



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
COORDENAÇÃO DE ESTÁGIO E MONITORIA**

PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM DE VIAS URBANAS

(Relatório de Estágio Supervisionado)

Campina Grande, abril de 2004.





Biblioteca Setorial do CDSA. Junho de 2021.

Sumé - PB

CONTO...
M...
D...
CRÉDITOS...
...

PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM DE VIAS URBANAS


Orientador: José Gomes da Silva

Supervisores:

John Kennedy Guedes Rodrigues


Adney José Duarte de Souza


Estagiário: João Guarabira de Lima Cabral

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao amigo Prof. Francisco Edmar Brasileiro pela oportunidade de estágio e aos professores José Gomes da Silva e John Kennedy Guedes Rodrigues pela disposição na orientação e supervisão do estágio.

Agradeço também ao engenheiro da ATECEL Ádney José Duarte de Souza pela supervisão e apoio na realização dos trabalhos, bem como aos companheiros da ATECEL Arnaldo, Edson, Gladstone, Joselito e Pedro.

E por fim agradeço aos meus pais que sempre me ajudaram a materializar meus sonhos.

ÍNDICE

1.0	APRESENTAÇÃO	02
2.0	INTRODUÇÃO	03
3.0	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	06
3.1	TOPOGRAFIA	06
3.2	AUTOMAÇÃO DOS PROCESSOS	14
4.0	ESTUDOS REALIZADOS	22
4.1	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	22
4.2	ESTUDO GEOTÉCNICO	25
4.3	ESTUDO HIDROLÓGICO	25
5.0	RELATÓRIO DOS PROJÉTOS	31
5.1	PROJETO GEOMÉTRICO	31
5.2	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	32
5.3	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	32
5.4	PROJETO DE DRENAGEM	33
6.0	CONCLUSÃO	40
7.0	SUGESTÕES	41
8.0	BIBLIOGRAFIA	42
9.0	ANEXOS	43



1.0 - APRESENTAÇÃO

O presente relatório tem o objetivo de descrever as atividades desenvolvidas pelo aluno do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande João Guarabira de Lima Cabral durante o estágio supervisionado realizado na Divisão de Projetos da ATECEL- Associação Técnico-Científica Ernesto Luiz de Oliveira Júnior no período de Março a Abril de 2004 com uma carga horária total de 220 horas. Este estágio teve como objetivo o acompanhamento da execução de estudos e elaboração de projetos de pavimentação e drenagem de vias urbanas de cidades do Estado da Paraíba, tendo maior ênfase a cidade de Paulista (que será detalhado neste relatório), conforme convênio firmado entre a ATECEL e o Governo do Estado da Paraíba.

O presente trabalho foi supervisionado pelo professor da Área de Pós-Graduação em Geotecnia John Kennedy Guedes Rodrigues e pelo Engenheiro da ATECEL Ádney José Duarte de Souza. E sendo orientado por José Gomes da Silva, professor do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande.

O estágio está de acordo com o decreto lei N° 6949/77 e com o respectivo decreto de regulamentação N° 87497/82.



2.0 INTRODUÇÃO

O presente relatório trata das atividades acompanhadas pelo aluno e das soluções propostas pela **ATECEL® - ASSOCIAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA ERNESTO LUIZ DE OLIVEIRA JÚNIOR** - para elaboração dos projetos de drenagem e pavimentação das ruas Belarmino França, Virgulino Calixto e Vicente França, na cidade de Paulista-PB, conforme solicitação do Governo do Estado e da Superintendência de Obras do Plano de Desenvolvimento do Estado da Paraíba (SUPLAN).

– MEMÓRIA JUSTIFICATIVA

2.1 – LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PAULISTA

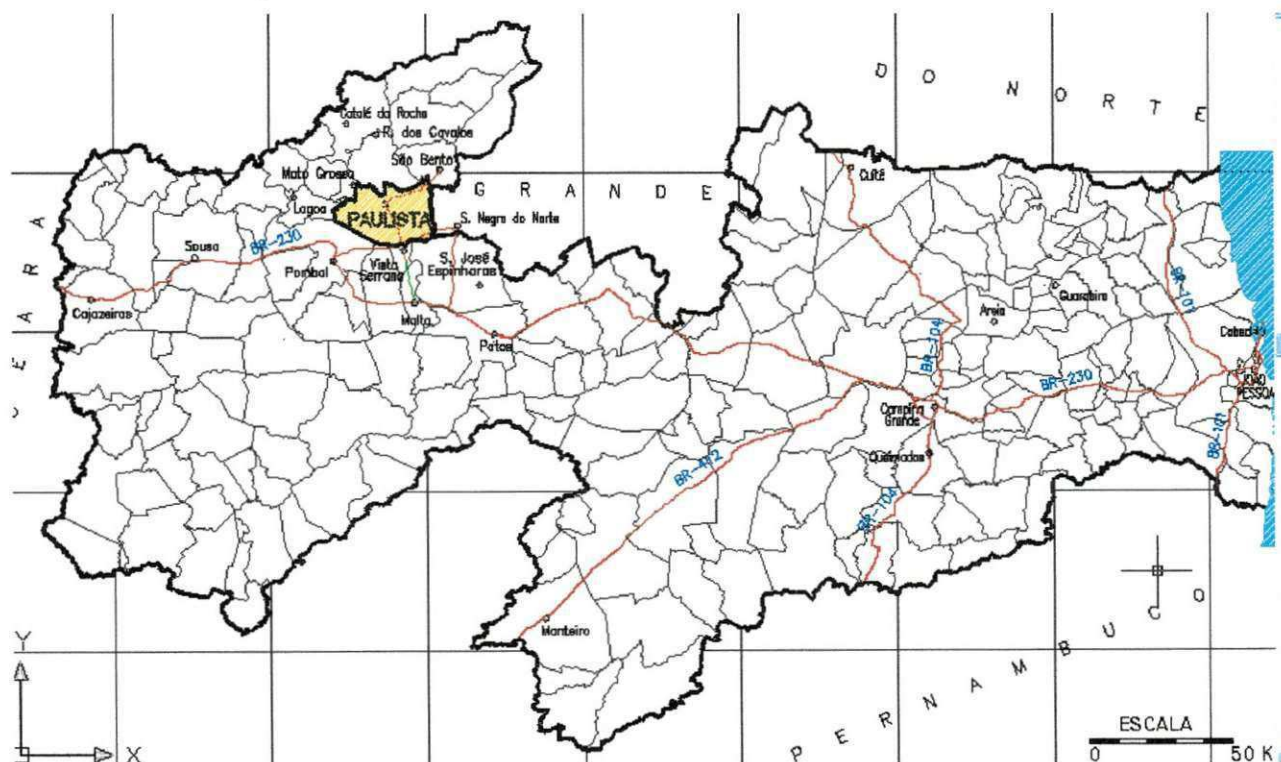


FIGURA 01 – Localização do município de Paulista

2.1.1 – HISTÓRICO

Sua história começou em 1581 quando o rico proprietário local capitão-mor José Félix Machado doou o terreno para o seu patrimônio. Neste local foi construída uma capela que foi oferecida à São José. Muito antes em fins do



século XVII haviam passado pelo local Oliveira Ledo e Arruda Câmara, que teriam deixado ali vestígios de um povoado. Novos moradores foram chegando das mais diferentes regiões e logo se tornou uma povoação promissora e ordeira. O desenvolvimento da comunidade foi rápido. Sua Emancipação Política foi conseguida em 22 de dezembro de 1961.

2.1.2 – CLIMA

É temperado com temperatura máxima de 36°C e mínima de 22°C. O inverno inicia-se em fevereiro e termina em junho.

2.1.3 – LIMITES

LIMITES: Lagoa, Pombal, Riacho dos Cavalos, São Bento, São José de Espinharas e Serra Negra do Norte (RN), Jericó, Vista Serrana, Condado.

2.1.4 – CARACTERIZAÇÃO TERRITORIAL

População: 11.380

Homens: 5.658

Mulheres: 5.722

Latitude: 06°35m38s Altitude: 160m

Área: 563,4Km²

Densidade Demográfica: 20,20hab/Km²

2.2 – JUSTIFICATIVA DO PROJETO

Há uma insuficiência de recursos próprios para alocação em serviços e obras de infra-estrutura das vias urbanas que, em muitos casos, não possuem pavimentação e drenagem, precisando da intervenção pronta e eficaz no sentido de resgatar a cidadania dos moradores dessas áreas.

Esses investimentos que aqui se justificam, permitirão que ali sejam feitos melhoramentos nos corredores de transporte urbano, nos serviços de

coleta de resíduos sólidos e acesso para a população.

Isto posto, a Prefeitura Municipal se propõe a pavimentar e drenar vias urbanas, serviços e obras precursoras de melhoria nos transportes, na coleta de resíduos sólidos em uma zona urbana onde se concentra um expressivo percentual da sua população.

Assim, com base no exposto acima, foram projetadas vias com revestimento em paralelepípedo (12,00 cm) e colchão de areia (8,00 cm), cuja drenagem superficial é realizada, em algumas vias, pelo meio-fio e linha d'água, sendo todo o escoamento direcionado para o sistema coletor já existente ou através de galerias a serem implantadas, lançando no sistema local ou em córregos.

A área total a ser pavimentada é de 3.561,82m², numa extensão de 530,77m e larguras variáveis (Ver Quadro 2.1).

Quadro 2.1 - Características Geométricas das Vias de Paulista.

Cidade	Rua ou Avenida	Extensão (m)	Largura (m)	Área (m ²)
PAULISTA	Rua Belarmino França	110,00	7,00	770,00
	Rua Virgulino Calixto	133,60	8,00	1.068,80
	Rua Vicente França	287,17	6,00	1.723,02
	TOTAL	530,77		3.561,82



3.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 TOPOGRAFIA

A palavra "Topografia" deriva das palavras gregas "topos" (lugar) e "graphen" (descrever), o que significa, *a descrição exata e minuciosa de um lugar.* (DOMINGUES, 1979).

A restrição a um determinado local pretende simplificar os problemas de representação causados pela curvatura da superfície terrestre. A descrição pressupõe o conhecimento prévio da forma e dimensão dos acidentes do terreno, a hipsometria, a hidrografia, a vegetação e construções artificiais. A operação de recolha da informação necessária para a elaboração de uma planta ou carta topográfica de determinada região é designada por "levantamento topográfico". A recolha de informação é efetuada recorrendo a técnicas especiais para o posicionamento, absoluto e relativo, o que implica a adoção de quadros de referência a várias escalas e a medição de várias grandezas, nomeadamente ângulos e distâncias. A comunicação deste tipo de informação é, pela sua própria natureza, essencialmente gráfica (COMASTRI,1980).

Sendo o terreno e demais estruturas, entidades providas de volume, tradicionalmente estes eram descritos apenas recorrendo a duas dimensões. Essa particularidade é decorrente das limitações técnicas para a comunicação gráfica de objetos a três dimensões (projeções cotadas sobre o plano cartográfico), é hoje complementada com o recurso às tecnologias de informação, com o desenho assistido por computador e com equipamentos de medição integráveis em sistemas de informação (ESPARTEL,1975).

A topografia é a base de qualquer projeto e de qualquer obra realizada por engenheiros ou arquitetos. Por exemplo, os trabalhos de obras viárias, núcleos habitacionais, edifícios, aeroportos, hidrografia, usinas hidrelétricas, telecomunicações, sistemas de água e esgoto, planejamento, urbanismo, paisagismo, irrigação, drenagem, cultura, reflorestamento etc., se desenvolvem em função do terreno sobre o qual se assentam. (DOMINGUES, 1979). Portanto, é fundamental o conhecimento pormenorizado deste terreno, tanto na etapa do projeto, quanto da sua construção ou execução; e, a

✓

Topografia, fornece os métodos e os instrumentos que permitem este conhecimento do terreno e asseguram uma correta implantação da obra ou serviço.

Ao conjunto dos métodos empregados para colher os dados necessários para o traçado da planta, dá-se o nome de Topometria, que se subdivide em planimetria e altimetria ou nivelamento (COMASTRI,1980).

A planimetria é a representação em projeção horizontal dos detalhes existentes na superfície. A altimetria determina as cotas ou distâncias verticais de um certo número de pontos referidos ao plano horizontal de projeção, permitindo a expressão do relevo do terreno.

3.1 PLANIMETRIA

Planimetria é a parte da Topografia que trata dos métodos e instrumentos empregados no estudo e representação dos elementos da superfície de uma determinada área sobre um plano horizontal (ESPARTEL,1975).

O levantamento planimétrico consiste na marcação dos pontos característicos dos elementos existentes na área em estudo, como por exemplo, o eixo principal de uma rodovia, com emprego de um instrumento apropriado chamado teodolito. *?) 80?)*

3.1.1 Medida de ângulo horizontal

Para promover o levantamento planimétrico do eixo diretriz de uma estrada ou de uma poligonal topográfica de contorno, devemos medir a orientação e o comprimento de uma série de alinhamentos.

Existem dois processos para medir os ângulos que os alinhamentos fazem entre si em projeção horizontal: (1) dos ângulos internos, (2) dos suplementos desses ângulos, chamados deflexões.

Para a obtenção dos ângulos internos e azimutes da poligonal 1 — 2 — 3 — 4 — 5 da figura 1 pelo método dos ângulos internos e azimutes, instala-se o teodolito em 1, solta-se a agulha da bússola e orienta-se o aparelho na direção Norte, depois gira-se a parte superior do instrumento até a luneta visar

o pé de uma baliza colocada em 2, faz-se a leitura do azimute ou rumo do alinhamento inicial 1 — 2.

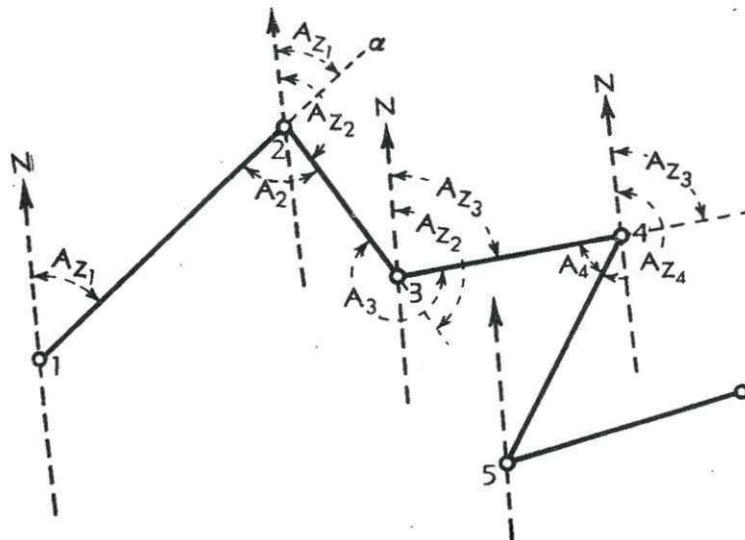


Figura - Poligonal topográfica 1 - 2 - 3 - 4 - 5

Muda-se o instrumento para a posição 2, acerta-se novamente os zeros, visa-se a baliza de vante em 3, lê-se na bússola o azimute do alinhamento 2 — 3, solta-se a parte superior e visa a baliza em 1, no sentido dos ponteiros de um relógio, o ângulo lido será o ângulo interno A_2 .

No processo das deflexões e rumos, as direções relativas dos alinhamentos de uma poligonal são obtidas em função dos ângulos de deflexão que cada alinhamento forma com o prolongamento do alinhamento imediatamente anterior, e variam de 0° a 180° (ESPARTEL, 1975).

A Figura abaixo mostra uma poligonal 1 — 2 — 3 — 4 — 5, na qual instalamos o teodolito progressivamente em seus vértices.

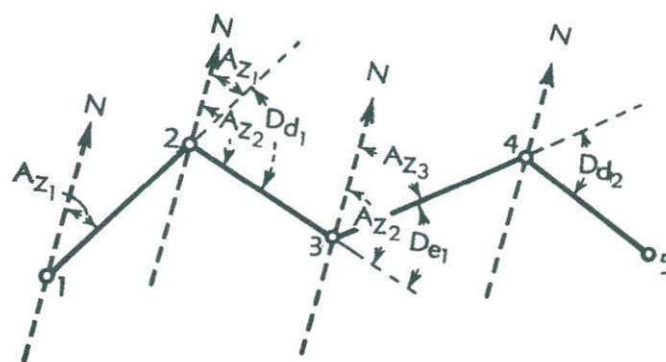


Figura - Poligonal topográfica 1 - 2 - 3 - 4 - 5

J

Com o teodolito instalado em **2**, acerta-se os zeros, mergulha-se a luneta (posição inversa) e visa-se uma baliza em **1**. Trazendo a luneta para a posição direta, com a rotação em torno do próprio eixo, solta-se a parte superior do instrumento e procura-se visar a baliza em **3**. A leitura no limbo é o ângulo de deflexão à direita.

No vértice **3**, lê-se a deflexão à esquerda, com a graduação em sentido inverso no limbo, caso o teodolito só tenha a graduação direta, devemos primeiro visar a baliza em **4** e depois em **2**, com a luneta invertida.

3.2 ALTIMETRIA

Altimetria é a parte da Topografia que trata dos métodos e equipamentos empregados no estudo e representação do relevo do solo (COMASTRI, 1980).

Sabemos não ser apenas a projeção horizontal de um terreno e o conhecimento de sua área obtida, por levantamento planimétrico, o único interesse prático, mas também o estudo e a representação de seu relevo, procurando complementar assim os dados da planimetria, com outros tantos, que nos mostrem e identifiquem as formas e acidentes do terreno.

O estudo do relevo de um terreno, planimetricamente conhecido, consiste na determinação das alturas de seus pontos característicos e definidores da altimetria, relacionados com uma superfície de nível que se toma como elemento de comparação.

Chama-se altura de um ponto em altimetria, o comprimento da perpendicular baixada deste ponto sobre um plano horizontal qualquer, denominado superfície de nível de comparação (**S.N.C.**). A determinação da altura de um ponto corresponde, portanto, à medição de uma distância realizada em direção vertical (COMASTRI, 1980).

Esta superfície de nível de comparação pode ser tomada arbitrariamente, quando não se tem referências de altitude da região em estudo. As alturas dos diferentes pontos característicos, com relação a essa superfície, recebem a denominação de cotas ou alturas relativas, conforme indica a figura abaixo.

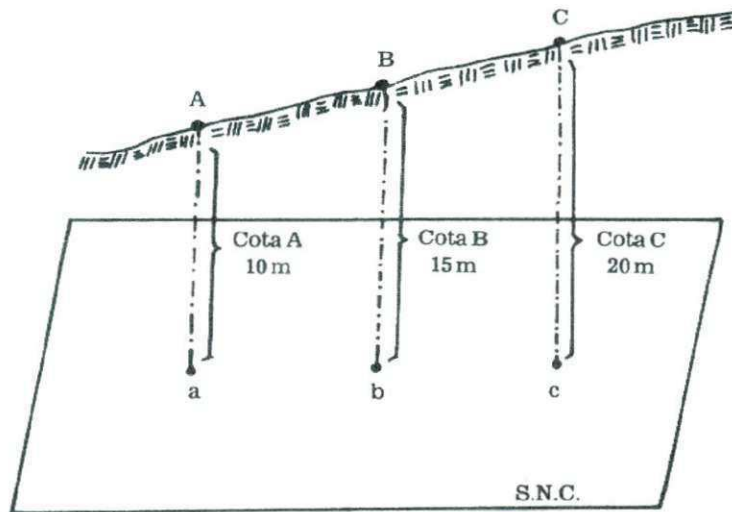


Figura – Cotas relativas a uma superfície de nível de comparação arbitrária

Porém, quando se toma como superfície de nível de comparação, a correspondente à superfície média dos mares, suposta prolongada por baixo dos continentes, como mostra a figura a seguir, as alturas dos diferentes pontos característicos estudados recebem a denominação de altitudes ou alturas absolutas.

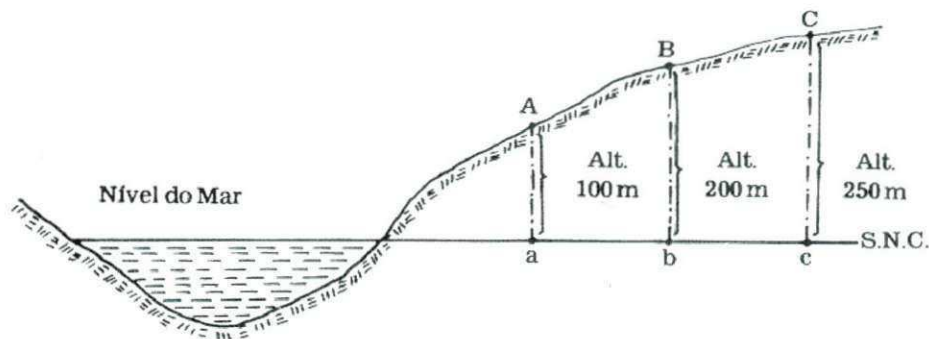


Figura – Cotas relativas ao nível médio das mares

Este plano de comparação é uma superfície de nível ideal, correspondendo à superfície de equilíbrio que nos dá uma idéia das águas do mar, supondo-as em tranqüilidade absoluta.

3.2.1 Nivelamento

Para determinar as diferenças de nível entre os pontos característicos da altimetria de um terreno, é necessário proceder a um trabalho topográfico denominado nivelamento (COMASTRI,1980).

Esta operação é realizada, empregando-se métodos e instrumentos adequados, uma vez que as diferenças de nível podem ser determinadas: (1) diretamente com emprego de instrumento de medições, chamados de níveis; (2) ou indiretamente, com base em relações trigonométricas.

3.2.1.1 Nivelamento geométrico

No nivelamento direto ou também chamado geométrico, as diferenças de nível são determinadas com instrumentos que nos dão retas de um plano horizontal, cuja interseção com uma mira, colocada sucessivamente nos pontos topográficos determinados na planimetria, permite determinar as alturas de leituras nestes pontos e, por diferença, entre os valores encontrados, chegaremos às diferenças de nível procuradas, ilustrado na figura abaixo.

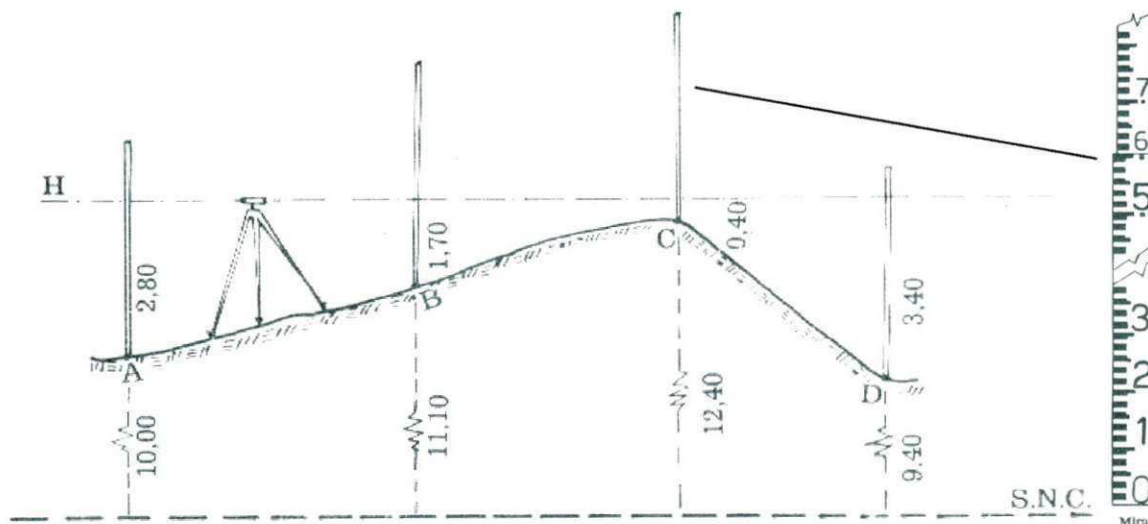


Figura – Nivelamento geométrico

Observando a figura acima, podemos por exemplo, determinar a diferença de nível (DN) entre **A** e **B**, dada por:

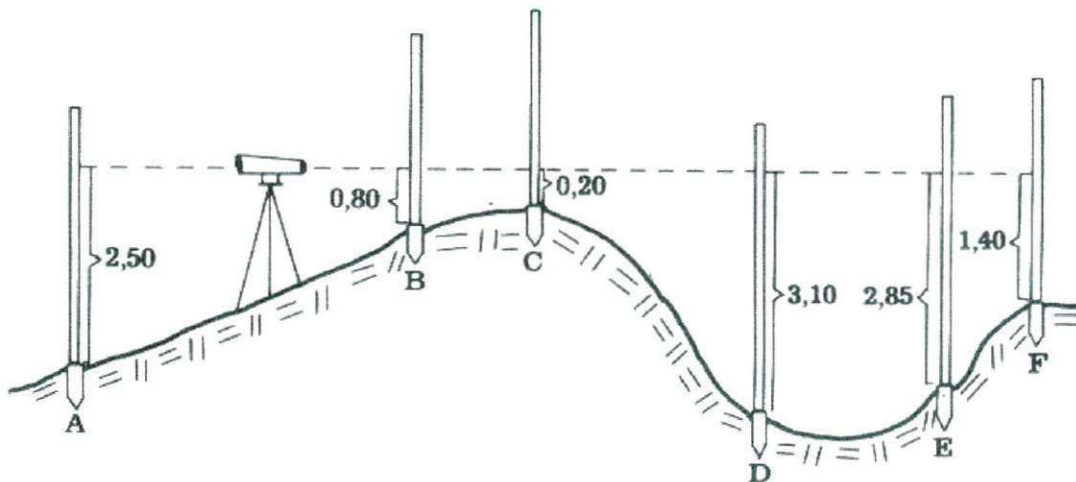
$$DN_{A-B} = 2,80 - 1,71 = 1,10\text{m}$$

Ou ainda, podemos obter as cotas dos pontos subsequentes ao ponto **A**, atribuindo uma cota a este ou conhecendo-se sua altitude. Supondo a cota de **A** igual a 10m, a cota de **B** será:

$$Cota_B = 10,00 + 1,10 = 11,10\text{m}$$

O processo de nivelamento geométrico pode ser simples ou composto.

No nivelamento geométrico simples, é possível a obtenção das diferenças de níveis entre todos os pontos sem mudança de localização do nível, como podemos observar na figura a seguir. Com uma única posição do nível é possível focalizar a mira locada verticalmente em todos os pontos em estudo.



Figura– Nivelamento geométrico simples

No nivelamento geométrico composto ocorre uma seqüência de nivelamentos simples, devidamente amarrados uns aos outros por uma visada na mira localizada no ponto de mudança (visada ré), como mostra a figura 7. Este tipo de procedimento é usado em áreas de acentuado desnível, por melhor que seja o posicionamento do equipamento, não é possível por exemplo, medir a diferença de nível entre os pontos **A** e **C** da figura 7, para isso, instala-se o nível na posição **1** e visa-se a mira no ponto **A** (visada ré), e em seguida no ponto **B** (visada vante). Feito isso, muda-se o nível para uma

nova posição (posição 2) e faz-se uma visada na mira localizada no ponto **B** (visada ré), o que caracteriza o ponto **B** como um ponto de mudança, e faz-se uma visada no ponto **C** (visada vante), e assim a diferença de nível entre **A** e **C** é:

$$DN_{AC} = DN_{AB} + DN_{BC}$$

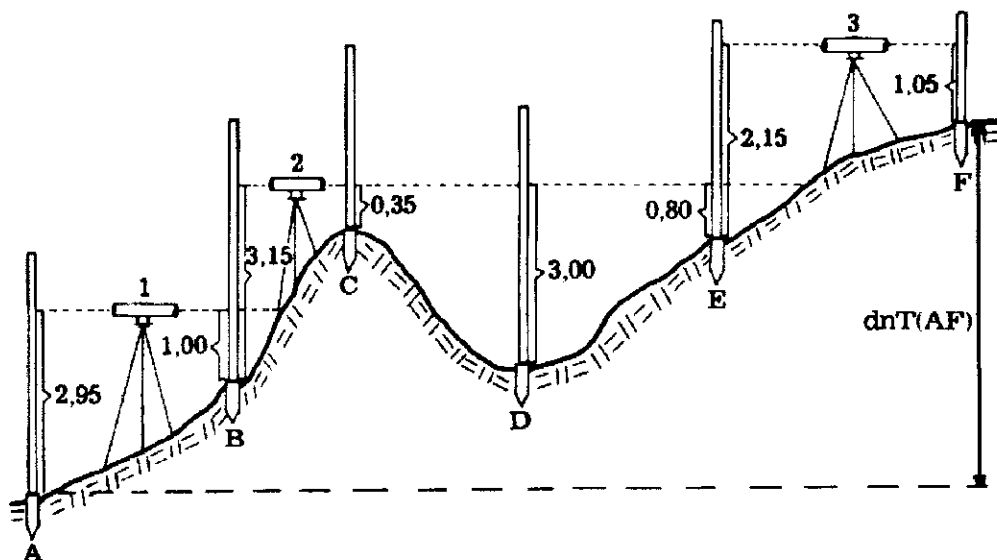


Figura – Nivelamento geométrico composto

3.2.1.2 Nivelamento trigonométrico

O nivelamento trigonométrico tem como base o valor da tangente do ângulo de inclinação do terreno, uma vez que este elemento representa a diferença de nível, por metro de distância horizontal. Designando por ângulo vertical ou de inclinação do terreno, podemos escrever:

$$tg\alpha = \frac{DN}{m} \therefore DN = m \times tg\alpha, \text{ onde } m \text{ representa a distância horizontal.}$$

Assim, as diferenças de nível ou distâncias verticais, podem ser perfeitamente determinadas, quando conhecemos os ângulos verticais e as distâncias horizontais entre os pontos topográficos materializados no terreno.

O instrumento geralmente usado em nivelamento trigonométrico é o teodolito. A figura abaixo mostra disposição do equipamento para medir a diferença de nível entre os pontos **A** e **C**.

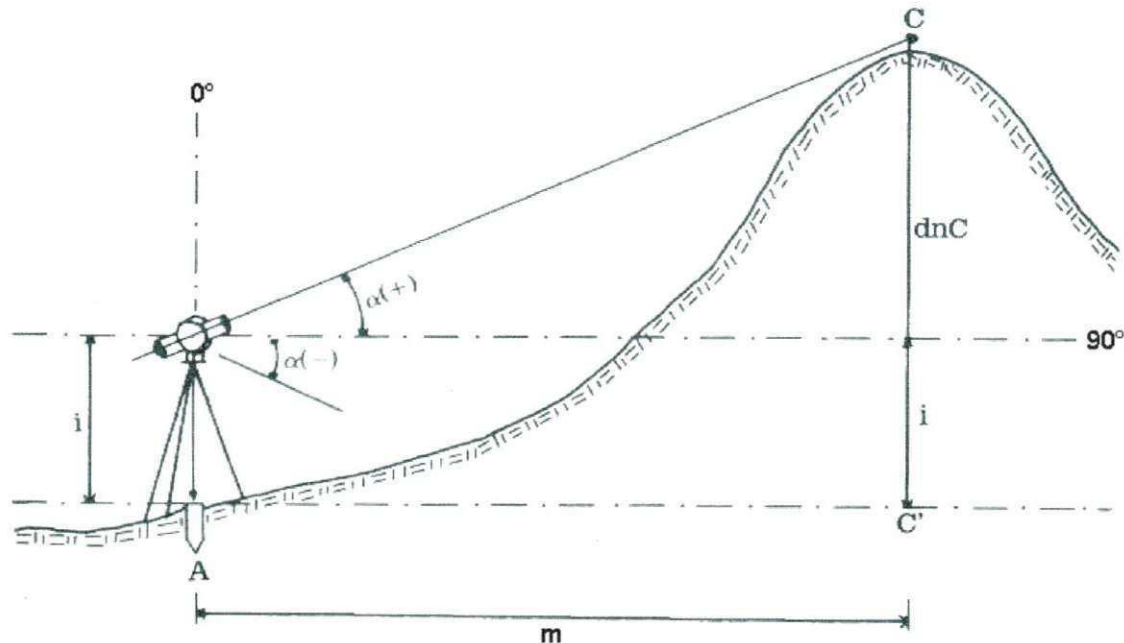


Figura – Nivelamento trigonométrico

$$DN_{AC} = \overline{CC'} = m \times \operatorname{tg}\alpha + i, \text{ onde } i \text{ é a altura do instrumento.}$$

Observa-se também, na figura 8, que os ângulos são medidos em relação ao Zenith (0°) no sentido horário (para direita), sendo positivo quando for menor que 90° e negativo quando for maior que 90° .

3.2 AUTOMAÇÃO DOS PROCESSOS

Com os avanços da informática e principalmente com o advento da computação gráfica, várias ciências se beneficiaram, dentre elas, a topografia e a geodésia. Esta evolução fica evidente nos equipamentos atuais: estações totais com coletor interno de dados, GPS (Global Positioning System), softwares modernos capazes de realizarem cálculos em poucos segundos, que antes demandariam horas ou mesmo dias. Produtividade em campo, cálculos e desenhos realizados com velocidade espantosa vêm cada vez mais demonstrar que esse caminho não tem retorno.

U

A seguir uma análise de alguns softwares de ~~topografia~~ de computação gráfica utilizados pela ATECEL em projetos geométricos de Engenharia Civil como: AutoCAD e Softdesk Civil Survey, de equipamentos como: estação total da Pentax (modelo TC305).

3.2.1 AutoCAD e Softdesk

Os sistemas CAD - Computer Aided Design ou Projeto Auxiliado pelo Computador – (e neste sistema se inclui o Auto Cad, software utilizado pela ATECEL) são sistemas que armazenam dados espaciais como entidades gráficas. Geralmente acessam suas informações de modo seqüencial, forçando a fragmentação das informações geográficas em diversos arquivos. Os sistemas CAD lidam com os mapas independentemente de continuidade de uma folha para outra. Pode-se colocar uma folha ao lado da outra, mas não existe a preocupação do sistema de entender os objetos na divisa como um único objeto. No entanto, diversas características desses sistemas são importantes para o mapeamento digital, como seus sofisticados recursos de representação gráfica, edição, exibição em tela e impressão (RODRIGUES, 2004).

O Softdesk8 Civil Survey é uma série de ferramentas computacionais, destinados a profissionais na área da engenharia civil, ordenamento do território, planejamento e serviços. Estes produtos são uma extensão ao AutoCAD14 e/ou AutoCAD Map2.0, adicionando a estas versões, requisitos fundamentais como Modelação de Terrenos e Topografia, Manipulação de Pontos, Análise e Edição de Dados, Produção de Mapas e ainda a possibilidade de incorporação de imagens “raster”.

As Ferramentas AEC, do Softdesk8 Civil Survey, potencializam a gestão de projetos e modelos, o aumento das capacidades gráficas, a gestão de símbolos, criação e controle de pormenores, etc (Manzano,1998).

As Soluções Softdesk8 Civil Survey asseguram as seguintes capacidades, dentro do AutoCAD ou AutoCAD Map:

- **Apreensão e Análise de Dados:** Bancos de Dados podem ser reunidos e introduzidos via cadernetas eletrônicas e/ou “download” diretamente



das estações mais utilizadas. Os dados podem ser trabalhados no desenho de forma simples, sendo as entidades do projeto, como linhas e símbolos, geradas automaticamente.

- **Movimentação de Terras - Site Grading (Earthworks):** Inclui ferramentas poderosas de cálculo de movimentação de terras e análise em projetos de urbanizações, estradas, barragens, parques, etc. As Cartas de Exposição Solar podem também ser facilmente elaboradas com base nos declives definidos. A solução permite gerar rapidamente curvas de nível de projeto, cálculo de volumes de aterro/escavação e representações tridimensionais.

- **Vias de Comunicação (Advanced Design):** Trabalhando com projetos de vias rodoviárias primárias ou secundárias e/ou ferrovias, a solução Softdesk8 permite flexibilidade e uso de ferramentas poderosas para a conclusão e layout dos projetos. Este sistema permite ao utilizador, trabalhar interativamente sobre o plano geral, construir perfis e atualizar seções transversais de redes viárias. Possui um conjunto de modelos e normas de engenharia. Inclui poderosas capacidades de apresentação final do projeto, disponibilizando facilidades para legendagem e apresentação final de projetos Planta/Perfil.

- **Manipulação de Pontos (COGO):** Uma variedade de comandos estão incluídos nesta solução, com o objetivo de apresentação final do projeto, incluindo a criação de linhas e arcos baseados em métodos da engenharia, e um sistema de manipulação e gestão de pontos que permite a diversos utilizadores da equipe de projeto, partilharem a nuvem de pontos. Os pontos podem também ser levantados de qualquer desenho associado ao projeto.

- **Modelação de Terrenos e Curvas de Nível (DTM):** Com esta solução, o utilizador tem a possibilidade de criar modelos precisos de terreno a partir de uma variedade de dados como nuvem de pontos, curvas de nível, e entidades AutoCAD. As curvas de nível e o cálculo de seções

V

transversais são geradas diretamente a partir do modelo de terreno. Este modelo pode ser também utilizado durante as fases de projeto.

- **Projeto Urbano (Design):** Esta solução combina opções integradas e flexíveis de projeto para a modelação de terreno e análise hidrográfica, fornecendo uma solução efetiva para cortes/vistas ou subdivisões típicas de projeto.

- **Hidrologia e Hidráulica (Hydrology Tools):** Existem enormes vantagens em trabalhar em AutoCAD na análise de escoamento de águas pluviais. Áreas e distâncias podem ser calculadas a partir de qualquer objeto do desenho. O cálculo de Bacias Hidrográficas é feito automaticamente, a partir do modelo de terreno. Todas estas características, integradas com ferramentas de cálculo de estruturas hidráulicas como dimensionamento de canais, tubulações e comportas.

- **Plantações e Rede de Rega (Landscape):** Para completar as capacidades das soluções Softdesk 8, estão incluídos módulos de Planos de Plantação e de Rede de Rega. Os planos de plantação são baseados em dados acessíveis no módulo de Design, permitindo criar e editar representações 2D e 3D dos planos de plantação em projetos de Arquitetura Paisagista.

3.2.2 Estação total

As (estações topográficas totais) ou simplesmente estações totais, caracterizam-se por permitir a otimização dos processos de levantamento topográfico. São equipamentos compactos, destinados a medição de ângulos e de distância constituída pelos seguintes componentes (Cordini,1996):

- ⇒ Um goniômetro eletrônico;
- ⇒ Um medidor eletrônico de distâncias (MED);
- ⇒ Uma planilha eletrônica.

Dentre as configurações existentes, as estações totais dividem-se em:

- ⇒ Integrada: esta é uma concepção que apresenta os limbos (horizontal e vertical) e o MED numa unidade compacta. Os ângulos são obtidos via leitura ótica e as distâncias eletronicamente;
- ⇒ Modular: nesta configuração, o goniômetro eletrônico e o MED são elementos independentes. Os ângulos são obtidos por leitura eletrônica dos limbos através de diodos. A precisão angular varia conforme o modelo, desde 1 minuto a décimos de segundo de arco;
- ⇒ Semitotal: esta configuração apresenta um teodolito ótico-mecânico clássico, associado a um MED. A leitura angular é feita por processo ótico pelo observador. Permitem a entrada de dados via teclado para processamento de outros dados.

As estações totais, a exemplo dos MED (Medidores Eletrônicos de Distância) são suscetíveis à influências externas, notadamente da refração atmosférica. Resumidamente, a ação da refração atmosférica sobre o sinal de medida, no duplo trajeto (emissor/receptor), cria três fontes de erro no processo de medida: índice de refração, coeficiente de refração e refração lateral (Cordini,1996).

Outras influências, como as ligadas ao perfeito funcionamento do equipamento (influências internas) podem ser verificadas controladas seguindo as instruções do fabricante, contidas no manual de operação.

Da mesma forma que os MED, as estações totais requerem uma série de cuidados no manuseio, no uso, na embalagem e sobretudo no transporte. É importante verificar no manual do fabricante os procedimentos de verificação e calibração periódica dos equipamentos.

3.2.3 GPS (Global Positioning System)

A tecnologia atual permite que qualquer pessoa possa se localizar no planeta com uma precisão nunca imaginados por navegantes e aventureiros há até bem pouco tempo. O sofisticado sistema que tornou realidade esse sonho e chamado "G.P.S." - Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global) - e foi concebido pelo Departamento de Defesa dos EUA no início da década de 1960, sob o nome de 'projeto NAVSTAR' (RODRIGUES, 2003).

O sistema foi declarado totalmente operacional apenas em 1995. Seu desenvolvimento custou 10 bilhões de dólares. Consiste de 24 satélites que orbitam a terra a 20.200 km duas vezes por dia e emitem simultaneamente sinais de rádio codificados. Testes realizados em 1972 mostraram que a pior precisão do sistema era de 15 metros. A melhor, 1 metro. Preocupados com o uso inadequado, os militares americanos implantaram duas opções de precisão: para usuários autorizados (eles mesmos) e usuários não-autorizados (civis).

Os receptores GPS de uso militar têm precisão de 0 a 1 metro e os de uso civil, de 1 a 10 metros. Cada satélite emite um sinal que contém: códigos de precisão (P); código geral (CA) e informação de status. Como outros sistemas de rádio-navegação, todos os satélites enviam seus sinais de rádio exatamente ao mesmo tempo, permitindo ao receptor avaliar o lapso entre emissão/recepção. A potência de transmissão é de apenas 50 Watts. A hora-padrão GPS é passada para o receptor do usuário. Receptores GPS em qualquer parte do mundo mostrarão a mesma hora, minuto, segundo,... até mili-segundo. A hora-padrão é



altamente precisa, porque cada satélite tem um relógio atômico, com precisão de nano-segundo - mais preciso que a própria rotação da Terra. O receptor tem que reconhecer as localizações dos satélites. Uma lista de posições, conhecida como almanaque, é transmitida de cada satélite para os receptores. Controles em terra rastreiam os satélites e mantêm seus almanaques acurados. Cada satélite tem códigos P e CA únicos, e o receptor pode distinguí-los. Os códigos P são mais complexos que os CA, e somente usuários militares podem reconhecê-los, pois seus receptores têm o valor para comparação na memória. Receptores civis medem os lapsos de tempo entre a recepção dos sinais codificados em CA. O conceito da rádio-navegação depende inteiramente da transmissão simultânea de rádio-sinais. O controle de terra interfere fazendo com que alguns satélites enviem seus sinais CA ligeiramente antes ou depois dos outros. A interferência deliberada introduzida pelo Departamento de Defesa dos EUA é a fonte da Disponibilidade Seletiva - Selective Availability (AS). Os civis desconhecem o valor do erro, que é alterado aleatoriamente e está entre 1 e 10 metros. Os receptores militares não são afetados. Existe outra fonte de erro que afeta os receptores civis: a interferência ionosférica. Quando um sinal de rádio percorre os elétrons livres na ionosfera, sofre um certo atraso. Sinais de frequências diferentes sofrem atrasos diferentes. Para detectar esse atraso, os satélites do sistema enviam o código P em duas ondas de rádio de diferentes frequências, chamadas L1 e L2. Receptores caros rastreiam ambas as frequências e medem a diferença entre a recepção dos sinais L1 e L2, calculam o atraso devido aos elétrons livres e fazem correções para o efeito da ionosfera. Receptores civis não podem corrigir a interferência ionosférica porque os códigos CA são gerados apenas na frequência L1 (1575,42 MHz). Existem receptores específicos, conhecidos com não-codificados, que são super acurados. Como desconhecem os valores do código P, obtêm sua precisão usando técnicas especiais de processamento. Eles recebem e processam o código P por um número de dias e podem obter uma posição fixa com precisão de 10 mm. É ótimo para levantamento topográfico. Os sinais gerados pelos satélites contêm um "código de identidade", dados efêmeros (de status) e dados do almanaque. O código de identidade (Pseudo-Random Code - PRN) identifica qual

V

satélite está transmitindo. Nos referimos aos satélites pelos seus PRN, de 1 a 32, e este é o número mostrado no receptor para indicar qual(is) satélite(s) estamos recebendo. Os dados efêmeros (de status) são constantemente transmitidos e contém informações de status do satélite (operacional ou não), hora, dia, mês e ano. Os dados de almanaque dizem ao receptor onde procurar cada satélite a qualquer momento do dia. Com um mínimo de três satélites, o receptor pode determinar uma posição Lat/Long - que é chamada posição fixa 2D. (Deve-se entrar com o valor aproximado da altitude para melhorar a precisão). Com quatro ou mais satélites, um receptor pode determinar uma posição 3D, que inclua Lat/Long/Altitude. Pelo processamento contínuo de sua posição, um receptor pode também determinar velocidade e direção do deslocamento (RODRIGUES, 2003).

A figura abaixo mostra um esquema de funcionamento do sistema GPS:

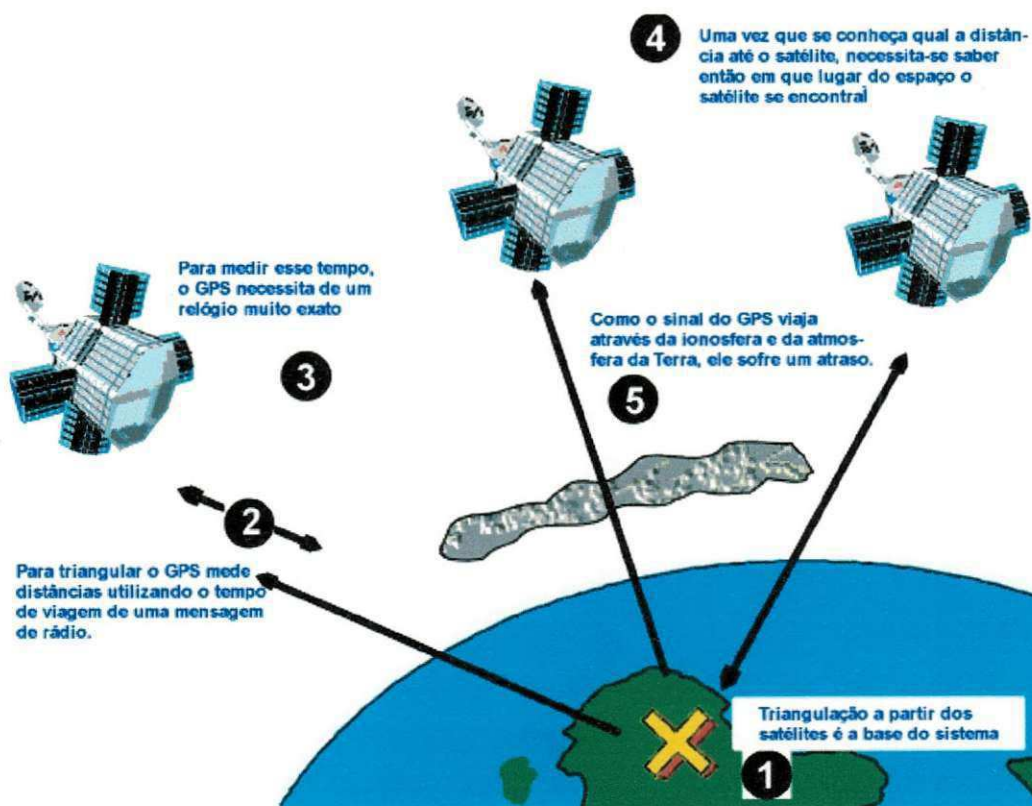


Figura Rastreamento de satélites

V

4.0 – ESTUDOS REALIZADOS

4.1 – ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Com a finalidade de se coletar dados para elaboração do projeto, foram realizados pela prefeitura municipal estudos topográficos com locação do eixo da via, nivelamento, contra-nivelamento e seções transversais do eixo locado, conforme discriminado abaixo:

- Locação do Eixo

A locação do eixo obedeceu ao processo de estaqueamento usual com estacas de 20 em 20 metros e intermediárias de 5 a 10 metros nos desenvolvimentos de curvas e em pontos característicos, como cruzamento de vias, cercas, linhas de transmissão e outros tipos de transposições julgadas necessárias a elaboração do projeto. Para a locação foi utilizando piquete em madeira de lei com estacas testemunhas em todos os pontos locados.

As estacas intermediárias foram designadas pela mesma numeração da estaca anterior mais a distância a mesma em metros. A locação das curvas seguiu o processo de deflexões sobre as tangentes.

- Nivelamento e Contra-Nivelamento

O nivelamento e contra-nivelamento do eixo locado foram elaborados pelo processo geométrico utilizando-se nível automático de luneta com precisão de $\pm 2\text{mm/km}$.

Foram nivelados e contra-nivelados todos os piquetes locados (estacas inteiras e intermediárias) partindo de uma Referência de Nível oficial, pertencente à malha georeferenciada da Prefeitura Municipal.

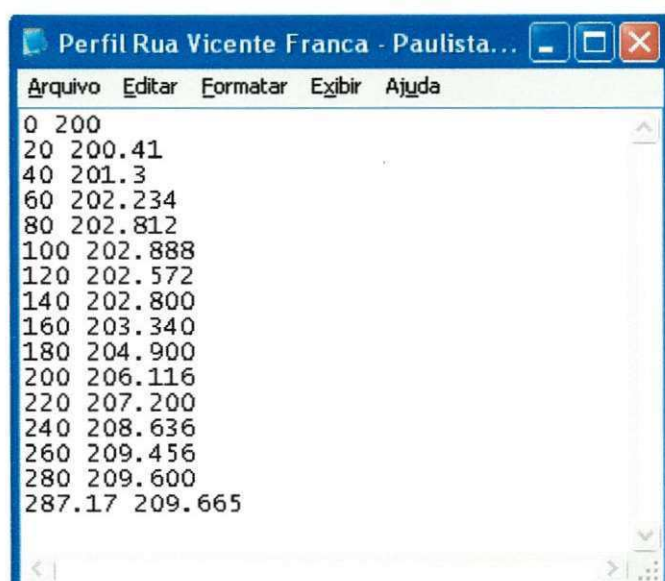
- Seções Transversais

Para o levantamento das seções transversais utilizou-se, também, o processo de nivelamento geométrico com nível de luneta automático com precisão

de $\pm 2,0\text{mm/km}$ e medidas a trena observando-se todas as variações de relevo ocorridas no terreno assim como a ocorrência de matacões e grandes blocos de rocha.

4.1.2 Elaboração dos desenhos topográficos

Os dados coletados na etapa de nivelamento em campo, foram entregues em cadernetas, posteriormente calculadas e lançadas em bloco de notas com formato adequado para Softdesk (*.txt), semelhante ao da figura 10. A forma de lançamento, traz na primeira coluna, a estaca em metros e a respectiva cota/altitude na segunda coluna:



Estaca (m)	Cota/Altitude
0	200
20	200.41
40	201.3
60	202.234
80	202.812
100	202.888
120	202.572
140	202.800
160	203.340
180	204.900
200	206.116
220	207.200
240	208.636
260	209.456
280	209.600
287.17	209.665

Figura 10 - Caderneta de nivelamento da Rua Vicente Franca

Os dados obtidos no levantamento de seções transversais foram igualmente entregues em cadernetas para serem calculadas e transformados em bloco de notas com formato *.txt, semelhante ao mostrado na figura 11, onde foram lançadas as estacas em metros no início de cada seção, na segunda coluna, a distância do eixo até um determinado ponto da seção, que neste caso foi de 10m para cada lado do eixo da seção, e ainda as respectivas cotas desses pontos na segunda coluna.

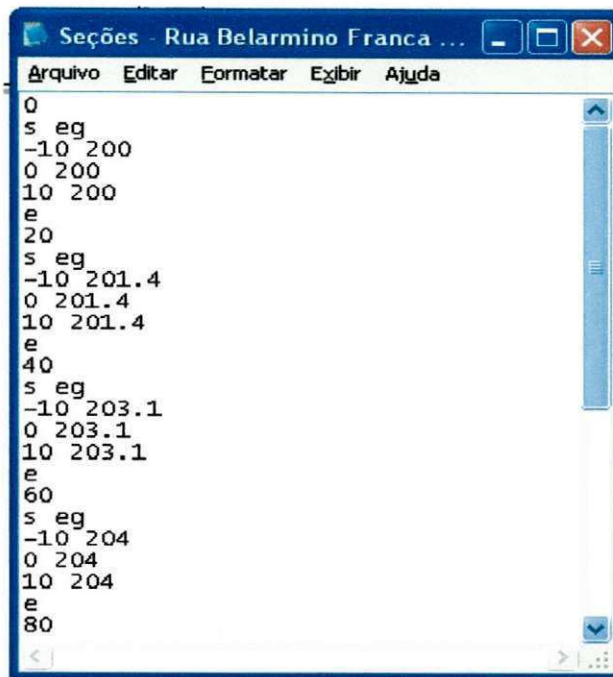


Figura ? - Cademeta de seções transversais da rua Belarmino Franca

Com o auxílio do SOFTDESK 8 (aplicativo do AUTO CAD utilizado pela ATECEL) e os dados obtidos da cademeta de nivelamento, foi gerado o perfil do terreno natural, conforme a figura abaixo:

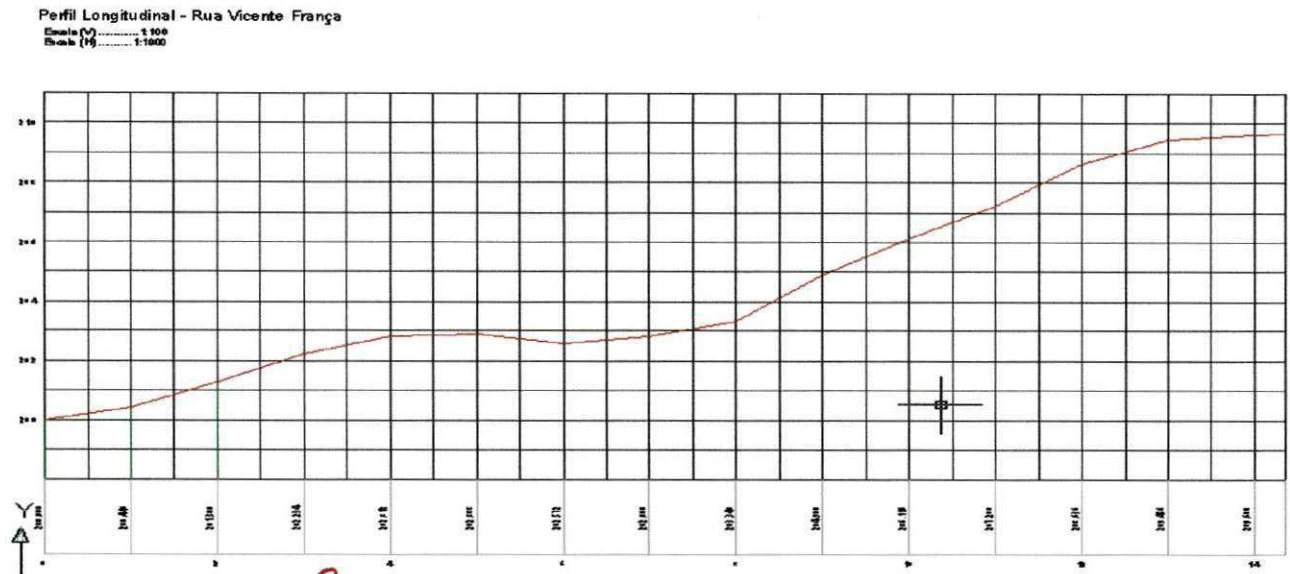


Figura ? - Perfil do terreno natural da rua Vicente França



4.2 – ESTUDO GEOTÉCNICO

Foi realizado, quando verificada a necessidade, um furo de sondagem para determinação do suporte do solo de fundação e dimensionamento das camadas do pavimento, com classificação visual do material coletado.

Estudo geotécnico em área de empréstimo para regularização e reforço de subleito e em saibreiras para sub-base (se necessário), fazer classificação e coletar amostras para ensaio em laboratório (ensaio de granulometria, índices físicos, densidade in situ, compactação e CBR).

4.3 – ESTUDO HIDROLÓGICO

Os Estudos Hidrológicos constituíram-se de:

- Coleta de dados climáticos, pluviométricos e pluviográficos da área em estudo e da cidade de João Pessoa especificamente (como referência);
- Levantamento das características das bacias hidrográficas sendo, no caso presente, limitadas a apenas aos dispositivos de drenagem existentes na área das comunidades em questão;
- Processamento dos dados coletados para definição de precipitações pluviais e do escoamento superficial;

Os estudos hidrológicos efetuados na região, objetivaram a determinação dos elementos necessários para o dimensionamento de obras de arte correntes e dos elementos de drenagem superficial.

– Coleta dos dados hidrológicos

Foram utilizados os elementos constantes da publicação “Dados Pluviométricos”, da SUDENE. Com eles foram elaborados histogramas de precipitação média mensal.

Os dados pluviográficos disponíveis na região são os constantes do livro “Chuvas Intensas no Brasil”, de Otto Pfafstetter.

- Processamento dos dados coletados

Os dados pluviométricos foram processados de modo a se obter as curvas de Intensidade-Duração-Frequência para períodos de recorrência de 5 e 10 anos.

Os dados são os seguintes:

Dados	duração em minutos					duração em horas			
	5	15	30	60	120	4	8	14	24
α	0,108	0,122	0,138	0,156	0,166	0,174	0,176	0,174	0,170
β	0,000	0,000	0,040	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
K 10	1,280	1,320	1,450	1,590	1,630	1,660	1,660	1,660	1,640
K 25	1,420	1,480	1,650	1,850	1,910	1,960	1,980	1,960	1,940
K 50	1,530	1,610	1,820	2,070	2,150	2,220	2,240	2,220	2,190
K 100	1,640	1,750	2,000	2,300	2,410	2,500	2,530	2,500	2,460
P (1ano)	8,740	18,10	25,98	34,37	44,83	55,62	67,78	79,32	93,01
P (10 anos)	11,19	23,89	37,67	55,60	73,07	92,33	112,5	131,7	152,6
P (25 anos)	12,41	26,79	42,87	64,69	85,63	109,0	134,2	155,5	180,4
P (50 anos)	13,37	29,14	47,28	72,39	108,0	123,5	151,8	176,1	203,7
P (100 anos)	14,33	31,68	51,96	80,43	108,0	139,0	171,5	198,3	228,8

Sendo:

$$K = T.(\alpha + \beta.\delta / T) \quad \text{onde } \delta = 0,25 \quad \text{e}$$

$$P = K.[a.t + b.\log (1 + c.t)]$$

- POSTO PLUVIOMÉTRICO DE JOÃO PESSOA (como referência)

DADOS GERAIS	
Número do posto	38-40-22.5
Município	JOÃO PESSOA
Data da instalação	1.912
Entidade instaladora	DNOCS

V

Latitude Sul	07° 07"
Longitude W	34° 53"
Altitude (m)	5,00
PRECIPITAÇÕES	
Janeiro	97,2
Fevereiro	105,9
Março	290,1
Abril	317,4
Maio	294,4
Junho	320,5
Julho	324,2
Agosto	156,4
Setembro	86,7
Outubro	26,1
Novembro	27,6
Dezembro	37,7
Total anual	2.079,1

A região apresenta um clima Quente e Úmido com chuvas de outono e inverno; segundo a classificação de Wladimir Köppen trata-se de um clima do tipo AS”.

A precipitação pluviométrica média anual da região é da ordem de 2.079 mm com maior incidência de chuvas no período de março a julho.

Cálculos Elaborados

- Tempo de concentração:

Os tempos de concentração foram calculados pela fórmula do California Culverts Practice - California Highways and Public Works:

$$T_c = 57 \times (L^3 / H)^{0,385} \text{ sendo:}$$

T_c - Tempo de concentração, em minutos

L - Comprimento do talvegue, em

H - Diferença de nível entre a cabeceira do curso d'água e o local da obra, em metros

- Descarga de Pico:

Para o cálculo da descarga de pico foram empregados métodos indiretos de cálculo, correlacionando os deflúvios com as chuvas que lhes deram origem.

a - Pequenas Bacias (até 1,0 km²)

A descarga de pico foi calculada pelo método racional, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$Q = 0,278 C.I.A$$

onde:

Q - Descarga de pico, em m³/s;

C - Coeficiente de deflúvio (RUNOFF), adimensional;

I - Intensidade da chuva, em mm/hora;

A - Área da Bacia, em km², até o limite de 1,0 km².

Os coeficientes de deflúvio se encontram discriminados em tabela anexa. Foram adotados os valores relativos ao tipo de solo da bacia, sua cobertura vegetal e a inclinação de suas vertentes.

b - Bacias Hidrográficas

– Vazões de bacias hidrográficas com área entre 1,0 e 2.500 km²

Para o cálculo das vazões das bacias hidrográficas com área compreendida entre 1,0 e 2.500 km² utilizou-se o método do Hidrograma Unitário Triangular que é uma aplicação da teoria da Hidrógrafa Unitária. A descarga de pico foi calculada pela fórmula:

$$Q_p = 0,208 R \cdot A / T_p \quad \text{e} \quad T_p = D/2 + 0,6 T_c$$

onde:

Q_p - Descarga de pico, em m^3 / s

R - Chuva efetiva, em mm

A - Área da bacia hidrográfica, em km^2

T_p - Tempo de pico, em h

D - Duração da chuva, em h

T_c - Tempo de concentração, em h.

Para a representação esquemática da hidrografia triangular foram calculados os tempos de recessão e de base pelas seguintes fórmulas:

$$T_r = 1,67 T_p \quad (\text{Tempo de recessão, em h})$$

$$T_b = 2,67 T_p \quad (\text{Tempo de base, em h})$$

Para bacias com área superior a $1 km^2$ e até $25 km^2$ considerou-se a distribuição da chuva na área e no tempo praticamente uniforme. Assim, adotou-se a duração de chuva igual ao tempo de concentração e a descarga de pico calculada pela equação:

$$Q_p = 0,189 R A / T_c$$

Para o cálculo da descarga de pico foram empregados métodos indiretos de cálculo, correlacionando os deflúvios com as chuvas que lhes deram origem.

- Resultados Obtidos

Os resultados obtidos se encontram resumidos nos quadros, tabelas e desenhos abaixo citados e se encontram a disposição da ATECEL:

a) Elementos de precipitações dos postos pluviométricos;

- b) Curva Intensidade – Duração - Frequência;
- c) Retas de Precipitação – Duração - Frequência;
- d) Curvas de Precipitação - Run-off
- e) Bacias hidrográficas com Área inferior a 100 ha;
- f) Bacias hidrográficas com Área entre 1 e 25 km².

Desenvolva seu trabalho sobre estas bacias e apresente-o!

5.0 – RELATÓRIO DOS PROJETOS

5.1 – Projeto Geométrico

O projeto geométrico foi elaborado de forma que permitisse o máximo de aproveitamento da situação atual das vias existentes, procurando-se adaptar o greide projetado ao revestimento primário atual, obedecendo-se às soleiras das casas e às condições favoráveis de drenagem.

No projeto de execução, são apresentados desenhos em planta e em perfil nas escalas 1:1.000 e 1:100 (como na figura abaixo), respectivamente. Em planta, indica-se a poligonal de locação e, em perfil, os elementos básicos do greide, tais como: estaqueamento dos elementos de curvas verticais, cotas, rampas, comprimento das curvas verticais, flechas das parábolas, assim como os pontos principais das curvas verticais (PCV, PIV e PTV).

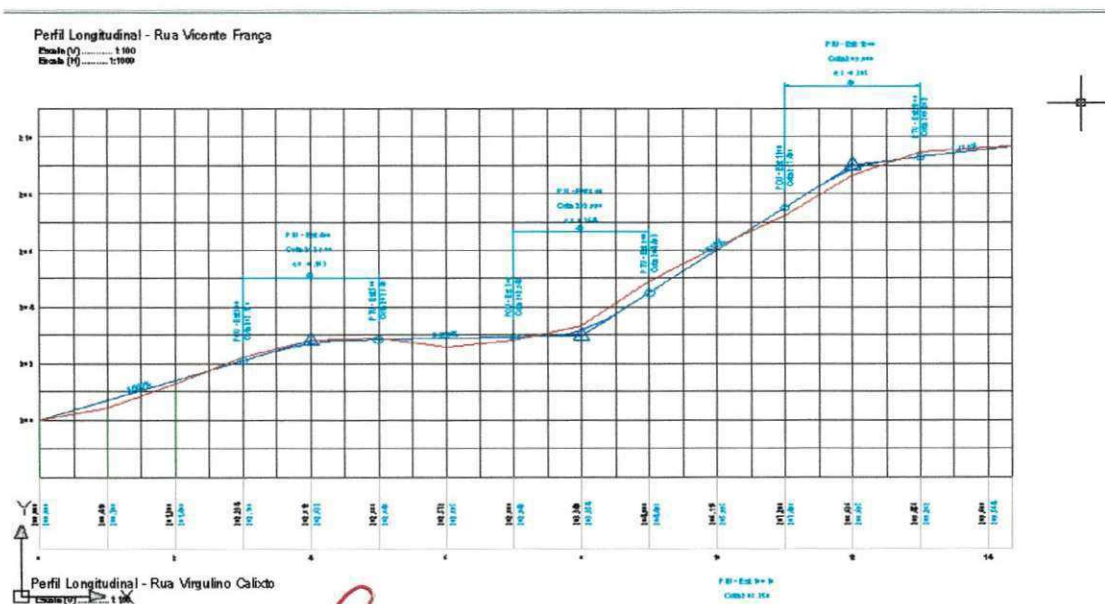


Figura 2 Greide projetado da rua Vicente Franca.

As cotas do greide projetado referem-se à plataforma final do pavimento, obtida após a execução do revestimento, dessa forma se faz necessário, para a execução da camada de terraplenagem, a redução da espessura da camada de revestimento .

V

Nas notas de serviço, são apresentados o número da estaca, a cota do terreno natural no eixo (0,00) e os afastamentos a partir do eixo (offset) e suas respectivas cotas. Os resultados obtidos a partir do traçado geométrico e do projeto de pavimentação são apresentados nas NOTAS DE SERVIÇOS e QUADROS DE CUBAÇÃO, que estão a disposição da ATECEL.

Em anexo ao relatório é apresentado a planta baixa da cidade de Paulista, com o respectivo projeto geométrico e seção tipo do pavimento.

5.2 – Projeto de Terraplenagem

Concepção do Projeto

O projeto de terraplenagem foi desenvolvido a partir do projeto geométrico, procurando-se soluções adaptadas às condicionantes locais, visando obter-se um mínimo de movimento de terras.

Solução Estrutural

A camada final da terraplenagem deverá ser executada obedecendo as especificações de reforço do subleito, a fim de se obter um CBR compatível com o dimensionamento do pavimento, além de atender a um controle geométrico adequado à sua finalidade. A espessura mínima da última camada da terraplenagem será de 0,20 m.

5.3 – Projeto de Pavimentação

Tendo em vista que são vias de pequeno volume de tráfego (leve e pesado), optamos pela solução de pavimentação em paralelepípedo granítico.

PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO:

Dimensionamento (Peltier)

Espessura total do pavimento:

$$HT = (100 + 150 \times P^{0,5}) / (CBR + 5)$$

sendo: $P = 4,1$ t (carga por roda) e $CBR_{\text{subleito}} \geq 15$

$$HT = 20,00 \text{ cm}$$

Em resumo, teremos uma pavimentação conforme abaixo discriminado:

Revestimento: Paralelepípedos (blocos rígidos de pedras, preferencialmente graníticas de características especificadas), assentadas sobre colchão de areia, numa espessura total de 20,00cm (paralelepípedo + colchão de areia), conforme a seção tipo de pavimento abaixo:

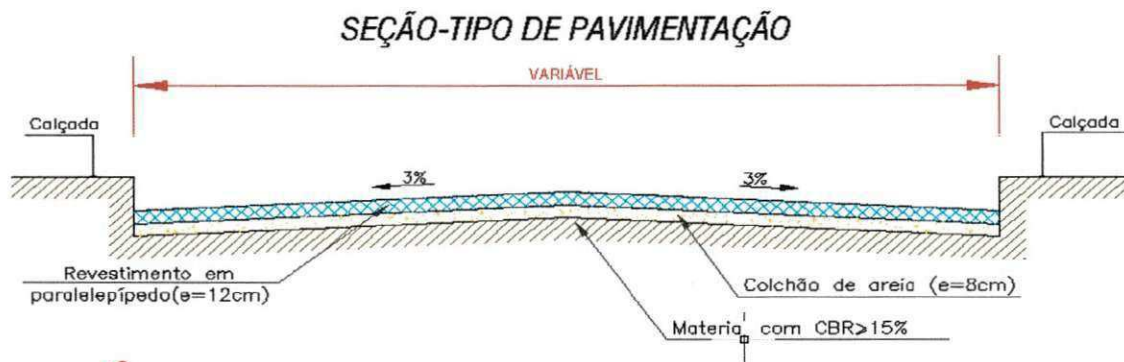


Figura 2 – Seção tipo de pavimento das ruas de Paulista

Regularização: Até 0,20 m de espessura, com remoção ou não de material e compactada a 100% do PN.

Obs.: Quando o solo do subleito apresentar um suporte baixo, (CBR < 15%), necessariamente deverá ser executado um reforço de subleito que terá 0,10m de espessura e será executado com material natural (CBR \geq 15) proveniente de empréstimo, o qual deverá estar localizado, a uma distância média de transporte de 5 Km.

5.4 – Projeto de Drenagem

- Generalidades – Concepção do projeto

O projeto de drenagem em vias urbanas teve como objetivo promover o adequado escoamento das águas pluviais, das vias e áreas urbanas, oferecendo segurança e proteção ao trânsito público e às habitações, (população das áreas envolvidas).



Os elementos básicos utilizados no dimensionamento das obras de arte correntes foram: estudo hidrológico; estudo topográfico, estudo geotécnico, projeto geométrico e observações no campo.

Dimensionou-se o sistema de drenagem de transposição urbana de águas pluviais com seguintes dispositivos :

Meios-fios c/linha d'água;

Bocas de lobo;

Galerias ou tubulações, circulares de concreto, de drenagem urbana;

O dimensionamento do sistema de drenagem, encontra-se a disposição da ATECEL, com os resultados da: vazão, diâmetro da tubulação, velocidade de escoamento etc.

- Considerações preliminares

É importante observar que:

-durante a elaboração do projeto de drenagem, foram aproveitadas, obviamente, as galerias já existentes;

-toda a pavimentação das vias, (ruas), foi projetada de modo a permitir o máximo aproveitamento de drenagem através das linhas d'água (sarjetas);

-todos os dispositivos de drenagem foram dimensionados objetivando o rápido escoamento das águas evitando acúmulo nas vias e sem interferência com áreas adjacentes;

A determinação dos espaçamentos entre as entradas d'água foi feita adotando-se o mesmo critério estabelecido para sarjetas, ou seja, respeitadas as condições de erosão e transbordamento. A fim de se determinar o espaçamento entre essas entradas d'água, admitiu-se a acumulação de água numa faixa de 1 m de largura, ao longo da linha d'água.

- Cálculo da altura da lâmina d'água da sarjeta/meio-fio

Sarjetas/meio-fio – dispositivo que conduz as águas que se precipitam sobre a rua até a boca de lobo.

A altura da lâmina d'água para uma vazão, Q_0 , é dada pela fórmula de Izzard baseada na fórmula de Manning:

$$Q_0 = (0,375 \times Y_0^{8/3} \times Z \times l^{1/2}) / n$$

onde, dessa expressão se obtém:

$$Y_o = 1,445 \times 1/Z^{3/8} \times (Q_o / I^{1/2} \times n - 1)^{3/8}$$

Onde:

Y_o = altura d'agua na sarjeta, em metros;

Q_o = vazão da sarjeta, m³/s;

I = declividade longitudinal da sarjeta, em m/m;

Z = recíproca da declividade transversal, $Z = \text{tg } \Phi$

n = coeficiente de rugosidade (Manning) (= 0,013);

- Determinação da velocidade de escoamento na sarjeta (V_o)

Pela equação da continuidade temos:

$$V_o = 0,958 \times Z^{-1/4} \times (I^{1/2} \times n - 1)^{-3/4} \times Q_o^{1/4}$$

A velocidade de escoamento permite determinar o tempo de percurso na sarjeta e, tem limites restritos, função do tipo de revestimento e declividade.

Declividade – m/m	Capacidade de escoamento -l/s	Velocidade – m/s
0,001	30	0,29
0,002	45	0,49
0,005	75	0,63
0,007	80	0,75
0,010	100	0,89
0,015	125	1,11
0,020	140	1,27
0,030	170	1,54
0,040	200	1,77
0,050	225	2,00
0,060	250	2,20



- Cálculo do espaçamento entre as bocas de lobo e/ou entradas d'água:

Obtém-se o espaçamento entre as bocas de lobo, utilizando-se a fórmula de Izzard, (baseada na fórmula de Manning), associada à fórmula racional para a determinação das descargas afluentes:

$$\text{Fórmula de Izzard: } Q_0 = (0,375 \times Y_0^{8/3} \times Z \times I^{1/2}) / n \text{ (cap. hid.)}$$

$$\text{Fórmula racional: } Q_0 = 2,78 \times 10^{-7} \times C \times I \times A \text{ (descarga afluente)}$$

Onde :

Q_0 = descarga afluente à sarjeta em m³/s;

C = coeficiente de escoamento superficial;

I = intensidade de precipitação;

A = área de drenagem, em m², que pode ser expressa como:

$$A = L \times d, \text{ onde:}$$

L = largura do implúvio, em metros e

d = comprimento crítico da sarjeta em metros (espaçamento máximo, para que não haja transbordamento da sarjeta).

Substituindo e comparando as duas fórmulas, ou seja, a capacidade hidráulica da sarjeta com a descarga afluente:

$$d = (0,375 \times Y_0^{8/3} \times Z \times I^{1/2}) / 2,78 \times 10^{-7} \times C \times I \times L \times n$$

- Cálculo do tempo de percurso da água, na sarjeta:

$$\text{Temos: } t_p = d / V_0 \text{ onde,}$$

t_p = tempo de percurso na sarjeta, em minutos;

d = comprimento da sarjeta em metros e

V_0 = velocidade de escoamento, em m/s.

- Bocas de Lobo

São dispositivos especiais que têm a finalidade de captar às águas pluviais que esquom pelas sarjetas para, em seguida conduzi-las às galerias subterrâneas.



No presente projeto utilizou-se “bocas de lobo simples” ou seja, com abertura no meio-fio, caso em que a caixa coletora fica situada sob o passeio.

As bocas de lobo, podem funcionar sob duas condições de escoamento:

Escoamento com superfície livre: - neste caso a boca de lobo funciona como vertedor;

Escoamento afogado: - neste caso a boca de lobo funciona como orifício.

- Determinação da Capacidade de Esgotamento de Boca de Lobo Simples em “Pontos Baixos da Sarjeta”:

- Vazão da boca de lobo funcionando como vertedor, ou seja, para altura d'água ($y / h < 1$), utilizamos a fórmula (em “Pontos Baixos da Sarjeta”):

$$Q/L = 1,703 y^{3/2}$$

Onde:

h = abertura do meio-fio, em metros;

y = altura da água na entrada;

Q = vazão máxima esgotada pela boca de lobo, em m³/s;

L = comprimento da abertura, em metros.

- Vazão da boca de lobo funcionando como orifício ou seja, para altura d'água ($y / h > 2$), utilizamos a fórmula (em “Pontos Baixos da Sarjeta”):

$$Q/L = 3,101 h^{3/2} (y'/h)^{1/2}$$

Onde: C = 0,7 e $y' = y - h/2$ (y' é igual a carga no meio da abertura do meio-fio)


Obs. No nosso caso vamos procurar trabalhar com a boca de lobo funcionando como conduto livre.

- Vazão de boca de lobo simples em ponto intermediário da sarjeta:

$$Q/L = (K + C) \times y \times (g \times y)^{1/2}$$

Onde: g = aceleração da gravidade, em m/s²

C = constante; igual a zero para boca de lobo sem depressão;



y = altura do fluxo na sarjeta imediatamente antes da boca de lobo;
igual a y_0 para boca-de-lobo sem depressão;

y_0 = profundidade da lâmina d'água na sarjeta, em metros..

– Poços de visita

Os mesmos também têm a finalidade de permitir a mudança ou das dimensões das galerias ou de sua declividade e direção. São dispositivos previstas quando em um mesmo local concorrem mais de um coletor. Ainda têm o objetivo de permitir a limpeza nas galerias e a verificação de seu funcionamento e eficiência.

As bocas-de-lobo, após devidamente dimensionadas, são ligadas aos poços-de-visita através de tubulações de concreto.

No projeto de drenagem da cidade de PAULISTA foram utilizados 15,00m de galerias de concreto com diâmetro de 600mm e 215,00m de galerias com diâmetro de 800mm, conforme as notas de serviço a disposição da ATECEL.

Em anexo ao relatório é apresentado a planta baixa do projeto de drenagem da cidade de Paulista.

-COMENTÁRIOS SOBRE OS PROJETOS

Os elementos básicos utilizados na verificação das obras existentes consistiram de: estudo hidrológico; estudo topográfico e projeto geométrico; observações no campo, do comportamento das obras.

No estudo hidrológico foram caracterizadas as bacias hidrográficas e regime de chuvas intensas para conhecimento das condições em que se verifica o escoamento superficial, de modo a se obter a seção de vazão mínima necessária.

O estudo topográfico e o projeto geométrico informaram os resultados dos levantamentos realizados nos locais das obras.

Nos levantamentos de campo, foi observado o comportamento das obras existentes, bocas de lobo, poços de visita e as galerias circulares e retangulares obtendo-se dados importantes sobre o funcionamento das mesmas.

Para o dimensionamento hidráulico das novas obras, admitiu-se que o nível d'água de montante não deverá ultrapassar a cota do ponto mais alto da seção livre de entrada, quando as obras forem solicitadas pela descarga de projeto.

O cálculo da intensidade de chuva I , em cm/h, foi obtido na curva Intensidade-Duração-Frequência do Posto de João Pessoa - Pb, para um período de recorrência de 5 anos.

Para verificação da suficiência da seção das obras existentes, o procedimento consistiu em submeter a galeria a uma descarga de projeto para um tempo de recorrência de 10 anos, admitindo-se a mesma trabalhando com uma carga hidráulica de $0,85 D$, (onde D é o diâmetro do coletor), quando a carga hidráulica ultrapassar este valor, teria a sua seção de vazão aumentada. As galerias devem ser dimensionadas para funcionarem como condutos livres. Entretanto, procurou-se dar atenção especial ao estado de conservação e as informações locais sobre o funcionamento da obra.

Todos os elementos construtivos da drenagem, – projetos – tipo, estão detalhados no Projeto de Execução a disposição da ATECEL.



6.0 CONCLUSÃO

Atualmente, diante da evolução tecnológica crescente é imprescindível o conhecimento acurado das mais diversas ferramentas de trabalho, para que se possa obter sempre o melhor resultado na elaboração de projetos de engenharia.

A oportunidade de estágio é um excelente momento para o aluno consolidar os conhecimentos adquiridos em sala de aula, com o auxílio de profissionais mais experientes de maneira a possibilitar ao estagiário uma maior adequação de seus conhecimentos a realidade do mercado profissional atual.

Para a empresa que recebe o estagiário as vantagens também são múltiplas, pois ao conceder a oportunidade de estágio, ela automaticamente passa a capacitar mão de obra qualificada e preparada a suprir qualquer necessidade da própria empresa, consistindo o estágio em uma oportunidade única de elevação de conhecimentos por parte do aluno e de ganho de produtividade por parte da empresa.

Do ponto de vista da formação profissional atual, constata-se o fato de ser indispensável o conhecimento e a utilização de softwares na elaboração de projetos de engenharia, diante do inquestionável ganho de produtividade e da redução de possíveis erros que eventualmente possam ser cometidos com a utilização de softwares preparados para tais fins.

Verifica-se que a utilização de softwares especializados potencializa os conhecimentos profissionais e insere um ganho qualitativo aos trabalhos, pois fica facilitado o acesso as informações e com isso melhora a possibilidade de elaboração de trabalhos mais acurados.

Para melhorar os projetos!

7.0 SUGESTÕES

Diante do que foi vivenciado durante o período de vida acadêmica e de estágio, verifica-se a necessidade de uma maior interligação entre os meios acadêmicos e práticos, de modo a aproximar os conhecimentos desenvolvidos em sala de aula as práticas do mercado profissional atual.

Esta deve ser uma preocupação constante das instituições formadoras de mão de obra para que se tenha um maior ganho de produtividade, tanto do lado acadêmico, quanto do lado profissional.

8.0 - BIBLIOGRAFIA

- Fernandes, Carlos. Microdrenagem um estudo inicial. Campina Grande-PB, 2003.
- Pontes Filho, Glauco. Estradas de Rodagem:Projeto Geométrico. São Carlos, 1998
- Dacach, Nelson Gandur. Sistemas urbanos de esgoto. Editora Guanabara dois S.A – Rio de Janeiro, 1984.
- Sistema de Gerência Rodoviária-Programa de Treinamento de Pessoal Técnico Utilizando o Software Softdesk Civil/Survey 7.2. Campina Grande,2000
- Roteiros Rápidos e Exercícios para Softdesk Civil/Survey 7.2. Studio CAD Projetos & Apresentações Ltda

Rodrigues, John Kennedy Guedes. NOÇÕES SOBRE GLOBAL POSITIONING SYSTEM – GPS, Campina Grande 2003.

ESPARTEL, LÉLIS. Curso de Topografia. 1ª ed. 4ª impressão. Porto Alegre, Editora Globo. 1975. 655 p.

COMASTRI, JOSÉ ANÍBAL. Topografia Altimetria. José Aníbal Comastri, José Cláudio Tuler. Minas Gerais, Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa. 1980. 160 p.

ANEXOS