoso fixados em função do número  $N$ .**

$N$	Espessuras Mínimas do Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	<b>Tratamentos Superficiais Betuminosos</b>
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Concreto Betuminoso com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto Betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto Betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto Betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: Pinto (2002), pág. 171.

**2. Recomendações para Projetos pelo Método Mecânico**

Segundo Nóbrega (2003), deve-se respeitar os seguintes limites:

- Deflexão máxima admissível no topo do revestimento:

$$\log(\delta_{adm}) = 3,148 - 0,188 \cdot \log(N)$$

- Deformação específica de tração admissível na base da camada de revestimento, já levando-se em consideração o amolgamento da amostra no ensaio ( $N = 10^4 \cdot N_{LAB}$ ):

$$N = 9,07 \cdot 10^{-5} \left( \frac{1}{\epsilon_{Tadm}} \right)^{2,65} \cdot \left( \frac{1}{M_{REV}} \right)^{-0,033}$$

onde  $M_{VER}$  é o módulo de resiliência do revestimento (kgf/cm<sup>2</sup>).

- Tensão vertical de compressão admissível no topo do subleito:

$$\sigma_{vSLadm} = \frac{0,006 \cdot M_{SL}}{(1 + 0,7 \cdot \log N)}$$

onde  $M_{SL}$  é o módulo de resiliência do subleito (kgf/cm<sup>2</sup>).

<b>LOGO</b>	<b>ATA DE REUNIÃO DE PROJETO</b>		<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	
			FORM. 14/01	
			<b>DATA:</b>	
		<b>HORÁRIO:</b>		
<b>PARTICIPANTES</b>				
01		06		
02		07		
03		08		
04		09		
05		10		
<b>ASSUNTOS TRATADOS</b>				
<b>DELIBERAÇÕES</b>				
<b>ASSINATURAS</b>				
01		06		
02		07		
03		08		
04		09		

LOGO	<b>Planilha de Acompanhamento de Projetos</b>	<b>Identificação</b>	<b>Atualização</b>
		PLAN. 08/01	abril/03

Responsável:

**Coordenador de Projetos**

TIPO	CÓDIGO	NOME	ORIGINAL (E)LETRÔNICO OU (P)APEL	VERSÃO	STATUS	ALTERAÇÕES OCORRIDAS	DATA DE ENVIO	NÚMERO DE CÓPIAS ENVIADAS:
GEOMÉTRICO	GEOM-ALT-E000:E050	Planta Altimétrica entre as Estacas 000 e 050	E	1	<b>ATUAL</b>		15/04/03	3
GEOMÉTRICO	GEOM-ALT-E050:E100	Planta Altimétrica entre as Estacas 050 e 100	E	2	<b>ATUAL</b>	Alterado as cotas por erro de locação	15/04/03	3

Logo	Ficha de Locação de Obra			Identificação	N°	
				FORM. 15/01		
Contrato:	Cliente:		Construtora:	Obra:		
NIVELAMENTO GEOMÉTRICO						
Estaca	Sinal	Visada Ré	Plano de Referência	Visada Vante	Cota	Observações
LOCAÇÃO						
Estaca		Alinhamento	Deflexão		Azimute	Observações
Inteira	Intermediária		Parcial	Acumulada		
Croqui:						

Logo	Planilha de Verificação de Projetos		Identificação	Folha
			FORM. 16/01	
Contrato:	Cliente:	Obra:	Trecho:	Data:
<b>PROJETO GEOMÉTRICO</b>		Visto:		
01) Aspectos Gerais do Projeto: Classe da Rodovia = _____ Tipo de terreno = _____		Legenda: S – Sim N – Não (Comente) NA – Não Aplicável (Comente)		
Item de Verificação	Valor adotado no projeto	Atende as Condições Técnicas?	Comente	
Velocidade diretriz mínima	km/h			
Dist. de visibilidade de parada:				
Mínima desejável	m			
Mínimo absoluto	m			
Dist. mín. de visibilidade de ultrapassagem	m			
R. mín. da curva horizontal	m			
Taxa de superelevação máxima	%			
Rampa máxima:				
Máximo desejado	%			
Máximo Absoluto	%			
K para curvas verticais convexas:				
Mínimo desejado	m/%			
Mínimo Absoluto	m/%			
K para curvas verticais côncavas:				
Mínimo desejado	m/%			
Mínimo Absoluto	m/%			
Largura da faixa de trânsito:				
Mínimo desejado	m			
Mínimo Absoluto	m			
Largura do acostamento externo:				
Mínimo desejado	m			
Mínimo Absoluto	m			
Largura do acostamento interno:				
Pistas de 2 faixas	m			
Pistas de 3 faixas	m			
Pistas de 4 faixas	m			
Gabarito vertical (altura livre):				
Mínimo desejado	m			
Mínimo Absoluto	m			
Afast. mín bordo do acostamento:				
Obstáculos contínuos	m			
Obstáculos isolados	m			
Largura do canteiro central:				
Largura desejável	m			
Valor normal	m			
Mínimo absoluto	m			
02) As recomendações quanto ao traçado em planta estão sendo respeitadas em todo o trecho?				
03) As recomendações quanto ao traçado em perfil estão sendo respeitadas em todo o trecho?				
04) As recomendações quanto ao traçado coordenado em planta e perfil estão sendo respeitadas em todo o trecho?				
Avaliações adicionais:				

Logo	Planilha de Verificação de Projetos		Identificação	Folha
			FORM. 16/01	
Contrato:	Cliente:	Obra:	Trecho:	Data:
<b>ESTUDOS DE ENGENHARIA RODOVIÁRIA</b>		Visto:		
01) Aspectos Gerais do Projeto: Tipo de Estudo = _____ Classe da Rodovia = _____ Tipo de terreno = _____		Legenda: <b>S</b> – Sim <b>N</b> – Não (Comente) <b>NA</b> – Não Aplicável (Comente)		
Item de Verificação		Atende as Condições Técnicas?	Comente	
As soluções recomendadas no estudo são compatíveis com a obra a implantar?				
Os quantitativos de serviços previstos no estudo são compatíveis com a necessidade da obra?				
O estudo detalha as especificações a serem seguidas na implantação da obra?				
Estão claras nas especificações do estudo a forma de medição e pagamento dos itens de serviço?				
O estudo prevê medidas de proteção ambiental				
Há necessidades de complementações e detalhamento adicionais aos estudos?				
Há interferências dos serviços de utilidade pública à remanejar?				
A execução da obra irá afetar a infra-estrutura já existente?				
Há indicações de medidas de segurança a serem adotadas durante a execução dos serviços?				
Avaliações adicionais:				

## ERRATA 02

Logo	Planilha de Verificação de Projetos			Identificação	Folha
				FORM. 16/01	
Contrato:	Cliente:	Obra:	Trecho:	Data:	
<b>PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA</b>			Visto:		
01) Aspectos Gerais do Projeto: Classe da Rodovia = _____ Número de repetições do eixo padrão (N) = _____			Legenda: S – Sim N – Não (Comente) NA – Não Aplicável (Comente)		
Projeto pelo Método do DNER					
O projeto atende ao requisitos das especificações do DNER?	Subleito	Reforço de Subleito	Sub-base	Base	Revestimento
ISC					
Expansão					
LL					
IP					
IG					
Granulometria					
Espessura					
Projeto pelo Método Mecânico					
Itens de Verificação			Valor limite	Atende as Condições Técnicas?	
Deflexão máxima admissível no topo do revestimento		$\log(\delta_{adm}) = 3,148 - 0,188 \cdot \log(N)$			
Deformação específica de tração admissível na base da camada de revestimento		$N = 9,07 \cdot 10^{-9} \left( \frac{1}{\epsilon_{Tadm}} \right)^{2,65} \cdot \left( \frac{1}{M_{REV}} \right)^{-0,033}$			
Tensão vertical de compressão admissível no topo do subleito		$\sigma_{vSLadm} = \frac{0,006 \cdot M_{SL}}{1 + 0,7 \cdot \log N}$			
Diferença de tensões de tração e compressão no centro da amostra no ensaio de compressão diametral		$N_{LAB} = 5,63 \cdot 10^5 \left( \frac{1}{\Delta\sigma} \right)^{2,61}$ ( $N = 10^4 \cdot N_{LAB}$ )			
Requisitos avaliados no trecho experimental					
Os requisitos da mistura asfáltica e granulométrica, de regularidade e de deflexão no topo do subleito foram atendidos no estudo do trecho experimental?					
Comente:					
Avaliações adicionais:					

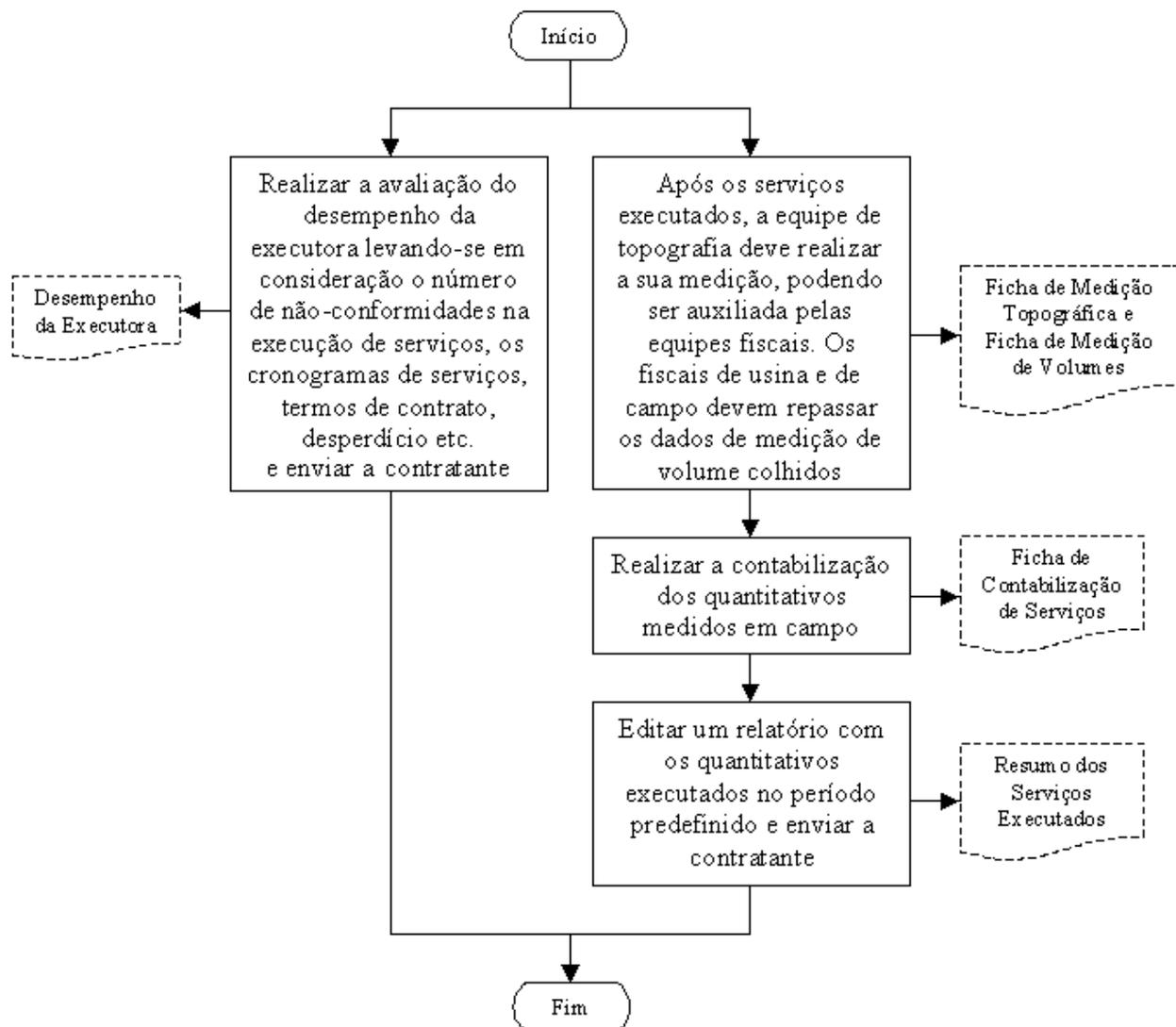
<b>Logo</b>	<b>PROTOCOLO DE ENVIO E RECEBIMENTO DE PROJETOS</b>			<b>Identificação</b>	DATA / /
				FORM. 17/01	<input type="checkbox"/> ENVIO <input type="checkbox"/> SOLICITAÇÃO
<input type="checkbox"/> Geométrico <input type="checkbox"/> Terraplanagem <input type="checkbox"/> Pavimentação <input type="checkbox"/> Drenagem <input type="checkbox"/> Obras de Arte Especiais <input type="checkbox"/> Sinalização <input type="checkbox"/> Outro: _____				Local de envio:	
<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>VERSÃO</b>	<b>MEIO**</b>	<b>Nº DE CÓPIAS</b>	<b>PROJETISTA</b>	<b>NATUREZA DO ENVIO</b>
		( ) E ( ) P			<input type="checkbox"/> Novo Projeto <input type="checkbox"/> Revisão de Projeto <input type="checkbox"/> Solic. / Envio de Cópias
		( ) E ( ) P			<input type="checkbox"/> Novo Projeto <input type="checkbox"/> Revisão de Projeto <input type="checkbox"/> Solic. / Envio de Cópias
		( ) E ( ) P			<input type="checkbox"/> Novo Projeto <input type="checkbox"/> Revisão de Projeto <input type="checkbox"/> Solic. / Envio de Cópias
		( ) E ( ) P			<input type="checkbox"/> Novo Projeto <input type="checkbox"/> Revisão de Projeto <input type="checkbox"/> Solic. / Envio de Cópias
EMITIDO POR:			RECEBIDO POR:		
_____			_____		
NOME – ASSINATURA			NOME – ASSINATURA		
OBSERVAÇÕES:					
** Projeto original recebido do escritório em: E – MEIO ELETRÔNICO P – PLOTADO EM SUFITE OU VEGETAL					

**ANEXO X – Medição de serviços executados, análise do andamento da obra  
e do desempenho da executora**



<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>		
Processo:		<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
<b>EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS ADMINISTRATIVOS EM OBRA</b>		PO. 08/01	2 / 2

Ficha de Contabilização de Serviços FORM. 20	Sala Técnica da Supervisão	Pasta com identificação por data	Até o final da obra	Lixo
Resumo de Serviços Executados FORM. 21	Sala Técnica da Supervisão	Pasta com identificação por data	Até o final da obra	Lixo
	Sala do Diretos Técnico	Pasta com identificação por obra e data	6 meses após o final da obra	Lixo
Desempenho da Executora FORM. 22	Sala Técnica da Supervisão	Pasta com identificação por data	Até o final da obra	Lixo
	Sala do Diretos Técnico	Pasta com identificação por obra e data	6 meses após o final da obra	Lixo



**FIGURA 4.01 – Procedimento para realização dos serviços administrativos em obra.**







<b>Logo</b>	<b>Desempenho da Executora</b>		<b>Identificação</b>	
			FORM. 22/01	
<b>Contrato:</b>		<b>Obra:</b>		
<b>Contratante:</b>		<b>Executora:</b>		<b>Período:</b>
Item Verificado	Resultado obtido	Aprovado?		Observações
		SIM <input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>	
Responsável pela análise:				
_____				
ass				

## **ANEXO XI – Vistoria Final da Obra**

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>		
Processo:		<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
<b>VISTORIA FINAL</b>		PO. 07/01	1 / 2

### 1. OBJETIVO

Descrever as atividades de vistoria final para liberação da obra. Também descreve as atividades de entrega da obra para o cliente.

### 2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Projetos Executivos “as built”;
- Memoriais descritivos; e
- Contratos com fornecedores.

### 3. RESPONSABILIDADES

#### 3.1 – Engenheiro Residente

- Comunicar a finalização da obra ou parte dela a uma Equipe de Assistência Técnica (Fiscais e Engenheiros que não tenham participado da supervisão da obra); e
- Coordenar os serviços de reparos junto a executante em caso de não-conformidades detectadas.

#### 3.2 – Equipe de Assistência Técnica

- Realizar a vistoria final nos trechos definidos; e
- Comunicar a liberação da obra ou parte dela a contratante, quando nenhuma não-conformidade for mais detectada.

### 4. PROCEDIMENTO

O fluxograma da figura 4.01 apresenta o procedimento para a realização da vistoria final de obras supervisionada pela empresa.

### 5. FORMULÁRIOS E MODELOS CORRELATOS

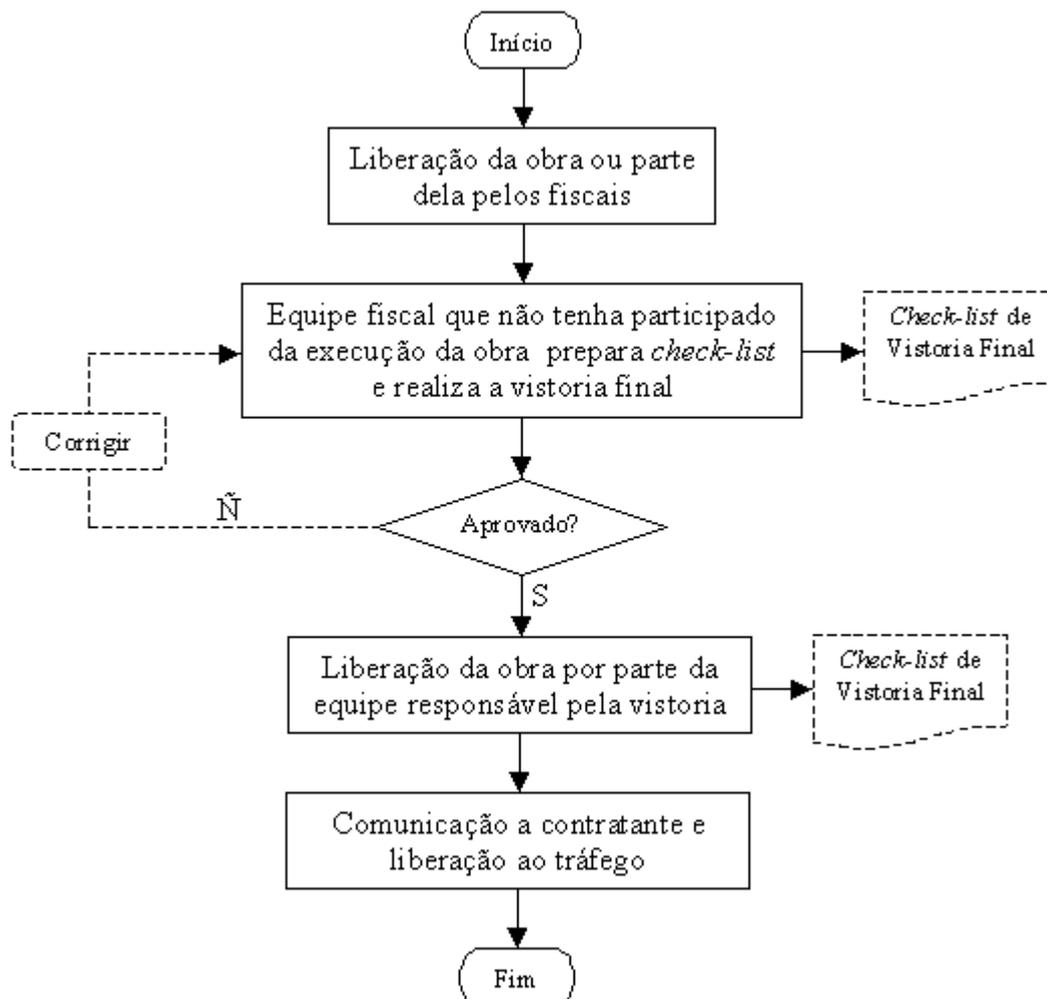
FORM. 18 – *Check-list* de Vistoria Final

### 6. CONTROLE DE REGISTROS

Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
<i>Check-list</i> de Vistoria Final FORM. 18	Sala da Diretoria Técnica	Pasta com identificação por obra	6 meses após a entrega da obra	Lixo

<b>Elaborado/revisado por:</b>  <hr style="width: 80%; margin-left: 0;"/> <p style="text-align: center;">NOME-ASS                      / / Data</p>	<b>Aprovado para uso:</b>  <hr style="width: 80%; margin-left: 0;"/> <p style="text-align: center;">NOME-ASS                      / / Data</p>
---	--

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>		
Processo:	<b>VISTORIA FINAL</b>	<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
		PO. 07/01	2 / 2



**FIGURA 4.01 – Procedimento para realização da vistoria final.**

Logo	<b>Check-list de Vistoria Final</b>			Identificação	
				FORM. 18/01	
<b>Obra:</b>			<b>Trecho:</b>		
<b>Contratante:</b>		<b>Executora:</b>		<b>Contrato:</b>	<b>Data da Vistoria:</b>
Verificação	Resultado obtido	Aprovado?		DISPOSIÇÃO DO PRODUTO NÃO-CONFORME	
Observar os <i>check-list's</i> CIS para verificar se as não-conformidades relativa aos serviços de execução detectadas durante a obra foram realmente tratadas		SIM <input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>		
Avaliação subjetiva quanto ao conforto e à suavidade de rolamento proporcionado pela superfície do pavimento (realizar através das diretrizes descritas na norma DNER-PRO 007/94)					
Avaliar se os aspectos ambientais descritos nas normas de especificação de serviço (ES's) do DNER foram realmente respeitadas no trecho analisado					
Utilizar um controle estatístico para comparar a deflexão no subleito medida pelo equipamento FWD (DNER-PRO 273/96) e a deflexão admissível determinada no projeto da rodovia – AVALIAÇÃO OPCIONAL					
Responsável pela vistoria:					
_____					
ass					

## **ANEXO XII – Verificação dos Serviços Prestados**

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>	
Processo:	<b>VERIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS PRESTADOS</b>	<b>Identificação</b> PO. 09/01
		<b>Folha nº</b> 1 / 2

**1. OBJETIVO**

Descrever as atividades de controle dos processos da empresa, sejam eles atividades de projeto ou supervisão de obras.

**2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA**

- Formulários e procedimentos correlatos aos serviços analisados.

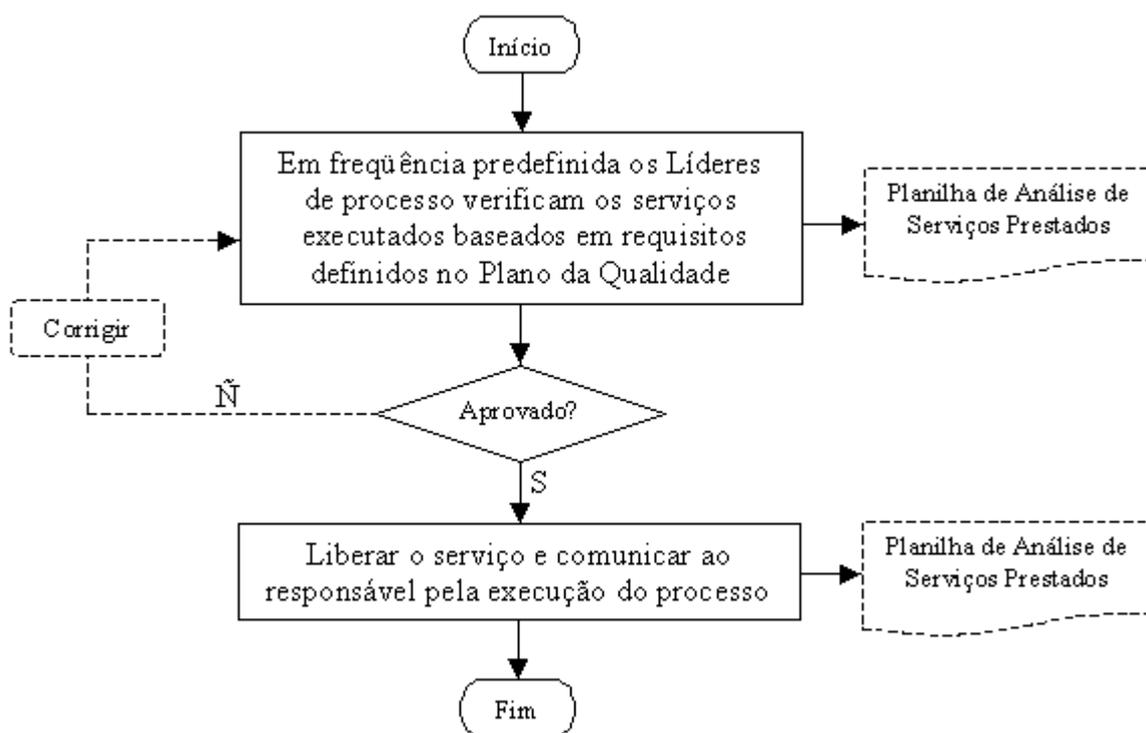
**3. RESPONSABILIDADES**

3.1 – Líder de Processo

- Realizar a verificação dos serviços executados sob sua responsabilidade; e
- Decidir pela liberação ou correção dos serviços realizados.

**4. PROCEDIMENTO**

O fluxograma da figura 4.01 apresenta o procedimento para a verificação dos serviços prestados.



**FIGURA 4.01 – Procedimento para realização da verificação dos serviços prestados.**

<b>Elaborado/revisado por:</b> _____ NOME-ASS	<b>Aprovado para uso:</b> _____ NOME-ASS
____/____/____ Data	____/____/____ Data

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>		
Processo:		<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
<b>VERIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS PRESTADOS</b>		PO. 09/01	2 / 2

## 5. FORMULÁRIOS E MODELOS CORRELATOS

FORM. 23 – Planilha de Análise dos Serviços Prestados

## 6. CONTROLE DE REGISTROS

<b>Identificação</b>	<b>Local do Arquivo</b>	<b>Tipo do arquivo e proteção</b>	<b>Tempo de retenção</b>	<b>Descarte</b>
Planilha de Análise dos Serviços Prestados FORM. 23	Sala do Líder de Processo	Pasta com identificação por data	Até 2 anos após a verificação	Lixo

Logo	Planilha de Análise dos Serviços Prestados		Identificação	
			FORM. 23/01	
Processo Verificado:			Local:	Data:
Item de Verificação	Resultado obtido	Aprovado?		DISPOSIÇÃO DO PRODUTO NÃO-CONFORME
		SIM	NÃO	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Líder de Processo:				
<hr style="width: 20%; margin: auto;"/> ass				

## **ANEXO XIII – Assistência Técnica**

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>					
Processo:	<b>ASSISTÊNCIA PÓS-SERVIÇO</b>	<table border="1"> <tr> <th style="text-align: center;">Identificação</th> <th style="text-align: center;">Folha nº</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PO. 10/01</td> <td style="text-align: center;">1 / 2</td> </tr> </table>	Identificação	Folha nº	PO. 10/01	1 / 2
Identificação	Folha nº					
PO. 10/01	1 / 2					

### 1. OBJETIVO

Descrever as atividades de assistência técnica pós-serviço (projeto ou supervisão de obras), visando o efetivo tratamento das reclamações do cliente quando ao produto e a retroalimentação do sistema da qualidade.

### 2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Projetos executivos com respectivos “as built”;
- Histórico de cada trecho da obra, vistorias finais para liberação da obra e as respectivas datas de ocorrência.

### 3. RESPONSABILIDADES

#### 3.1 – Diretor Técnico

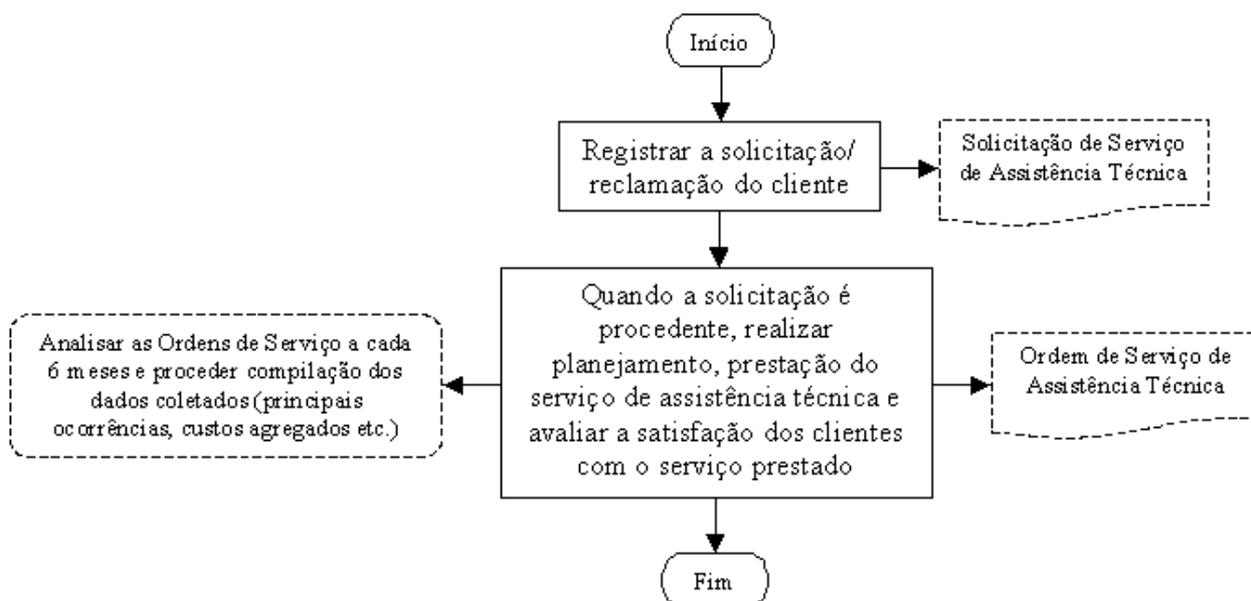
- Receber, registrar e analisar as solicitações de assistência pós-serviço.

#### 3.2 – Líder de Processo

- Realizar os serviços de assistência técnica após a entrega do projeto ou obra; e
- Emitir Relatório de Assistência Técnica.

### 4. PROCEDIMENTO

O fluxograma da figura 4.01 apresenta o procedimento para assistência técnica após a entrega do projeto ou da obra.



**FIGURA 4.01 – Procedimento para realização da assistência pós-serviço.**

<b>Elaborado/revisado por:</b> _____ NOME-ASS	____/____/____ Data	<b>Aprovado para uso:</b> _____ NOME-ASS	____/____/____ Data
---	------------------------	--	------------------------

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>					
Processo:	<b>ASSISTÊNCIA PÓS-SERVIÇO</b>	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Identificação</b></td> <td style="text-align: center;"><b>Folha nº</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PO. 10/01</td> <td style="text-align: center;">2 / 2</td> </tr> </table>	<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>	PO. 10/01	2 / 2
<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>					
PO. 10/01	2 / 2					

## 5. FORMULÁRIOS E MODELOS CORRELATOS

FORM. 24 – Solicitação de Serviços de Assistência Técnica

FORM. 25 – Ordem de Serviços de Assistência Técnica

Modelo de Relatório de Assistência Técnica

## 6. CONTROLE DE REGISTROS

<b>Identificação</b>	<b>Local do Arquivo</b>	<b>Tipo do arquivo e proteção</b>	<b>Tempo de retenção</b>	<b>Descarte</b>
Solicitação de Serviços de Assistência Técnica FORM. 24	Sala do Diretor Técnico	Pasta organizada por empreendimento e data	5 anos após atendimento	Arquivo morto
Ordem de Serviços de Assistência Técnica FORM. 25	Sala do Diretor Técnico	Pasta organizada por empreendimento e data	5 anos após atendimento	Arquivo morto
Relatórios de Assistência Técnica	Sala do Diretor Técnico	Pasta organizada por data	Permanente	-

Logo	Solicitação de Serviços de Assistência Técnica	Identificação	Data
		FORM. 24/01	
Solicitante:			
Telefone para contato:			
Empreendimento:			
Descrição das falhas / problemas			
<hr/>			
Observações			
A solicitação é procedente? _____			
<hr/> <p style="text-align: center;">Diretor Técnico</p>			

<b>Logo</b>	<b>ORDEM DE SERVIÇOS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA - OS</b>	<b>Identificação</b>	<b>Nº da OS:</b>
		FORM. 25/01	

Empreendimento:	Unidade:
-----------------	----------

Cliente:	Telefone para contato:
----------	------------------------

DESCRIÇÃO DAS CORREÇÕES A REALIZAR:

PESSOAL PREVISTO PARA EXECUTAR AS CORREÇÕES:

Líder de Processo _____ nome/ass	Data de início: ____/____/____ data	Data de Término: ____/____/____
--	---	------------------------------------

**TERMO DE ACEITAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA**

Pelo presente termo, aceito os serviços prestados pela empresa \_\_\_\_\_ para correção das falhas apontadas acima, nada mais tendo a reclamar sobre os mesmos.

Nome da cidade, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 199\_\_

\_\_\_\_\_  
Cliente ou seu representante

**Avaliação dos Serviços de Assistência Técnica**

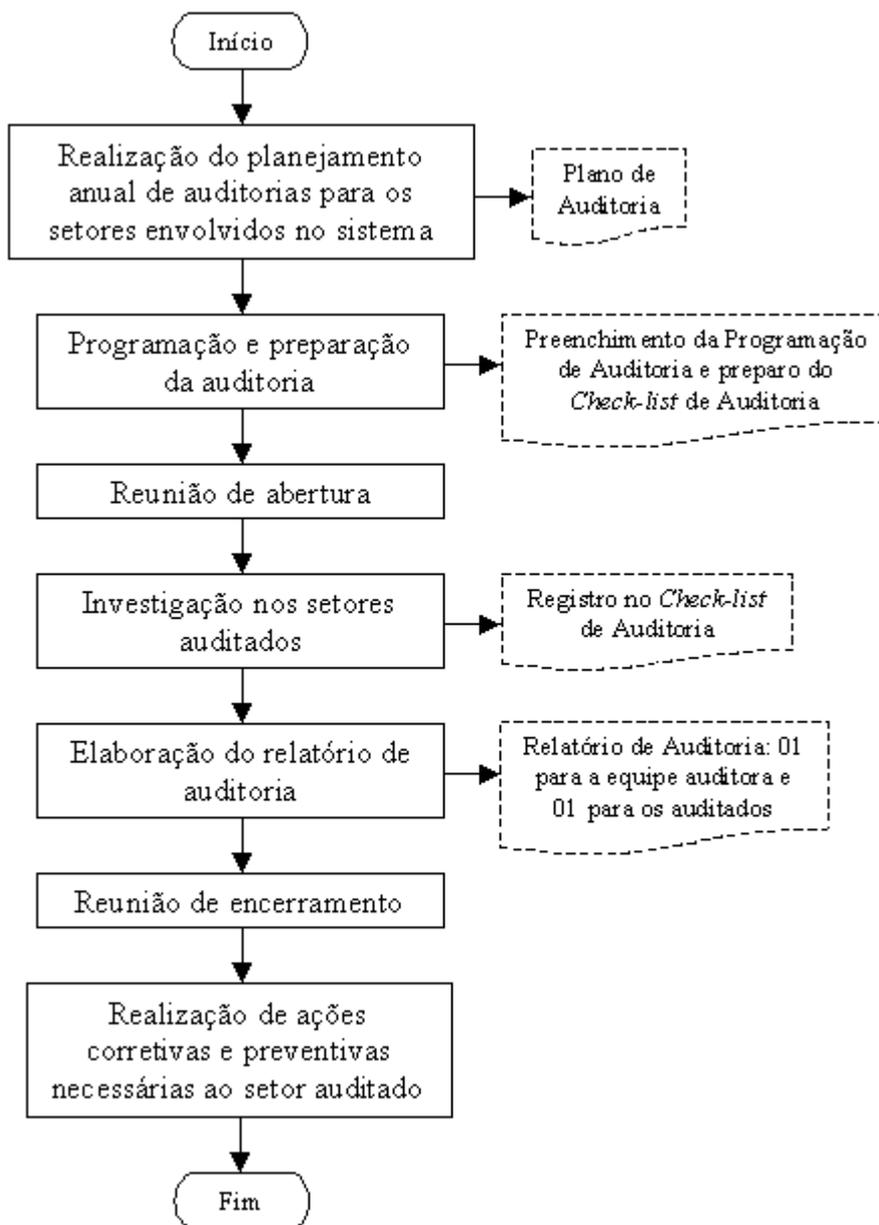
	BOM	MÉDIO	RUIM
▪ <i>Atendimento</i>			
▪ <i>Qualidade do serviço prestado</i>			
▪ <i>Comportamento da equipe operacional</i>			
▪ <i>Tempo para solução do problema</i>			



## **ANEXO XIV – Auditorias Internas da Qualidade**



LOGO	<b>PO – Procedimento Operacional</b>					
Processo:	<b>AUDITORIAS INTERNAS</b>	<table border="1"> <tr> <th style="text-align: center;">Identificação</th> <th style="text-align: center;">Folha nº</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PO. 11/01</td> <td style="text-align: center;">2 / 2</td> </tr> </table>	Identificação	Folha nº	PO. 11/01	2 / 2
Identificação	Folha nº					
PO. 11/01	2 / 2					



**FIGURA 4.01 – Procedimento para realização de auditorias internas da qualidade.**

Logo	<b>PLANO DE AUDITORIA</b>		Data		Representante da direção		Identificação		Folha							
			___/___/___				FORM. 26/01		___/___							
Setor Auditado	Requisito a ser verificado		Mês												Equipe	
			Janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro		
		P														
		R														
		P														
		R														
		P														
		R														
		P														
		R														
		P														
		R														
		P														
		R														
		P														
		R														
		P														
		R														

Legenda: P – Previsto R – Realizado





LOGO	<b>RELATÓRIO DE AUDITORIA</b>	Identificação	
		FORM. 29/01	AUDITORIA Nº
	TIPO DE AUDITORIA:	DATA DE INÍCIO: ___ / ___ / ___	FOLHA ___ / ___
DURAÇÃO:			
<b>1. OBJETIVO E ESCOPO DA AUDITORIA</b>			
<b>2. EQUIPE AUDITORA</b>			
Nome:		Assinatura:	
<b>3. DESCRIÇÃO DAS NÃO-CONFORMIDADES ENCONTRADAS</b>			
<b>4. OBSERVAÇÕES A SEREM CONSIDERADAS</b>			
<b>5. CONCLUSÕES</b>			
<b>Auditor Líder:</b>		<b>Representante da direção</b>	

## **ANEXO XV – Análise da Satisfação dos Clientes**

<b>LOGO</b>	<b>PO – Procedimento Operacional</b>		
Processo:		<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>
<b>AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO DOS CLIENTES</b>		PO. 12/01	1 / 2

### 1. OBJETIVO

Descrever o processo de avaliação da satisfação de clientes com relação ao atendimento e à qualidade dos produtos e serviços, assim como retroalimentar o Sistema de Gestão da Qualidade.

### 2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Não há.

### 3. RESPONSABILIDADES

3.1 – Coordenador de Projeto e/ou Engenheiro Residente

- Providenciar o envio da avaliação no período definido; e
- Organizar os dados coletados da pesquisa

### 4. PROCEDIMENTO

O fluxograma da figura 4.01 apresenta o procedimento para realização de avaliação da satisfação dos clientes da empresa, através de dois procedimentos, durante a realização do produto ou prestação do serviço e a 6 meses após o produto está exposto aos usuários finais.

### 5. FORMULÁRIOS E MODELOS CORRELATOS

FORM. 30 – Avaliação dos Clientes (Durante a Prestação de Serviços)

FORM. 31 – Avaliação dos Clientes (Após a Prestação de Serviços)

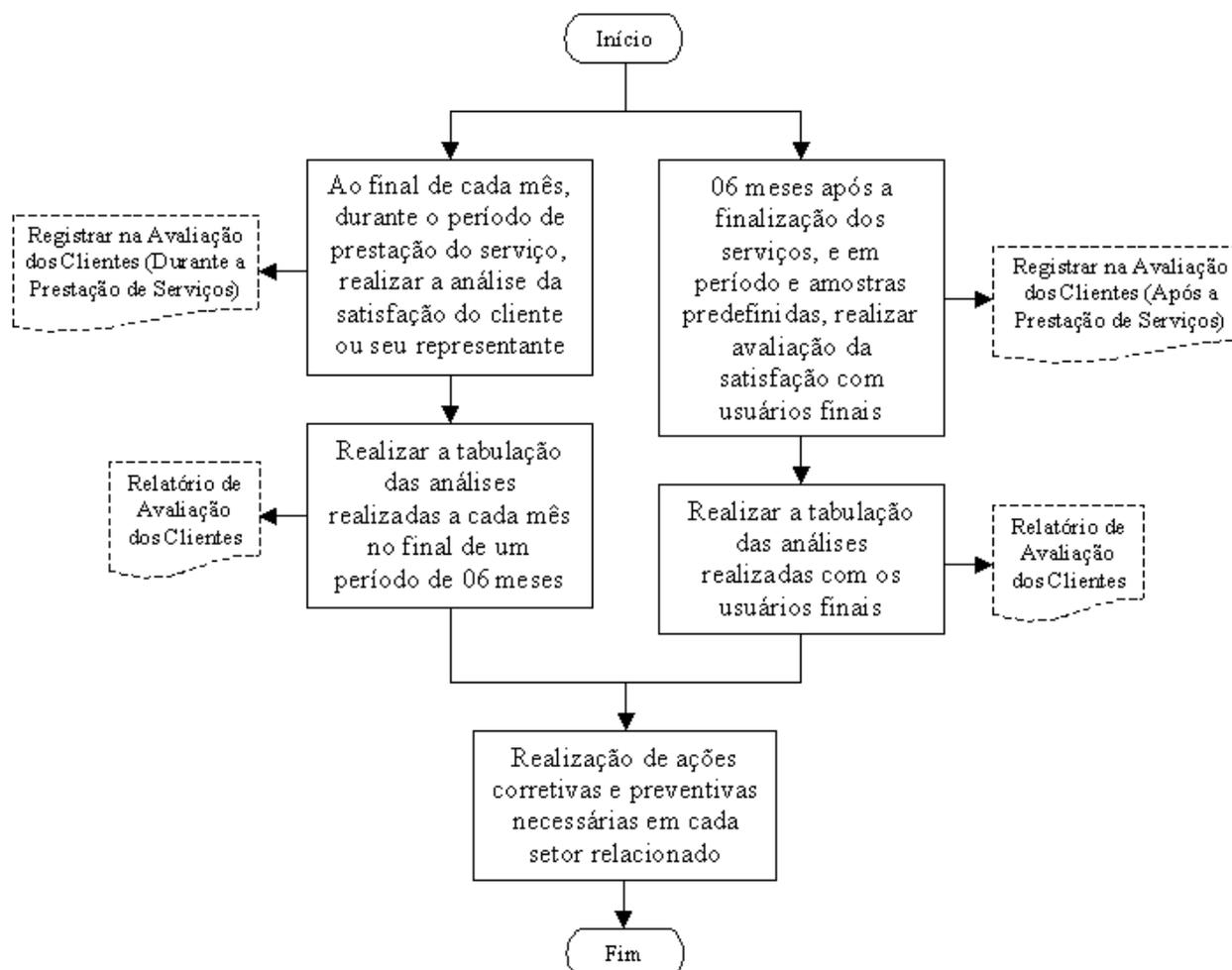
Modelo de Relatório de Avaliação dos Clientes

### 6. CONTROLE DE REGISTROS

Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
Avaliação dos Clientes (Durante a Prestação de Serviços) FORM. 30	Sala do Representante da Direção	Pasta com identificação por empreendimento	1 ano após elaboração do relatório do auditoria	Lixo
Avaliação dos Clientes (Após a Prestação de Serviços) FORM. 31				
Relatório de Auditoria FORM. 30	Sala do Representante da Direção	Pasta com identificação por data	Permanente	-

<b>Elaborado/revisado por:</b> _____ NOME-ASS                      / / Data	<b>Aprovado para uso:</b> _____ NOME-ASS                      / / Data
--	---

LOGO	<b>PO – Procedimento Operacional</b>					
Processo:	<b>AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO DOS CLIENTES</b>	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Identificação</b></td> <td style="text-align: center;"><b>Folha nº</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PO. 12/01</td> <td style="text-align: center;">2 / 2</td> </tr> </table>	<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>	PO. 12/01	2 / 2
<b>Identificação</b>	<b>Folha nº</b>					
PO. 12/01	2 / 2					



**FIGURA 4.01 – Procedimento para realização da avaliação da satisfação dos clientes durante e após a finalização dos serviços.**





## **ANEXO XVI – Verificação de Serviços em Obra**

<b>Logo</b>	<b>CIS – Certificado de Inspeção de Serviço</b>	Obra:	Serviço:						Estaqueamento								
			Localização – pista						EST.                      À EST.								
Identificação		Local do Arquivo		Tipo do arquivo e proteção				Tempo de retenção				Descarte					
Localização – pista CIS. 001/01		Sala da fiscalização		Pasta de arquivo por ordem seqüencial de estacas				Até o final da obra				Lixo					
			Área →														
Item de inspeção		Método de verificação		Tolerância													
<b>Fixação dos piquetes</b>		Os piquetes devem estar bem fixados de modo a evitar movimentação quando na execução dos serviços posteriores		-													
<b>Nivelamento</b>		Verificar a localização dos níveis dos piquetes por contranivelamento, utilizando-se de levantamento topográfico		± 5cm/km													
<b>Eixos e Bordos</b>		Verificar as cotas e bordos da pista em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico		± 10% da espessura de projeto													
<b>Largura da plataforma</b>		Verificar a largura da plataforma da pista em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico		± 10cm com relação ao projeto													
Legenda		Ainda Não Inspeccionado		Insp. ou Reinspeccionado e Aprovado				Reprovado									
		Em branco		A				R									
<b>Ocorrência de não conformidade e tratamento</b>																	
Nº		Descrição do problema				Solução proposta (Disposição)								Reinspeção			
Inspeccionado por:								Data de abertura da CIS:				Data de fechamento da CIS:					
								____/____/____				____/____/____					

<b>Logo</b>	<b>CIS – Certificado de Inspeção de Serviço</b>	Obra:	Serviço:						Estaqueamento						
			Cortes (DNER-ES-280/97)						EST.                    À EST.						
Identificação		Local do Arquivo		Tipo do arquivo e proteção				Tempo de retenção				Descarte			
Cortes CIS. 280/01		Sala da fiscalização		Pasta de arquivo por ordem seqüencial de estacas				Até o final da obra				Lixo			
				Área →											
Item de inspeção	Método de verificação	Tolerância													
<b>Eixo e Bordos</b>	Verificar os eixos e bordos em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Solo: ±5 cm Rocha: ±10 cm													
<b>Largura</b>	Verificar a largura para cada semi-plataforma em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	+ 20cm													
<b>Aspecto Geral</b>	Verificar visualmente o acabamento das superfícies, atentando para que estejam desempenadas, sem depressões ou saliências	-													
Legenda	Ainda Não Inspeccionado		Insp. ou Reinspeccionado e Aprovado						Reprovado						
	Em branco		A						R						
<b>Ocorrência de não conformidade e tratamento</b>															
Nº	Descrição do problema				Solução proposta (Disposição)								Reinspeção		
Inspeccionado por:									Data de abertura da CIS:			Data de fechamento da CIS:			
									_____/_____/____			_____/_____/____			

<b>Logo</b>	<b>CIS – Certificado de Inspeção de Serviço</b>	Obra:	Serviço:						Estaqueamento					
			Empréstimo (DNER-ES-281/97)						EST.      À EST.					
Identificação		Local do Arquivo		Tipo do arquivo e proteção				Tempo de retenção				Descarte		
Empréstimo CIS. 281/01		Sala da fiscalização		Pasta de arquivo por ordem seqüencial de estacas				Até o final da obra				Lixo		
			Área →											
Item de inspeção	Método de verificação		Tolerância											
<b>Condições de início</b>	Verificar se a camada vegetal foi realmente removida de maneira a não contaminar o material utilizado.		-											
<b>Cotas e Bordos</b>	Verificar as cotas e bordos do empréstimo em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico		± 10cm											
<b>Largura do empréstimo</b>	Verificar a largura da área do empréstimo em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico		+ 30cm											
<b>Aspecto Final</b>	Verificar visualmente o acabamento e recobrimento da área de empréstimo, checando a existência de depressões que propiciem a erosão		-											
Legenda	Ainda Não Inspeccionado		Insp. ou Reinspeccionado e Aprovado				Reprovado							
	Em branco		A				R							
<b>Ocorrência de não conformidade e tratamento</b>														
N°	Descrição do problema				Solução proposta (Disposição)						Reinspeção			
Inspeccionado por:							Data de abertura da CIS:			Data de fechamento da CIS:				
							_____/_____/____			_____/_____/____				

<b>Logo</b>	<b>CIS – Certificado de Inspeção de Serviço</b>		Obra:		Serviço:				Estaqueamento				
					Aterros (DNER-ES-282/97)				EST.          À EST.				
Identificação		Local do Arquivo		Tipo do arquivo e proteção				Tempo de retenção				Descarte	
Aterros CIS. 282/01		Sala da fiscalização		Pasta de arquivo por ordem seqüencial de estacas				Até o final da obra				Lixo	
				Área →									
<b>Item de inspeção</b>		<b>Método de verificação</b>		<b>Tolerância</b>									
<b>Teor de Umidade do Corpo do Aterro</b>		Coletar uma amostra, à profundidade de 20 cm, de acordo com o lote analisado e determinar o teor de umidade ( $H_{ot}$ ) (DNER-ME 052)		Argilosos Hot $\pm 2\%$									
<b>Grau de Compactação do Corpo do Aterro</b>		Coletar amostras, de acordo com o lote analisado, p/ determinação de massa específica “in situ” (DNER-ME 092) e calcular o GC		GC $\geq 95\%$									
<b>Medidas de deflexão</b>		Após o término da compressão, em locais aleatórios e de acordo com o risco de rejeitar um serviço de boa qualidade, efetuar medidas de deflexão sobre a camada ainda úmida dos segmentos concluídos (DNER-ME 024)		Menor que o de projeto para o topo da camada									
<b>Teor de Umidade das Três últimas camadas</b>		Coletar uma amostra, à profundidade de 20 cm, de acordo com o lote analisado e determinar o teor de umidade ( $H_{ot}$ ) (DNER-ME 052)		H ot $\pm 2\%$									
<b>Grau de Compactação das Três últimas camadas</b>		Coletar amostras, de acordo com o lote analisado, p/ determinação de massa específica “in situ” (DNER-ME 092) e calcular o GC		GC $\geq 100\%$									
<b>Eixos e Bordos</b>		Verificar as cotas e bordos do aterro em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico		$\pm 4\text{cm}$									
<b>Largura do Aterro</b>		Verificar a largura do aterro em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico		+ 30cm									
<b>Aspecto Geral</b>		Verificar visualmente o acabamento das superfícies da plataforma e talude, atentando para que estejam desempenadas, sem depressões ou saliências		-									
<b>Legenda</b>	Ainda Não Inspeccionado		Insp. ou Reinspeccionado e Aprovado				Reprovado						
	Em branco		A				R						
<b>Ocorrência de não conformidade e tratamento</b>													
<b>Nº</b>	<b>Descrição do problema</b>			<b>Solução proposta (Disposição)</b>						<b>Reinspeção</b>			
Inspeccionado por:						Data de abertura da CIS:			Data de fechamento da CIS:				
						____/____/____			____/____/____				

<b>Logo</b>	<b>CIS – Certificado de Inspeção de Serviço</b>		Obra:		Serviço:				Estaqueamento														
					Regularização do Subleito (DNER-ES-299/97)				EST.                    À    EST.														
Identificação			Local do Arquivo		Tipo do arquivo e proteção				Tempo de retenção				Descarte										
Regularização do Subleito CIS. 299/01			Sala da fiscalização		Pasta de arquivo por ordem seqüencial de estacas				Até o final da obra				Lixo										
												Área →											
Item de inspeção		Método de verificação				Tolerância																	
<b>Teor de Umidade da regularização</b>		Coletar uma amostra para cada 100 m de pista Determinar o teor de umidade da amostra da camada conforme DNER-ME 052 “HOT” é o teor de umidade				Argilosos Hot ± 2%																	
<b>Grau de Compactação da regularização</b>		Coletar 01 amostra para cada 400m <sup>3</sup> não coletando menos de 05 amostras. Proceder o ensaio conforme DNER-ME 092				GC ≥ 100%																	
<b>Verificação prática Final</b>		Um rolo de pneus, com o peso mínimo de 20 t e pressão de inflação de 5,6 kgf/cm <sup>2</sup> (80 lb/pol <sup>2</sup> ) deslocar-se-á longitudinalmente a uma velocidade situada no entorno de 3 km/h, ao longo da posição correspondente à futura trilha de roda externa, em cada uma das faixas de tráfego. Verificar visualmente: deficiências, deformações, rupturas etc.				-																	
<b>Medidas de deflexão</b>		Após o término da compressão, em locais aleatórios e de acordo com o risco de rejeitar um serviço de boa qualidade, efetuar medidas de deflexão sobre a camada ainda úmida dos segmentos concluídos (DNER-ME 024)				Menor que o de projeto para o topo da camada																	
<b>Largura</b>		Verificar a largura da plataforma em relação ao definido em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico				± 10 cm																	
<b>Cotas e bordos</b>		Verificar as cotas e bordos em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico				± 3 cm																	
<b>Flecha de abaulamento</b>		Verificar a flecha de abaulamento em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico				+ 20% sem falta																	
<b>Legenda</b>		Ainda Não Inspeccionado			Insp. ou Reinspeccionado e Aprovado				Reprovado														
		Em branco			A				R														
<b>Ocorrência de não conformidade e tratamento</b>																							
Nº		Descrição do problema				Solução proposta (Disposição)								Reinspeção									
Inspeccionado por:									Data de abertura da CIS:				Data de fechamento da CIS:										
									____/____/____				____/____/____										

<b>Logo</b>	<b>CIS – Certificado de Inspeção de Serviço</b>		Obra:		Serviço:				Estaqueamento						
					Reforço do Subleito (DNER-ES-300/97)				EST.		À EST.				
Identificação		Local do Arquivo		Tipo do arquivo e proteção				Tempo de retenção				Descarte			
Reforço do Subleito CIS. 300/01		Sala da fiscalização		Pasta de arquivo por ordem seqüencial de estacas				Até o final da obra				Lixo			
				Área →											
<b>Item de inspeção</b>		<b>Método de verificação</b>		<b>Tolerância</b>											
<b>Teor de Umidade da regularização</b>		Coletar uma amostra para cada 100 m de pista Determinar o teor de umidade da amostra da camada conforme DNER-ME 052 “HOT” é o teor de umidade		Argilosos Hot ± 2%											
<b>Grau de Compactação da regularização</b>		Coletar 01 amostra para cada 100 m de pista em locais aleatórios (por camada) não coletando menos de 05 amostras. Proceder o ensaio conforme DNER-ME 092		GC ≥ 100%											
<b>Medidas de deflexão</b>		Após o término da compressão, em locais aleatórios e de acordo com o risco de rejeitar um serviço de boa qualidade, efetuar medidas de deflexão sobre a camada ainda úmida dos segmentos concluídos (DNER-ME 024)		Menor que o de projeto para o topo da camada											
<b>Largura</b>		Verificar a largura da plataforma em relação ao definido em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico		± 10 cm											
<b>Cotas e bordos</b>		Verificar as cotas e bordos em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico		± 10 % da espessura de projeto											
<b>Flecha de abaulamento</b>		Verificar a flecha de abaulamento em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico		+ 20% sem falta											
<b>Legenda</b>		Ainda Não Inspeccionado		Insp. ou Reinspeccionado e Aprovado				Reprovado							
		Em branco		A				R							
<b>Ocorrência de não conformidade e tratamento</b>															
Nº	Descrição do problema			Solução proposta (Disposição)							Reinspeção				
Inspeccionado por:								Data de abertura da CIS:				Data de fechamento da CIS:			
								____/____/____				____/____/____			

<b>Logo</b>	<b>CIS – Certificado de Inspeção de Serviço</b>	Obra:	Serviço:						Estaqueamento																	
			Sub-base estabilizada granulometricamente (DNER-ES-301/97)						EST.                    À EST.																	
Identificação		Local do Arquivo		Tipo do arquivo e proteção				Tempo de retenção				Descarte														
Sub-base estabilizada granulometricamente CIS. 301/01		Sala da fiscalização		Pasta de arquivo por ordem seqüencial de estacas				Até o final da obra				Lixo														
													Área →													
<b>Item de inspeção</b>		<b>Método de verificação</b>				<b>Tolerância</b>																				
<b>Teor de Umidade da regularização</b>		Coletar uma amostra para cada 100 m de pista Determinar o teor de umidade da amostra da camada conforme DNER-ME 052 “HOT” é o teor de umidade				Argilosos Hot ± 2%																				
<b>Grau de Compactação da regularização</b>		Coletar 01 amostra para cada 100 m de pista em locais aleatórios (por camada) não coletando menos de 05 amostras. Proceder o ensaio conforme DNER-ME 092				GC ≥ 100%																				
<b>Medidas de deflexão</b>		Após o término da compressão, em locais aleatórios e de acordo com o risco de rejeitar um serviço de boa qualidade, efetuar medidas de deflexão sobre a sub-base ainda úmida dos segmentos concluídos (DNER-ME 024)				Menor que o de projeto para o topo da camada																				
<b>Largura</b>		Verificar a largura da plataforma em relação ao definido em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico				± 10 cm																				
<b>Cotas e bordos</b>		Verificar as cotas e bordos em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico				± 10 % da espessura de projeto																				
<b>Flecha de abaulamento</b>		Verificar a flecha de abaulamento em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico				+ 20% sem falta																				
<b>Legenda</b>		Ainda Não Inspeccionado		Insp. ou Reinspeccionado e Aprovado						Reprovado																
		Em branco		A						R																
<b>Ocorrência de não conformidade e tratamento</b>																										
<b>Nº</b>		<b>Descrição do problema</b>						<b>Solução proposta (Disposição)</b>										<b>Reinspeção</b>								
Inspeccionado por:												Data de abertura da CIS:						Data de fechamento da CIS:								
												____/____/____						____/____/____								

<b>Logo</b>	<b>CIS – Certificado de Inspeção de Serviço</b>	Obra:	Serviço:						Estaqueamento																	
			Base estabilizada granulometricamente (DNER-ES-303/97)						EST.                      À EST.																	
Identificação		Local do Arquivo		Tipo do arquivo e proteção				Tempo de retenção				Descarte														
Base estabilizada granulometricamente CIS. 303/01		Sala da fiscalização		Pasta de arquivo por ordem seqüencial de estacas				Até o final da obra				Lixo														
													Área →													
<b>Item de inspeção</b>		<b>Método de verificação</b>				<b>Tolerância</b>																				
<b>Teor de Umidade da regularização</b>		Coletar uma amostra para cada 100 m de pista Determinar o teor de umidade da amostra da camada conforme DNER-ME 052 “HOT” é o teor de umidade				Argilosos Hot ± 2%																				
<b>Grau de Compactação da regularização</b>		Coletar 01 amostra para cada 100 m de pista em locais aleatórios (por camada) não coletando menos de 05 amostras. Proceder o ensaio conforme DNER-ME 092				GC ≥ 100%																				
<b>Medidas de deflexão</b>		Após o término da compressão, em locais aleatórios e de acordo com o risco de rejeitar um serviço de boa qualidade, efetuar medidas de deflexão sobre a base ainda úmida dos segmentos concluídos (DNER-ME 024)				Menor que o de projeto para o topo da camada																				
<b>Largura</b>		Verificar a largura da plataforma em relação ao definido em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico				± 10 cm																				
<b>Cotas e bordos</b>		Verificar as cotas e bordos em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico				± 10 % da espessura de projeto																				
<b>Flecha de abaulamento</b>		Verificar a flecha de abaulamento em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico				+ 20% sem falta																				
<b>Legenda</b>		Ainda Não Inspeccionado		Insp. ou Reinspeccionado e Aprovado						Reprovado																
		Em branco		A						R																
<b>Ocorrência de não conformidade e tratamento</b>																										
<b>Nº</b>		<b>Descrição do problema</b>				<b>Solução proposta (Disposição)</b>										<b>Reinspeção</b>										
Inspeccionado por:										Data de abertura da CIS:						Data de fechamento da CIS:										
										____/____/____						____/____/____										

<b>Logo</b>	<b>CIS – Certificado de Inspeção de Serviço</b>	Obra:	Serviço:						Estaqueamento					
			Imprimação (DNER-ES-306/97)						EST.                      À EST.					
Identificação		Local do Arquivo		Tipo do arquivo e proteção				Tempo de retenção				Descarte		
Imprimação CIS. 306/01		Sala da fiscalização		Pasta de arquivo por ordem seqüencial de estacas				Até o final da obra				Lixo		
			Área →											
Item de inspeção	Método de verificação		Tolerância											
<b>Temperatura do Ligante Betuminoso</b>	Deve ser medida no caminhão distribuidor imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz ao intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade x temperatura		± 1 ° C em relação ao determinado											
<b>Taxa de Aplicação (T)</b>	Aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de peso e área conhecidos na pista onde está sendo feita a aplicação. Por intermédio de pesagens, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade de ligante betuminoso aplicado. Deverá ser feito um número mínimo de 5 determinações de T para áreas de até 4000 m <sup>2</sup>		± 0,2 l/m <sup>2</sup> . em relação a definida pelo projeto											
Legenda	Ainda Não Inspeccionado		Insp. ou Reinspeccionado e Aprovado				Reprovado							
	Em branco		A				R							
<b>Ocorrência de não conformidade e tratamento</b>														
Nº	Descrição do problema				Solução proposta (Disposição)						Reinspeção			
Inspeccionado por:							Data de abertura da CIS:				Data de fechamento da CIS:			
							_____ / _____ / _____				_____ / _____ / _____			

<b>Logo</b>	<b>CIS – Certificado de Inspeção de Serviço</b>	Obra:	Serviço:				Estaqueamento						
			Pintura de Ligação (DNER-ES-307/97)				EST.                    À EST.						
Identificação		Local do Arquivo		Tipo do arquivo e proteção				Tempo de retenção				Descarte	
Pintura de Ligação CIS. 307/01		Sala da fiscalização		Pasta de arquivo por ordem seqüencial de estacas				Até o final da obra				Lixo	
		Área →											
Item de inspeção	Método de verificação	Tolerância											
<b>Temperatura do Ligante Betuminoso</b>	Deve ser medida no caminhão distribuidor imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz ao intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade x temperatura.	± 1 ° C em relação ao determinado											
<b>Taxa de Aplicação (T)</b>	Aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de peso e área conhecidos na pista onde está sendo feita a aplicação. Por intermédio de pesagens, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade de ligante betuminoso aplicado. Deverá ser feito um número mínimo de 5 determinações de T para áreas de até 4000 m <sup>2</sup> .	± 0,2 l/m <sup>2</sup> . em relação a definida pelo projeto											
Legenda	Ainda Não Inspeccionado		Insp. ou Reinspeccionado e Aprovado				Reprovado						
	Em branco		A				R						
<b>Ocorrência de não conformidade e tratamento</b>													
Nº	Descrição do problema				Solução proposta (Disposição)						Reinspeção		
Inspeccionado por:								Data de abertura da CIS:			Data de fechamento da CIS:		
								_____ / _____ / _____			_____ / _____ / _____		

<b>Logo</b>	<b>CIS – Certificado de Inspeção de Serviço</b>		Obra:	Serviço:	Estaqueamento				
				Concreto Betuminoso (DNER-ES-313/97)	EST.	À	EST.		
Identificação		Local do Arquivo		Tipo do arquivo e proteção		Tempo de retenção		Descarte	
Concreto Betuminoso CIS. 313/01		Sala da fiscalização		Pasta de arquivo por ordem seqüencial de estacas		Até o final da obra		Lixo	
				Área →					
Item de inspeção	Método de verificação	Tolerância							
<b>Temperatura da mistura</b>	Verificar a temperatura do material, utilizando-se de um termômetro, durante o espalhamento e antes da compactação	± 5 °C em relação a definida							
<b>Grau de Compressão</b>	Através da medição da densidade de corpo-de-prova extraído aleatoriamente da mistura comprimida a cada 200 m de pista, por meio de brocas rotativas, medir sua densidade aparente. Conforme DNER-ME 053/94	≥ 97% em relação a massa específica e aparente do projeto							
<b>Medidas de deflexão</b>	Após o término da compressão, em locais aleatórios e de acordo com o risco de rejeitar um serviço de boa qualidade, efetuar medidas de deflexão sobre o revestimento dos segmentos concluídos (DNER-ME 024)	Menor que o de projeto para o topo da camada							
<b>Espessura da Camada</b>	Será medida a espessura da camada pela medição dos corpos-de-prova extraídos	± 5% em relação ao projeto							
<b>Alinhamentos</b>	Verificar eixos e bordos durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas de locação	± 5c m							
<b>Acabamento da Superfície do Revestimento</b>	A cada estaca de locação verificar a superfície com o auxílio de duas réguas, uma de 3,00 e outra de 1,20 m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente	≤ 0,5 cm de variação da superfície, entre 2 pontos de contato							
<b>Quociente de Irregularidade (QI)</b>	Através de “aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta (DNER-PRO 182/94)” ou do "método de nível e mira (DNER-ES 173/86)" deve-se verificar o acabamento longitudinal da superfície em pontos escolhidos aleatoriamente	QI ≤ 35 contagens/km							
Legenda	Ainda Não Inspeccionado		Insp. ou Reinspeccionado e Aprovado			Reprovado			
	Em branco		A			R			
<b>Ocorrência de não conformidade e tratamento</b>									
Nº	Descrição do problema			Solução proposta (Disposição)				Reinspeção	
Inspeccionado por:					Data de abertura da CIS:		Data de fechamento da CIS:		
					____/____/____		____/____/____		

<b>Logo</b>	<b>CIS – Certificado de Inspeção de Serviço</b>		Obra:	Serviço:						Estaqueamento			
				Base de macadame hidráulico (DNER-ES-316/97)						EST. À EST.			
Identificação		Local do Arquivo		Tipo do arquivo e proteção			Tempo de retenção			Descarte			
Base de macadame hidráulico CIS. 316/01		Sala da fiscalização		Pasta de arquivo por ordem sequencial de estacas			Até o final da obra			Lixo			
				Área →									
Item de inspeção	Método de verificação			Tolerância									
<b>Após o término de cada compressão</b>	Observar se são apresentadas ondas na base de MH diante do rolo longitudinalmente e transversalmente a pista antes da deposição do material de enchimento			-									
<b>Enchimento dos vazios</b>	Observar, após concluídos os serviços com material seco, com irrigação, pela constatação de uma pequena onda a frente do rolo, quando este se deslocar sobre a base			-									
<b>Estabilidade estrutural</b>	Verificar o travamento do agregado graúdo, através da colocação de uma ou mais pedras de diâmetro igual ao do agregado graúdo utilizado em cima da base de MH e passar o rolo de três rodas sobre elas, não devendo sofrer qualquer deslocamento			-									
<b>Medidas de deflexão</b>	Após o término da compressão, em locais aleatórios e de acordo com o risco de rejeitar um serviço de boa qualidade, efetuar medidas de deflexão sobre a base ainda úmida dos segmentos concluídos (DNER-ME 024)			Menor que o de projeto para o topo da camada									
<b>Largura da plataforma</b>	Após a execução da base, proceder a relocação da plataforma da pista, antes do início do próximo serviço e a cada estaca			± 10 cm da largura de projeto									
<b>Flecha de abaulamento</b>	Após a execução da base, proceder a relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, observando a flecha de abaulamento da pista, antes do início do próximo serviço e a cada estaca			+ 20% sem falta									
<b>Espessura da camada</b>	Após a execução da base, proceder a relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, observando a espessura da camada da pista, antes do início do próximo serviço e a cada estaca			± 10% da espessura de projeto									
Legenda	Ainda Não Inspeccionado		Insp. ou Reinspeccionado e Aprovado			Reprovado							
	Em branco		A			R							
<b>Ocorrência de não conformidade e tratamento</b>													
Nº	Descrição do problema			Solução proposta (Disposição)						Reinspeção			
Inspeccionado por:						Data de abertura da CIS:			Data de fechamento da CIS:				
						____/____/____			____/____/____				

LOGO	CONTROLE DE CBUQ				N°
	Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
Controle de CBUQ FORM. 33/01	Sala da fiscalização	Pasta de arquivo por número	Até o final da obra	Lixo	
<p>Rodovia : BR-232/ PE <span style="float: right;">Data.: ____/____/____</span></p> <p>Trecho: Recife – Caruaru</p> <p>Segmento: km 71,5 – km 114,9 <span style="float: right;">Placa do Veículo: _____</span></p> <p>Hora da Saída: _____ h <span style="float: right;">Temperatura de Saída: _____ °C</span></p> <p>Hora da Chegada: _____ h <span style="float: right;">Temperatura de Chegada: _____ °C</span></p> <p>Aplicação: _____ <span style="float: right;">Estaca de Aplicação: de ____ a ____</span></p> <p>Temperatura de Aplicação: _____ °C <span style="float: right;">Temperatura de Rolagem: _____ °C</span></p>					
<p>_____</p> <p>Fiscal de Usina</p>			<p>_____</p> <p>Fiscal de Campo</p>		



LOGO	CONTROLE DE PMQ				Nº
	Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
Controle de PMQ FORM. 35/01	Sala da fiscalização	Pasta de arquivo por número	Até o final da obra	Lixo	
<p>Rodovia : BR-232/ PE <span style="float: right;">Data.: ____/____/____</span></p> <p>Trecho: Recife – Caruaru</p> <p>Segmento: km 71,5 – km 114,9 <span style="float: right;">Placa do Veículo: _____</span></p> <p>Hora da Saída: _____ h <span style="float: right;">Temperatura de Saída: _____ °C</span></p> <p>Hora da Chegada: _____ h <span style="float: right;">Temperatura de Chegada: _____ °C</span></p> <p>Aplicação: _____ <span style="float: right;">Estaca de Aplicação: de ____ a ____</span></p> <p>Temperatura de Aplicação: _____ °C <span style="float: right;">Temperatura de Rolagem: _____ °C</span></p> <p style="text-align: center;">_____ <span style="float: right;">_____</span></p> <p style="text-align: center;">Fiscal de Usina <span style="float: right;">Fiscal de Campo</span></p>					

<b>LOGO</b>	<b>DENSIDADE “IN SITU”</b>				<b>N°</b>
	<b>MÉTODO DO FRASCO DE AREIA</b>				
Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte	
Densidade “In Situ” (Método do Frasco de Areia) FORM. 36/01	Sala da fiscalização	Pasta de arquivo por número	Até o final da obra	Lixo	

<b>REGISTRO</b>		N°					
<b>FURO</b>		N°					
<b>PROFUNDIDADE</b> - cm -	<b>DE</b>	-					
	<b>A</b>	-					
<b>DATA</b>							
<b>ESTACA</b>		-					
<b>POSIÇÃO</b>		E-X-D					
<b>Peso do frasco com areia</b>	<b>ANTES</b>	A					
	<b>DEPOIS</b>	B					
	<b>DIFERENÇA</b>	A-B					
<b>FUNIL</b>		N°					
<b>PESO DA AREIA NO FUNIL (g)</b>		C					
<b>PESO DA AREIA NO FURO (g)</b>		A-B-C = P					
<b>DENSIDADE DA AREIA (g/dm³)</b>		d					
<b>VOLUME DO FURO (dm³)</b>		V= P/d					
<b>UMIDADE</b>		h %					
<b>PESO DO SOLO ÚMIDO (g)</b>		Ph					
<b>PESO DO SOLO SECO (g)</b>		Ps = Ph/(1000-h)					
<b>DENS. DO SOLO SECO (g/dm³)</b>		Ds = Ps/V					
<b>ensaio laboratório</b>	<b>REGISTRO</b>	N°					
	<b>DENS. MÁXIMA (g/dm³)</b>	Dm					
	<b>UMIDADE ÓTIMA</b>	H %					
<b>GRAU DE COMPACTAÇÃO</b>		% = Ds/ Dm					
<b>UMIDADE</b>							
<b>CÁPSULA</b>		N°					
<b>PESO DO SOLO ÚMIDO (g)</b>		Ph <sub>1</sub>					
<b>PESO DO SOLO SECO (g)</b>		PS <sub>1</sub>					
<b>PESO DA ÁGUA (g)</b>		Pa = Ph <sub>1</sub> - PS <sub>1</sub>					
<b>UMIDADE</b>		h % = Pa / PS <sub>1</sub>					
Local:		Trecho:			Sub-trecho:		
<b>PROCEDÊNCIA</b>	<b>SL</b>	<b>CA</b>	<b>MS</b>	<b>SB</b>	<b>B</b>	Operador:	Visto:
						Calculista:	
Interessado:							

<b>LOGO</b>	<b>Equivalente de Areia</b>				N°
Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte	
Equivalente de Areia FORM. 37/01	Sala da fiscalização	Pasta de arquivo por número	Até o final da obra	Lixo	

DATA	REG. N°	PROCEDÊNCIA				PROVETA N°	TEMPO (min)	LEITURA – cm		E A	
		SAIBREIRA OU SUBLEITO	FURO OU ESTACA	LADO E – X- D	PROFUND. CM			TOPO DA ARGILA (h <sub>1</sub> )	TOPO DA AREIA (h <sub>2</sub> )	h <sub>2</sub> / (h <sub>1</sub> x 100)	MÉD IA
Laboratório				Operador:		Data:		Calculista:		Registro:	

## FICHA DE CONTROLE MOLDAGEM CPS

Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
Ficha de controle mold. CPS FORM. 38/01	Sala da fiscalização	Pasta de arquivo por peça e data	Até o final da obra	Lixo

**BR – 232/PE**  
**Trecho: RECIFE CARUARU**

Obra: \_\_\_\_\_

Peça Concretada: \_\_\_\_\_

Carro Nº: \_\_\_\_\_

Slump: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

**BR – 232/PE**  
**Trecho: RECIFE CARUARU**

Obra: \_\_\_\_\_

Peça Concretada: \_\_\_\_\_

Carro Nº: \_\_\_\_\_

Slump: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

**BR – 232/PE**  
**Trecho: RECIFE CARUARU**

Obra: \_\_\_\_\_

Peça Concretada: \_\_\_\_\_

Carro Nº: \_\_\_\_\_

Slump: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

**BR – 232/PE**  
**Trecho: RECIFE CARUARU**

Obra: \_\_\_\_\_

Peça Concretada: \_\_\_\_\_

Carro Nº: \_\_\_\_\_

Slump: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

**BR – 232/PE**  
**Trecho: RECIFE CARUARU**

Obra: \_\_\_\_\_

Peça Concretada: \_\_\_\_\_

Carro Nº: \_\_\_\_\_

Slump: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

**BR – 232/PE**  
**Trecho: RECIFE CARUARU**

Obra: \_\_\_\_\_

Peça Concretada: \_\_\_\_\_

Carro Nº: \_\_\_\_\_

Slump: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

**BR – 232/PE**  
**Trecho: RECIFE CARUARU**

Obra: \_\_\_\_\_

Peça Concretada: \_\_\_\_\_

Carro Nº: \_\_\_\_\_

Slump: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

**BR – 232/PE**  
**Trecho: RECIFE CARUARU**

Obra: \_\_\_\_\_

Peça Concretada: \_\_\_\_\_

Carro Nº: \_\_\_\_\_

Slump: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

**BR – 232/PE**  
**Trecho: RECIFE CARUARU**

Obra: \_\_\_\_\_

Peça Concretada: \_\_\_\_\_

Carro Nº: \_\_\_\_\_

Slump: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

**BR – 232/PE**  
**Trecho: RECIFE CARUARU**

Obra: \_\_\_\_\_

Peça Concretada: \_\_\_\_\_

Carro Nº: \_\_\_\_\_

Slump: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

**BR – 232/PE**  
**Trecho: RECIFE CARUARU**

Obra: \_\_\_\_\_

Peça Concretada: \_\_\_\_\_

Carro Nº: \_\_\_\_\_

Slump: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

**BR – 232/PE**  
**Trecho: RECIFE CARUARU**

Obra: \_\_\_\_\_

Peça Concretada: \_\_\_\_\_

Carro Nº: \_\_\_\_\_

Slump: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

LOGO		FICHA DE MOLDAGEM DE CCR					Nº
Identificação		Local do Arquivo		Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte	
Ficha de Moldagem de CCR FORM. 39/01		Sala da fiscalização		Pasta de arquivo por número	Até o final da obra	Lixo	
Umidade Hidroscópica		%	%	Molde Nº		Densidade Média: Kg/m	
Cápsula Nº				Volume do Molde			
Peso Bruto Úmido				Peso do Molde			
Peso da Cápsula				Peso do Soquete			
Peso da Água				Golpes / Camada		Umidade Ótima: %	
Peso do Solo Seco				Nº de Camada			
Umidade %							
Umidade Média							
Ponto Nº	Peso Bruto úmido	Peso solo úmido	Densidade do solo úmido		Umidade Média	Densidade do solo seco Kg/m	
1							
Umidade Hidroscópica		%	%	Molde Nº		Densidade Média: Kg/m	
Cápsula Nº				Volume do Molde			
Peso Bruto Úmido				Peso do Molde			
Peso da Cápsula				Peso do Soquete			
Peso da Água				Golpes / Camada		Umidade Ótima: %	
Peso do Solo Seco				Nº de Camada			
Umidade %							
Umidade Média							
Ponto Nº	Peso Bruto úmido	Peso solo úmido	Densidade do solo úmido		Umidade Média	Densidade do solo seco Kg/m	
1							
Umidade Hidroscópica		%	%	Molde Nº		Densidade Média: Kg/m	
Cápsula Nº				Volume do Molde			
Peso Bruto Úmido				Peso do Molde			
Peso da Cápsula				Peso do Soquete			
Peso da Água				Golpes / Camada		Umidade Ótima: %	
Peso do Solo Seco				Nº de Camada			
Umidade %							
Umidade Média							
Ponto Nº	Peso Bruto úmido	Peso solo úmido	Densidade do solo úmido		Umidade Média	Densidade do solo seco Kg/m	
1							
Umidade Hidroscópica		%	%	Molde Nº		Densidade Média: Kg/m	
Cápsula Nº				Volume do Molde			
Peso Bruto Úmido				Peso do Molde			
Peso da Cápsula				Peso do Soquete			
Peso da Água				Golpes / Camada		Umidade Ótima: %	
Peso do Solo Seco				Nº de Camada			
Umidade %							
Umidade Média							
Ponto Nº	Peso Bruto úmido	Peso solo úmido	Densidade do solo úmido		Umidade Média	Densidade do solo seco Kg/m	
1							
Rodovia BR – 232		Trecho: Recife - Caruaru			Sub-Trecho:	Visto:	
Procedência		Estaca:	Faixa:	Profundidade:			
Laboratório		Operador:	Data:	Calculista:	Registro:		
Observação:							

LOGO	Folha de Granulometria para Agregado				Nº
	Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
Folha de Granulometria para Agregado FORM. 40/01	Sala da fiscalização	Pasta de arquivo por número	Até o final da obra	Lixo	
Material : _____ Procedência: _____					
Data: ____/____/____					
Peneira	Peso Retido	% Retida	% Acumulado	% Passando	
2					
1 1/2					
1					
1/2					
3/4					
3/8					
4					
10					
40					
80					
200					
Fundo					
TOTAL					
Rodovia: BR - 232	Trecho: Recife – Caruaru		Lote:	Operador:	
Calculista:		Visto:	Segmento:		





<b>LOGO</b>	<b>Viscosidade Saybolt – Furol – C. A. P.</b>				Nº
Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte	
Viscosidade Saybolt – Furol – C. A. P. FORM. 43/01	Sala da fiscalização	Pasta de arquivo por número	Até o final da obra	Lixo	

Condições	Método DNER	Unidade	Resultados			
			01	02	03	Média
Orifício Furol Orifício Universal Temperatura <input type="text" value="135° C"/>	P-MB/517 (1970)	Seg				

### Penetração

Condições	Método DNER	Unidade	Resultados			
			01	02	03	Média
Temperatura 25° 50° Carga 1000g Tempo <input type="text" value="5 s"/>	MB 107 (1970)	0,1mm				

### Ponto de Fulgor

Equipamento	Método DNER	Unidade	Resultados			
			01	02	03	Média
Vaso Aberto de Cleveland	MB / 50 (1964)	° C				

### Ponto de Amolecimento

Equipamento	Método DNER	Unidade	Resultados			
			01	02	03	Média
Anel e Bola	MB / 164 (1965)	° C				

### Espuma

Equipamento	Observação	Resultados			
		01	02	03	Média
Espuma a 175°C	Sim ou Não				

### Densidade Relativa (Método do Picnômetro)

Cálculos	Método DNER	Unidade	Resultados			
			01	02	03	Média
Peso do Picnômetro (A)	MB / 164 (1965)	g				
Peso do Picnômetro + Água (B)		g				
Peso do Picnômetro + Amostra (C)		g				
Peso do Picnômetro + Água + Amostra (D)		g				
C – A		g				
B – A		g				
D – C		g				
$D = (C - A) + [(B - A) - (D - C)]$		g				

Procedência e tipo do Ligante:

Data:

Nota Fiscal:

Quantidade:

<b>LOGO</b>	<b>Viscosidade Saybolt – Furol – CM – 30</b>			N°
Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
Viscosidade Saybolt – Furol – CM – 30 FORM. 44/01	Sala da fiscalização	Pasta de arquivo por número	Até o final da obra	Lixo

Condições	Método DNER	Unidade	Resultados			
			01	02	03	Média
Orifício Furol Orifício Universal	P-MB/517 (1970)	Seg				
Temperatura <input type="text" value="25° C"/>						

### Ponto de Fulgor

Condições	Método DNER	Unidade	Resultados			
			01	02	03	Média
Vaso aberto Cleveland T. A. G.	MB / 50 (1964)	° C				

### Destilação

Cálculos	Método DNER	Unidade	Resultados				
			01	02	03	Média	
Percentual, por Volume do Total Destilado a 360°		%	Até 190°				
			Até 225°				
			Até 260°				
			Até 316°				
Resíduo da Destilação		%					

Observação:

Procedência e tipo do Asfalto:

Data:

Nota Fiscal:

Quantidade:

<b>LOGO</b>	<b>Viscosidade Saybolt – Furol – Emulsão</b>				N°
Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte	
Viscosidade Saybolt – Furol – Emulsão FORM. 45/01	Sala da fiscalização	Pasta de arquivo por número	Até o final da obra	Lixo	

Condições	Método DNER	Unidade	Resultados			
			01	02	03	Média
Orifício Furol      Temperatura 25°      50°	P-MB/517 (1970)	Seg				

### Resíduo por Evaporação

Cálculos	Método DNER	Unidade	Resultados			
			01	02	03	Média
Peso do bécker + baqueta + resíduo	DPT M-29	g				Média
Peso do bécker + baqueta		g				
Peso da amostra inicial		g				
Resíduo = $[(A-B) : C] \times 100$		%				

### Peneira (Peneira nº 20)

Cálculos	Método DNER	Unidade	Resultados			
			01	02	03	Média
Peso do bécker + baqueta + resíduo	DPT M-29	g				Média
Peso do bécker + baqueta		g				
Peso da amostra inicial		g				
Resíduo = $[(C - B) + A] \times 100$		%				

### Sedimentação

Cálculos	Método DNER	Unidade	Resultados			
			01	02	03	Média
Peso do bécker + baqueta + resíduo	DPT M-29	g				Média
Peso do bécker + baqueta		g				
Peso da amostra inicial		g				
Resíduo = $[(A-B) : C] \times 100$		%				
Peso do bécker + baqueta + resíduo		g				Média
Peso do bécker + baqueta		g				
Peso da amostra inicial		g				
Resíduo R <sup>1</sup> = $[(A^1 - B^1) : C^1] \times 100$		%				
Sedimentação R – R <sup>1</sup>	%					

Procedência e tipo de Emulsão:

Nota Fiscal:

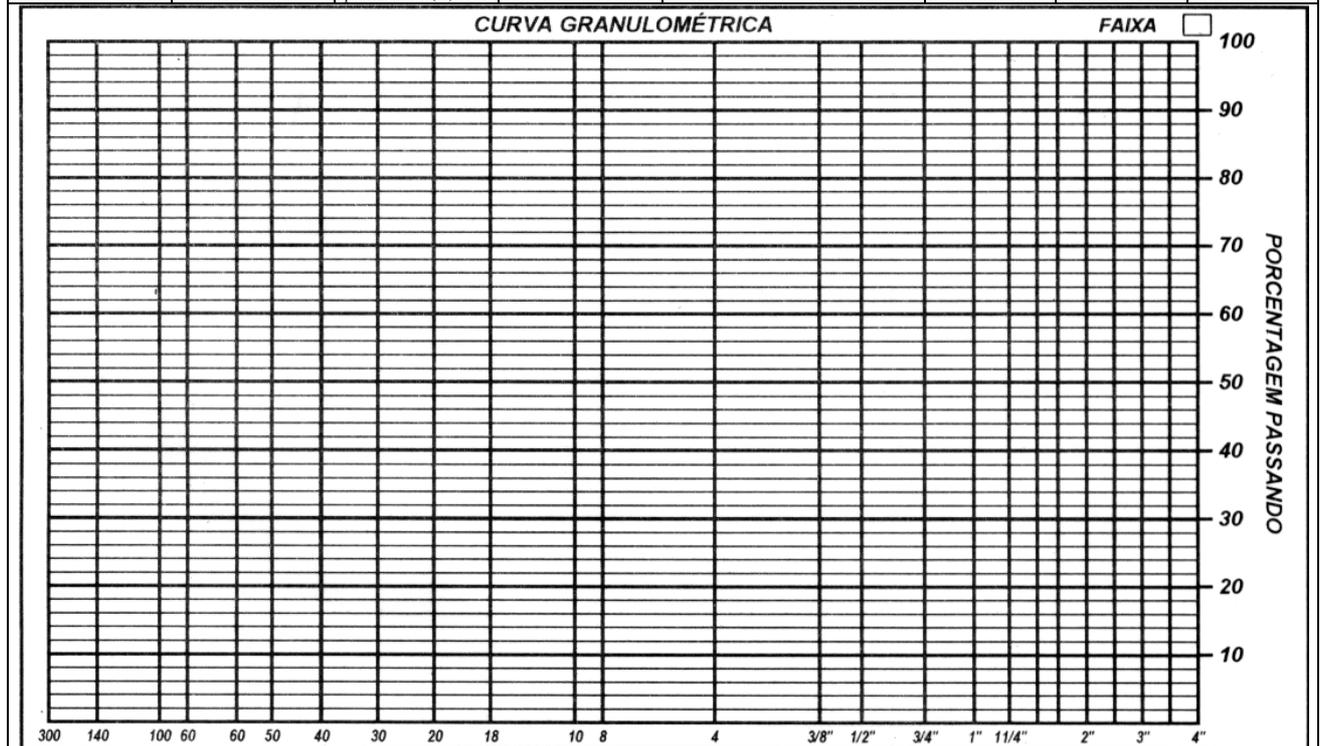
Quantidade

Data:

Logo	<b>CONTROLE QUALITATIVO DE CONCRETO ASFÁLTICO</b>			
Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
Controle Qualitativo de Concreto Asfáltico FORM. 46/01	Sala da fiscalização	Pasta de arquivo por número	Até o final da obra	Lixo

Rodovia:	Operador:
Trecho:	Laboratório:
Sub-Trecho:	Data: Registro Nº:

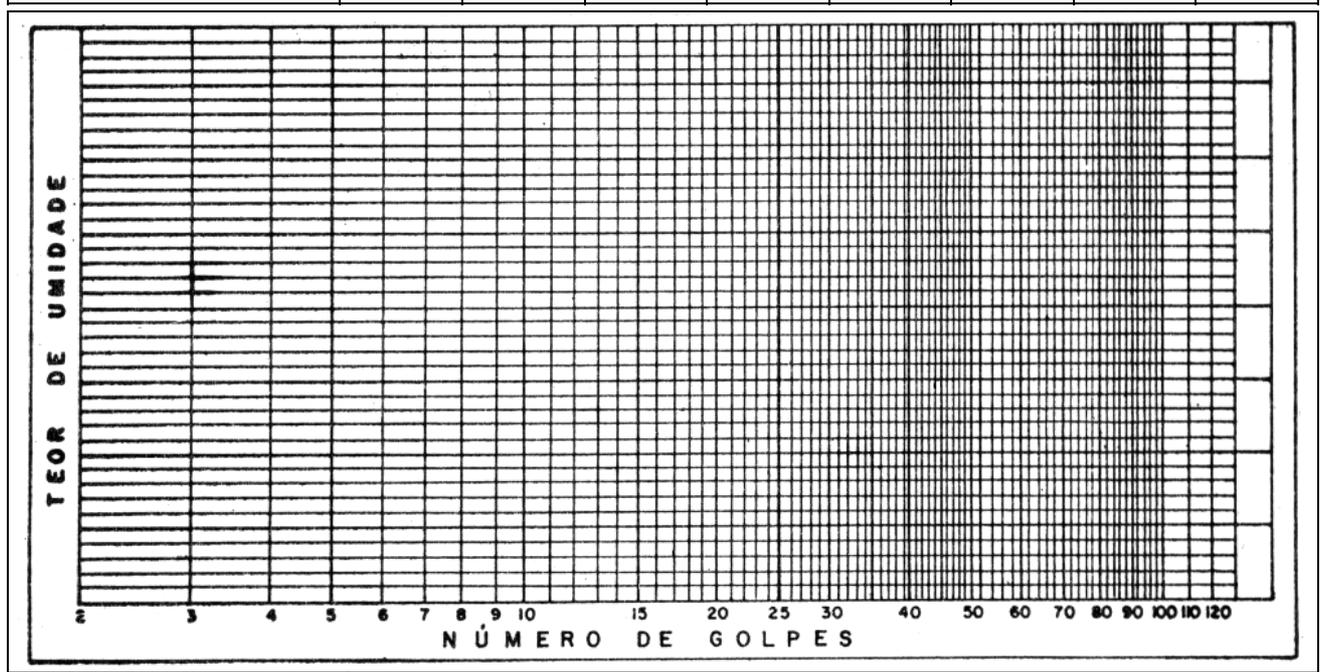
Estabilidade Marshall				Extração de Betume					
Corpo-de-prova nº				Tara nº					
Peso ao ar (g)				Amostra + tara (g)					
Peso imerso (g)				Tara (g)					
Volume (cm³)				Amostra (g)					
Dens. aparente (g/cm³)				Insol. + tara (g)					
Densidade real (g/cm³)				Solúvel (g)					
% de vazios				Teor de betume (%)					
% de V.C.B.				Teor médio de betume (%)					
% de vazios agreg. mineral				<b>Granulometria</b>					
RBV (%)				Peneira		Retido (g)	Passando (g)	Passando (%)	
Leitura no deflectômetro				POLEGADA	Mm				
Estabil. encontrada (kg)					2	50,8			
Fator de correção					1 ½	38,1			
Estabil. corrigida (kg)					1	25,4			
Fluência 1/100"					¾	19,1			
					½	12,7			
<b>Temperatura (°C) Produção da usina</b>				NÚMERO	¾	9,52			
Asfalto		Nº de rotações (RPM)			4	4,78			
					10	2,00			
Agregado		Produção			40	0,42			
					80	0,177			
Massa		Horas Trabalhadas			100	0,149			
				200	0,075				
		Extensão pavimentada (m)		FUNDO					



Logo	<b>ENSAIOS DE LIMITE DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE</b>			
Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
Ensaio de Limite de Liquidez e Plasticidade FORM. 47/01	Sala da fiscalização	Pasta de arquivo por número	Até o final da obra	Lixo

Rodovia:	Trecho:	Resultados:	
Registro N°:	Procedência:	LL	%
Localização:		LP	%
Furo N°:	Profundidade:	Visto:	IP %

Limite de Liquidez							
Cápsula N°							
N° de golpes							
Peso bruto úmido							
Peso bruto seco							
Tara da cápsula							
Peso da água							
Peso do solo seco							
Umidade							



Início:	Operação:	LL =	%
Término:	Cálculo:		

Limite de Plasticidade							
Cápsula N°							
Peso bruto úmido							
Peso bruto seco							
Tara da cápsula							
Peso da água							
Peso do solo seco							
Umidade							

Início:	Operação:	LP =	%
Término:	Cálculo:		

Logo	<b>ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA</b>			
Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
Índice de Suporte Califórnia FORM. 48/01	Sala da fiscalização	Pasta de arquivo por número	Até o final da obra	Lixo

UMIDADE		HIGROSCÓPICA		DE MOLDAGEM		Moide Nº.	
Cápsula - Nº.						Peso do Moide	
Peso Bruto Úmido						Volume do Moide	
Peso Bruto Seco						Nº. de Camadas	
Peso da Cápsula						Golpes / Camadas	
Peso da Água						Peso do Soquete	
Peso do Solo Seco						Espessura do disco	
Umidade - %						Espaçador	
Umidade Média - %							

DADOS DA COMPACTAÇÃO			CÁLCULO DA ÁGUA			ANEL DINA-MOMÉTRICO	
Densidade Máxima - Kg/m <sup>3</sup>			Peso do Solo Passado na Peneira Nº. 4	Úmido			Nº.
Umidade ótima - %				Seco			
Umidade Higroscópica - %			Peso do Pedregulho Retido na Peneira Nº. 4				Constante
Diferença de Umidade - %				Água a Juntar			K -

ENSAIO DE PENETRAÇÃO							EXPANSÃO					
Tempo Min.	Penetração		Leitura do Extensômetro	Pressão - kg - cm <sup>2</sup>				Datas		Leitura do Deflect - mm -	Diferença - mm -	Expansão - mm -
	Pol	mm		determ.	corríg.	padrão	%	dia	hora			
30 seg	0,025	0,63										
1	0,050	1,27										
2	0,1	2,54				70						
4	0,2	5,08				105						
6	0,3	7,62				133						
8	0,4	10,16				161						
10	0,5	12,70				182						

<b>Moldagem de Verificação</b>					
Peso Bruto Úmido					
_____ g					
Peso Úmido					
_____ g					
Densidade Úmida					
_____ kg/m <sup>3</sup>					
Densidade Seca					
_____ kg/m <sup>3</sup>					
Observações					
<b>PENETRAÇÃO:</b>					
Laboratório.	Operador.	Data.	Calculista.	Visto.	Registro Nº.

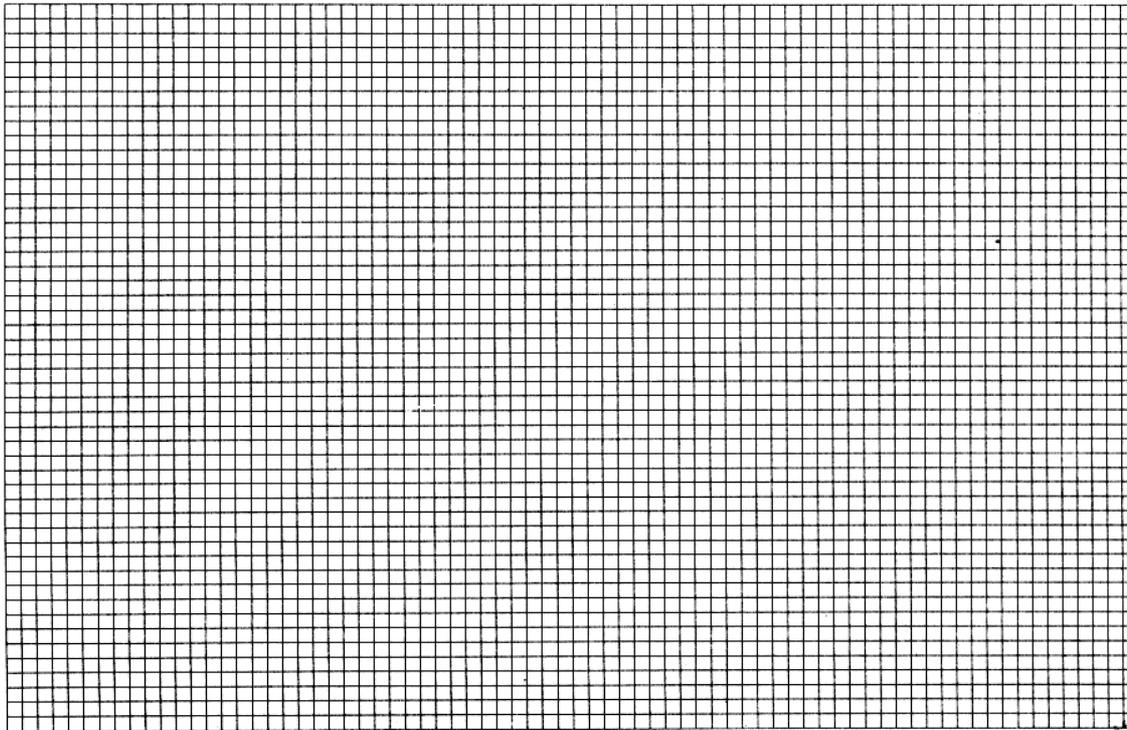


Logo	<b>COMPACTAÇÃO</b>			
Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
Compactação FORM. 50/01	Sala da fiscalização	Pasta de arquivo por número	Até o final da obra	Lixo

<b>Umidade Higroscópica</b>	%	%	<b>Molde N.º</b>	Densidade Máxima
<b>Cápsula - N.º</b>			<b>Volume do Molde</b>	
<b>Peso Bruto Úmido</b>			<b>Peso do Molde</b>	_____ kg m <sup>3</sup>
<b>Peso Bruto Seco</b>			<b>Peso do Soquete</b>	
<b>Peso da Cápsula</b>			<b>Espessura do disco</b>	Umidade Ótima
<b>Peso da Água</b>			<b>Espaçador</b>	
<b>Peso do Solo Seco</b>			<b>Golpes / Camadas</b>	_____ %
<b>Umidade %</b>			<b>N.º de Camadas</b>	
<b>Umidade Média</b>				

Ponto N.º	Peso Bruto Úmido	Peso do Solo Úmido	Densidade do Solo Úmido	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE							Umidade Média %	Densidade do Solo Seco kg/m <sup>3</sup>
				Cápsula N.º	Peso Bruto Úmido	Peso Bruto Seco	Peso da Cápsula	Peso da Água	Peso do Solo Seco	Umidade %		
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												

DENSIDADE - kg / m<sup>3</sup>



UMIDADE - %

Rodovia:	Trecho:	Sub-Trecho:		
Proced.: Saib. - Sub-Leito	Localiz. Furo Estaca	Lado E x D	Profund. cm	Registro N.º
Laboratório:	Operador:	Data:	Calculista:	Visto:

Logo	<b>ANÁLISE GRANULOMÉTRICA</b>			
Identificação	Local do Arquivo	Tipo do arquivo e proteção	Tempo de retenção	Descarte
Análise Granulométrica FORM. 51/01	Sala da fiscalização	Pasta de arquivo por número	Até o final da obra	Lixo

Procedência:	Localização:	Registro:	Laboratório:
Operador:	Calculista:	Data:	Visto:

UMIDADE HIGROSCÓPICA			PENEIRAMENTO							
Cápsula Nº.			PENEIRAS		MATERIAL RETIDO			% que passa da amostra TOTAL	FAIXA	
			Nº	mm	PESO (g)	% AMOST TOTAL	% ACUMULAD.			
Solo Umido + Tara (g)										
Solo Seco + Tara (g)										
Tara de Cápsula (g)			4"	101.8						
Água (g)			3 1/2"	88.9						
Solo Seco (g)			3"	76.2						
Teor de Umidade %			2 1/2"	63.5						
Umidade Média %			2"	50.8						
<b>AMOSTRA TOTAL SECA</b>			1 1/2"	38.1						
Amostra Total Úmida (g)			1"	25.4						
Solo Seco Retido na Pen Nº 10			3/4"	19.0						
Solo Úmido Pass na Pen Nº 10			1/2"	12.7						
Solo Seco Pass na Pen Nº 10			3/8"	9.5						
Amostra Total Seca			4	4.8						
Amostra Menor Nº 10 Úmida			8	2.4						
Amostra Menor Nº 10 Seca			10	2.0						
Constante			16	1.2						
Obs.:			30	0.6						
			40	0.42						
			50	0.30						
			80	0.18						
			100	0.15						
			200	0.075						
			<b>FUNDO</b>							
			<b>TOTAL</b>							
<b>AREIA</b>			<b>PEDREGULHO</b>							

	200	100	80	50	40	30	16	10	4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	1/2	3		
100																			100
90																			90
80																			80
70																			70
60																			60
50																			50
40																			40
30																			30
20																			20
10																			10
0																			0
	200	100	80	50	40	30	16	10	4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	1/2	3		

Rodovia:	Trecho:	Quadro:	Pag:
----------	---------	---------	------