



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
COORDENAÇÃO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

# **Relatório de Estágio Supervisionado**

Aluno:

Joálison Guedes Barbosa

Orientadora:

Maria de Fátima Queiroz Vieira

Campina Grande, abril de 2010.

*Relatório referente à disciplina*

*Estágio Supervisionado desenvolvido pelo aluno*

*Joálison Guedes Barbosa*

*Sob a orientação da professora Maria de Fátima Queiroz Vieira.*

---

**Joálison Guedes Barbosa**

(Aluno)

---

**Maria de Fátima Queiroz Vieira**

(Orientadora)

# SUMÁRIO

Sumário.....	3
Lista de Figuras.....	5
Lista de Tabelas.....	7
Lista de Quadros e Gráficos.....	8
1. Introdução.....	9
<b>1.1. Objetivos</b> .....	9
<b>1.2. O LIHM</b> .....	9
1.2.1. Linhas de Pesquisas.....	10
1.2.2. Avanço do Conhecimento e Inovação Tecnológica.....	11
1.2.3. Projetos e Parcerias.....	12
1.2.4. Atividades do Estágio.....	12
1.2.5. Apresentação do Texto.....	13
2. Análise de Incidentes no Setor Elétrico.....	14
<b>2.1 Prevenção de Acidentes</b> .....	14
<b>2.2 Registro de Incidentes na Empresa CHESF</b> .....	15
2.2.1. Características dos Operadores.....	15
2.2.2. Características da Tarefa de Operação.....	15
2.2.3. O Contexto de Trabalho.....	16
2.2.4. Análise do Histórico de Falhas.....	17
2.2.5. Análise das Estratégias Existentes.....	18
<b>2.3. Da Taxonomia à Ferramenta</b> .....	18
2.3.1. A Necessidade da Taxonomia.....	19
2.3.2. A Ferramenta.....	19
3. O Projeto das Ferramentas.....	21
<b>3.1. A Taxonomia</b> .....	21

3.1.1.	Categorização do Erro Humano .....	23
3.1.2.	Taxonomia Proposta.....	23
<b>3.2.</b>	<b>Projeto do BD para a taxonomia</b> .....	<b>26</b>
<b>3.3.</b>	<b>A Arquitetura</b> .....	<b>28</b>
3.3.1.	Registro e Análise de Acidentes e Incidentes .....	29
3.3.2.	Interface entre a Ferramenta e o BD .....	30
<b>3.4.</b>	<b>O Modelo de Dados</b> .....	<b>39</b>
<b>3.5.</b>	<b>A Interface</b> .....	<b>45</b>
3.5.1.	Módulo para Registro de Incidente/Acidente .....	48
3.5.2.	Módulo de Análise de Incidente/Acidente .....	53
4.	Validação da Ferramenta.....	59
5.	Considerações Finais .....	61
6.	Referências Bibliográficas .....	62
7.	Anexos.....	64
	ANEXO A – Estudo sobre o Erro na Indústria .....	64
	ANEXO B – Dicionário de Dados .....	72
	ANEXO C – Exemplo de Relatório de Incidente Gerado pela Ferramenta .....	77
	ANEXO D – Taxonomia Proposta no LIHM.....	82
	ANEXO E – Modelo Entidade Relacionamento (MER).....	84

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1: A taxonomia e categorias CHESF / LIHM .....	27
Figura 2: Interação com o BD .....	29
Figura 3: Detalhe do Ishikawa .....	31
Figura 4: Classe operação do diagrama de classes do LIHM.....	31
Figura 5: MER do banco de dados.....	40
Figura 6: Botões de controle de abas.....	48
Figura 7: Diagrama de Ishikawa com destaque para a aba Programação. ....	49
Figura 8: Tela exibindo a aba <i>Programação</i> .....	49
Figura 9: Exemplo de botão.....	49
Figura 10: Exemplo de checkBox. ....	50
Figura 11: Exemplo de comboBox. ....	50
Figura 12: Espaço reservado para observações na aba Programação (uma <i>richTextBox</i> ).....	50
Figura 13: Tela na aba Programação com marcações nos checkboxes. ....	51
Figura 14: Tela na aba Equipamentos com combobox.....	51
Figura 15: Campo para identificar a instalação. ....	52
Figura 16: Tela da aba Relatório. ....	52
Figura 17: Botões de controle da aba Resultado. ....	53
Figura 18: Acesso ao módulo de análise.....	54
Figura 19: Tela inicial de consulta de relatório. ....	55
Figura 20: Filtragem de relatórios. ....	56
Figura 21: Seleção do relatório através de clique simples ou duplo. ....	56
Figura 22: Consulta ao banco de dados da ferramenta a partir do ID do relatório.....	57
Figura 23: Detalhamento do relatório relativo ao grupo Programação.....	58
Figura 24: Tela mostrando marcação de itens. ....	59
Figura 25: Tela de confirmação referente a Material. ....	60

Figura 26: Modelo de acidente organizacional de James Reason (1997) .....	64
Figura 27: Migração do sistema para as fronteiras do desempenho seguro. (Rasmussen, 1997) .....	69

# LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Relação de erros humanos.....	23
Tabela 2: Comparativo entre as taxonomias – elementos relacionados ao homem.....	25
Tabela 3: Comparativo entre as taxonomias – elementos relacionados ao homem.....	26
Tabela 4: Mapeamento para aba Programação.....	34
Tabela 5: Mapeamento para aba Execução.....	34
Tabela 6: Mapeamento para aba Mão de Obra.....	36
Tabela 7: Mapeamento para aba Material.....	37
Tabela 8: Mapeamento para aba Equipamentos.....	37
Tabela 9: Mapeamento para aba Meio Ambiente.....	38
Tabela 10: Mapeamento para aba Resultado.....	39
Tabela 11: Tabela za_categoria ou za_categoria_chesf.....	41
Tabela 12: Tabela zb_tipo.....	41
Tabela 13: Tabela zc_subtipo.....	42
Tabela 14: Tabela zd_at_daf_deficiencia_analise.....	43
Tabela 15: tipos por categoria.....	43
Tabela 16: tipos por categoria.....	44
Tabela 17: Categoria Organização.....	44
Tabela 18: Categoria Atuação.....	45
Tabela 19: Categoria Tarefa.....	45

# LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS

Quadro 1: Classificação de falhas de ações de controle segundo Leveson. ....71

Gráfico 1: Distribuição de categorias dos relatórios de falhas analisadas. ....17

# 1. INTRODUÇÃO

As atividades desenvolvidas ao longo do período do estágio supervisionado focalizaram na área de interfaces com o usuário para ambientes de automação industrial, adotando como estudo de caso o sistema elétrico da empresa CHESF (Companhia Hidro Elétrica do São Francisco). Prestando apoio a projetos em desenvolvimento, auxiliando o projeto do Simulador de Realidade Virtual.

A maior parte do estágio foi dedicada ao acompanhamento do projeto de desenvolvimento e adaptação da ferramenta de registro de incidentes e acidentes existente na empresa CHESF, e em particular no desenvolvimento de uma ferramenta de análise de incidentes.

## 1.1. OBJETIVOS

O estágio foi desenvolvido no Laboratório de Interfaces Homem-Máquina (LIHM) do DEE UFCG e dentre as atividades realizadas o foco consistiu o desenvolvimento de uma ferramenta para registro e análise de incidentes e acidentes ocorridos em uma empresa do setor elétrico.

## 1.2. O LIHM

O LIHM desenvolve projetos acadêmicos e industriais e presta serviços de avaliação da usabilidade de produtos. Suas atividades caracterizam uma integração efetiva da Universidade com o setor empresarial, em especial com a indústria de software e de automação de processos industriais.

### 1.2.1. LINHAS DE PESQUISAS

Segundo sua descrição no cadastro nacional dos grupos de pesquisa do CNPQ, o LIHM atua nas quatro linhas de pesquisa, descritas a seguir:

#### **Formalização e Validação de Princípios Ergonômicos de Interfaces**

Objetiva o estudo e a aquisição experimental de princípios ergonômicos voltados para a concepção de interfaces homem-máquina, sua representação e validação. A pesquisa dos princípios está voltada primordialmente para as características do usuário no mercado nacional. A validação dos princípios se fundamenta na avaliação da usabilidade das interfaces geradas a partir deles. O propósito é disponibilizar um conjunto de princípios para apoiar a atividade de projeto.

#### **Concepção Ergonômica e Avaliação da Adequação da Interface com o usuário de Sistemas Interativos**

Este tema objetiva a concepção e avaliação da adequação ergonômica da interface de sistemas interativos, utilizando métodos, ferramentas e princípios investigados nos demais temas de pesquisa do grupo. Os contextos de aplicação são: automação industrial de sistemas críticos; treinamento via web; interação com dispositivos pervasivos e concepção de soluções para usuários com necessidades especiais. Contempla também a investigação de novas técnicas de interação para os contextos citados.

#### **Interfaces com o usuário para ambientes de automação industrial**

Este tema visa, adotando critérios ergonômicos, conceber e avaliar interfaces para sistemas de automação industrial, em particular para sistemas críticos, nos quais o erro humano pode resultar em perdas materiais e ameaça à vida dos que estão direta ou indiretamente envolvidos. Nesta linha está também contemplada a

concepção de ambientes simulados para o treinamento de operadores dos sistemas citados com base na análise do histórico de erros de operação, segundo modelos cognitivos do comportamento humano.

### **Proposição de Métodos e desenvolvimento de Ferramentas de suporte para a Concepção e Avaliação de Interfaces**

Neste tema de pesquisa, são propostos métodos (formais, conceituais e computacionais) e desenvolvidas ferramentas para apoiar sua aplicação na concepção e avaliação de sistemas interativos. Os métodos incorporam os princípios ergonômicos investigados na área. Dentre os métodos formais adotados, destaca-se a construção de modelos da interação no formalismo Rede de Petri.

#### **1.2.2. AVANÇO DO CONHECIMENTO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**

O foco de ação da equipe do LIHM é a formação de recursos humanos nos níveis de Graduação, Mestrado e Doutorado. Divulgando seus resultados na forma de publicações, realizando projetos e prestando serviços de consultoria nos temas: avaliação da usabilidade de produtos, concepção de produtos interativos. A equipe do LIHM oferece cursos de concepção e avaliação de interfaces nos níveis de extensão e pós-graduação, além de participar de cooperações e convênios com instituições nacionais e internacionais.

O avanço do conhecimento nas atividades do LIHM deve-se :

- à adoção de métodos formais na concepção e avaliação de interfaces;
- ao desenvolvimento de novas metodologias para a concepção e avaliação de interfaces para sistemas industriais críticos;
- à proposta de diretrizes para o projeto de interfaces ergonômicas, voltadas a contextos específicos a exemplo de sistemas de automação industrial;

- à Investigação de novos paradigmas de interação para sistemas industriais críticos.

Na vertente inovação tecnológica salienta-se :

- o desenvolvimento de métodos para suporte à avaliação de interfaces com o usuário;
- o aumento da qualidade de produtos a partir da aplicação do critério usabilidade.

A aplicação dos resultados da pesquisa a contextos específicos prioriza a concepção de interfaces para sistemas de automação industrial considerado críticos, a exemplo do ambiente para treinamento de operadores de ambientes de automação industrial, com base em estudos do erro humano e, utilizando a representação em realidade virtual.

### 1.2.3. PROJETOS E PARCERIAS

No portfólio de parcerias e projetos já realizados destacam-se: PaqTcPB, ATECEL, CHESF, Apel, Insiel, New Ink, LightInfocom.

### 1.2.4. ATIVIDADES DO ESTÁGIO

As atividades de estágio consistiram no acompanhamento e apóio ao projeto de Simulador de Realidade Virtual, e primordialmente no acompanhamento e desenvolvimento da ferramenta de registro e análise de incidentes para o setor elétrico.

O estágio contou como a infra-estrutura do LIHM que incluiu recursos materiais (hardware, software, ...) e demais insumos necessários ao desenvolvimento da atividade.

A princípio houve uma integração com a equipe e familiarização com os projetos, por meio de apresentações semanais, que permitiram obter uma visão geral das atividades em desenvolvimento no grupo.

Após o contato inicial com os projetos, houve um período de familiarização com a ferramenta de software utilizada no desenvolvimento do banco de dados e de sua interface - Visual Studio (Studio, 2010). A linguagem de programação adotada foi C# (C Sharp, 2010).

O estagiário acompanhou a concepção do *layout* da ferramenta de cadastro quando teve a oportunidade de adaptá-la para representar a estrutura da taxonomia de incidentes e acidentes no setor elétrico. A taxonomia, finalizada por seu autor (Scherer, 2010) ao longo do estágio, consistiu na base da estrutura do banco de dados o qual contou com um refinamento das classes representadas para constar do presente projeto.

Em seguida, a ferramenta de análise do incidente, foi desenvolvida e validada pelo estagiário.

#### 1.2.5. APRESENTAÇÃO DO TEXTO

Na sequência, o capítulo 2 apresenta os conceitos básicos sobre a análise do acidente no setor elétrico, do ponto de vista de alguns autores da área, assim como os estudos realizados no LIHM com base em documentos da empresa CHESF, os quais levaram à concepção da ferramenta para cadastro e análise de incidentes.

O capítulo 3 aborda o desenvolvimento da ferramenta de registro e análise, com base em uma versão da taxonomia de acidentes e incidentes. Finalmente, no capítulo 4, é apresentado o teste realizado para validar a ferramenta e são tecidas as considerações sobre o trabalho realizado ao longo do estágio.

## 2. ANÁLISE DE INCIDENTES NO SETOR ELÉTRICO

Autores no tema de análise de acidentes e incidentes na indústria recomendam colocar o foco da segurança não no operador, como era de praxe, mas tratar o incidente como o resultado de uma ação coletiva oriunda de todos os níveis, relacionando inclusive fatores externos ao sistema.

Um trabalho recente desenvolvido no LIHM (Nascimento, 2010), estuda o erro humano no contexto da empresa CHESF, a partir da análise de documentos os quais relatam incidentes (entre os anos de 1996 a 2005) e da pesquisa sobre as características da tarefa dos operadores e do contexto de trabalho.

Dada a imprecisão e incompletude dos dados relatados, surgiu a necessidade de refinar a taxonomia adotada na empresa o que resultou na proposição de uma nova taxonomia e no desenvolvimento de uma ferramenta para apoiar sua adoção.

### 2.1 PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Historicamente a análise de acidentes do trabalho busca culpados entre àqueles que ocupam a base da hierarquia, e negam a existência de problemas ou disfunções nos sistemas que estão no centro desses eventos. Nas últimas décadas, surgiram visões que se contrapõem à visão histórica, destacando a existência de disfunções sistêmicas, que são sinais da ocorrência de problemas incubados, os quais precisam ser localizados e adequadamente interpretados.

No ANEXO A é realizado uma abordagem aos incidentes<sup>1</sup> e acidentes<sup>2</sup> em ambientes de risco, onde são apresentados conceitos mais recentes sobre as causas do erro humano que abrangem todas as instâncias do processo.

---

<sup>1</sup> Os incidentes são acontecimentos que não chegam a se caracterizar como um acidente, mas que afetam a segurança da operação.

<sup>2</sup> O acidente resulta em lesão ou enfermidade ao trabalhador, ou causa dano à propriedade, ou prejudica o processo, ou até mesmo causa perda de tempo.

## **2.2 REGISTRO DE INCIDENTES NA EMPRESA CHESF**

Partindo do contexto de estudo do erro e do projeto das interfaces do sistema, na empresa CHESF, especificamente na Subestação Campina Grande II (SE CGD), os estudos realizados no LIHM resultaram em uma visão geral de incidentes. Passando pelas características dos operadores e da tarefa de operação, do contexto de trabalho, e na análise do histórico de falhas e das estratégias preventivas existentes.

Um resumo das análises efetuadas no LIHM é apresentado a seguir por ser considerada de fundamental importância para situar o desenvolvimento de uma nova taxonomia de incidentes para a empresa CHESF.

### **2.2.1. CARACTERÍSTICAS DOS OPERADORES**

O perfil dos operadores da subestação CGD foi traçado aplicando o questionário DePerUSI (Queiroz, 2001), obtendo dados relativos a idade, gênero, formação e a experiência do operador, na empresa e na tarefa.

Na subestação adotada como estudo de caso, há uma equipe com 13 operadores. Nela, o operador realiza a tarefa de controle e a supervisão da subestação, a partir da sala de comando ou diretamente no pátio onde os equipamentos estão localizados.

### **2.2.2. CARACTERÍSTICAS DA TAREFA DE OPERAÇÃO**

A operação de uma subestação do sistema elétrico consiste em realizar tarefas denominadas manobras, as quais são consideradas intervenções sobre o sistema elétrico, de modo a colocar a instalação em uma configuração específica. Estas operações podem ser realizadas de forma automatizada ou através da intervenção de operadores.

As manobras são realizadas para regulação de tensão ou para atender restrições operativas do sistema. As manobras podem ser classificadas em:

- Manobras Programadas: para realização de intervenções programadas;
- Manobras de Urgência: para realização de intervenções de urgência;
- Manobras de Emergência: por necessidade do sistema ou por necessidades da instalação.

Os operadores se apóiam em documentos que normatizam a tarefa, determinando todos os procedimentos a serem seguidos durante uma rotina operacional. É importante notar que tais procedimentos, sofrem modificações ao longo do tempo, refletindo atualizações no sistema tais como a introdução de novos equipamentos, seja devido a mudanças tecnológicas ou a eventuais ampliações da instalação.

### 2.2.3. O CONTEXTO DE TRABALHO

O ambiente organizacional consiste de uma estrutura hierárquica que conta com centros regionais e de subestações (SEs). Os operadores das subestações trabalham em duplas e todas as suas atividades são apoiadas por documentos que prescrevem a tarefa. Nas subestações, durante um turno de trabalho há o engenheiro responsável pela instalação, o técnico encarregado pela equipe e, um dos técnicos da dupla é responsável pelas atividades durante o turno.

Há relatos de estresse, cansaço e sobrecarga cognitiva nos operadores durante suas atividades. Constatando também que equipamentos similares não apresentavam padronização no método de interação e são mantidos em operação vários estágios de desenvolvimento tecnológico. Quanto ao ambiente:

- Organizacional: há queixa de cobranças e de atitudes consideradas inadequadas além de falhas em procedimentos;
- Técnico: o sistema supervisorio implantado não é bem aceito pelos operadores;
- Físico: há falta de isolamento acústico em relação aos equipamentos; e de iluminação insuficiente na sala de operação.

## 2.2.4. ANÁLISE DO HISTÓRICO DE FALHAS

O estudo realizado pelo LIHM analisou um corpus de 35 relatórios, no período compreendido entre os anos de 1996 a 2005, relativos à falha humana ocorridas durante a operação do sistema.

A partir da análise dos relatórios de falhas foram coletados os dados a seguir, os quais estão representados no Gráfico 1. Das 35 ocorrências, 16 estavam ligadas às tarefas programadas e freqüentes; 7 estavam relacionadas às tarefas programadas e consideradas raras; 5 estavam ligadas às tarefas consideradas de emergência; 3 estavam ligadas às tarefas de urgência, enquanto 4 estavam associadas às situações que não se enquadram nos tipos descritos anteriormente. Destaca-se que 17 ocorrências estavam ligadas às tarefas freqüentes, como ilustrado no Gráfico 1:

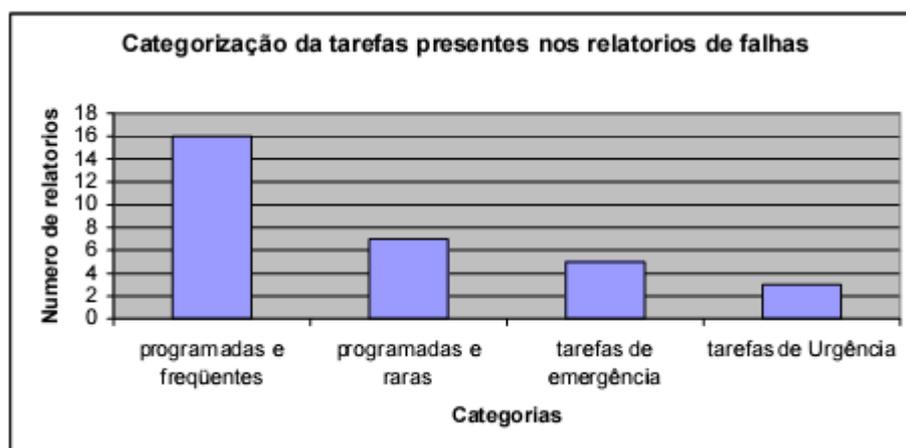


Gráfico 1: Distribuição de categorias dos relatórios de falhas analisadas.

Observou-se que a ocorrência dos erros está mais fortemente ligada à execução de tarefas programadas e de freqüência elevada. A incidência de erros em tarefas raras, embora programadas, supera a incidência das manobras de urgência e de emergência. Dentre estas, as tarefas simples e de emergência apresentam maior incidência de erros.

### 2.2.5. ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS EXISTENTES

Na instalação estudada foram constatadas iniciativas no sentido de auxiliar o operador em sua tarefa e assim prevenir o erro. Estas estratégias estão documentadas na empresa em um caderno de risco, o qual apresenta em texto e fotos onde e como as estratégias deverão ser implantadas. No entanto, não há uma sistemática de documentar o impacto, seja positivo ou negativo, destas estratégias sobre a incidência do erro.

Do estudo realizado foi constatado que as estratégias implementadas pela empresa se relacionam com as etapas de:

- Observação do estado do sistema, emitindo mensagens sonoras quando da manipulação equivocada de um dispositivo de proteção;
- Escolha de uma hipótese, apoiada pelo documento “roteiro de manobra” (RTM), o qual prescreve a tarefa a ser executada;
- Avaliação da hipótese, a verificação conjunta com o segundo operador da dupla, reduz a probabilidade de aceitar uma hipótese errada;
- Escolha do procedimento, apoiada pela fixação de placas sobre os painéis contendo esclarecimentos;
- Execução do procedimento, a numeração da seqüência de reenergização da subestação reduz os procedimentos incompletos, e o bloqueio físico de chaves durante uma manobra inibe a realização de uma ação correta sobre o objeto errado.

### 2.3. DA TAXONOMIA À FERRAMENTA

Um acidente ou incidente necessita de uma documentação adequada, de forma a prover sua compreensão e conseqüentemente sua prevenção. A documentação

deve ser organizada, com base em termos estruturados e devidamente conceituados em uma taxonomia, conhecida dos responsáveis pela elaboração do relato.

### 2.3.1. A NECESSIDADE DA TAXONOMIA

A falta de uma padronização reflete-se em relatos incompletos ou inconsistentes, daí a necessidade de uma taxonomia quando se analisa um conjunto de relatos de acidentes. No contexto da automação de sistemas elétricos, relatos possuem um baixo teor de informação útil para elaborar medidas de prevenção.

A empresa CHESF possui uma taxonomia própria, porém incompleta, uma vez que os termos não estão associados aos respectivos conceitos. Outro ponto fraco é a discordância de conceitos entre o corpo de técnicos e de engenheiros quando adotam os mesmos termos. Observa-se uma grande preocupação em esclarecer as causas do erro sem, no entanto documentar as circunstâncias contextuais que levaram à sua ocorrência.

Como foi discutido no capítulo anterior não é adequado simplesmente classificar o erro humano em relação à seqüência da tarefa, sendo necessário também identificar as potenciais causas externas. Assim foi proposta uma taxonomia, no LIHM (Scherer, 2010) para a descrição de acidentes e incidentes na operação de sistemas elétricos, a qual se fundamentou na taxonomia de Rasmussen, no conjunto de termos normatizados da empresa CHESF e, na análise de um corpus de relatórios de falhas humanas ocorridas na empresa. A partir da adoção da taxonomia pretende-se a elaboração de relatórios de acidentes e incidentes, mais completos, consistentes e sem ambigüidades.

### 2.3.2. A FERRAMENTA

Do estudo dos relatórios da CHESF percebe-se a simplificação de alguns conjuntos de termos, levando a relatórios incompletos. Foi observado que, uma possível

causa da diversidade de termos utilizados nos relatos, decorreu da falta de um normativo interno contendo os conceitos associados aos termos da taxonomia. Notadamente uma solução seria construir uma ferramenta que apoiasse o uso da taxonomia, permitindo sua validação e posterior utilização pela empresa. Esta ferramenta deveria disponibilizar aos seus usuários um conjunto pré-definido, estruturado e explícito de termos que facilitasse o relato dos acidentes e incidentes e sua posterior análise, na medida em que universaliza a estrutura da taxonomia e seus conceitos.

## 3. O PROJETO DAS FERRAMENTAS

A partir da nova taxonomia foi realizado o projeto da ferramenta que consistiu em um banco de dados (parte de um sistema de informação) e ferramentas para atualização e consulta.

### 3.1. A TAXONOMIA

Dada a impossibilidade de observar a ocorrência do erro e de analisá-lo sob todas as nuances, torna-se necessário restringir o escopo da análise ao que pode ser diretamente observado e, a partir de inferências, concluir sobre suas causas. O trabalho de Rasmussen apresenta uma série de categorias de termos para reportar incidentes industriais e eventos envolvendo “disfunções humanas”:

- Causas da disfunção humana
- Fatores situação
- Fatores que determinam desempenho
- Mecanismo da disfunção externa
- Disfunção humana interna
- Tarefa de pessoal
- Modo de disfunção externa

#### **Causas da disfunção humana**

Identificação das possíveis causas externas que levaram ao erro. Os autores apontam que, de modo geral, as causas externas podem ser muito ambíguas, desta forma, é importante definir as causas que possuam relação com a frequência dos eventos analisados.

#### **Fatores Situação**

Informações relacionadas a situação geral do trabalho que podem modificar o desempenho e a probabilidade de disfunção humana. No caso, os autores apontam

que esta categoria serve para descrever as situações gerais, relacionadas as características: da tarefa, do ambiente físico e do turno de trabalho; que tendem a afetar o estado do operador.

### **Fatores que Determinam Desempenho**

A “definição” deste conjunto de fatores implica em uma análise em termos de fatores humanos e tem por objetivo expor as informações relacionadas a situação geral do trabalho que podem modificar a performance e probabilidade de disfunção humana.

### **Mecanismo da Disfunção Externa**

Categoria que busca representar através de um conjunto genérico e independente de tarefa, os mecanismos do erro humano.

### **Disfunção Humana Interna**

Ordenada segundo a seqüência de tomada de decisão, sendo utilizada para caracterizar os passos/elementos que foram inapropriadamente executados.

### **Tarefa de Pessoal**

Relação de todas as tarefas que são executadas pelo operador.

### **Modo da Disfunção Externa**

Descreve o efeito imediato e observável da disfunção humana sobre o desempenho de uma tarefa e reflete o caminho a partir no qual a disfunção inicia a cadeia de eventos acidentais.

A empresa CHESF possui uma norma de operação, cujo objetivo é “estabelecer conceitos, critérios, responsabilidades e procedimentos a serem observados pelos órgãos de operação, visando à análise do desempenho humano na operação em tempo real”. Além disto, há um documento presente em alguns dos relatórios de falhas humanas: Lista de Falhas Humanas na Operação do Sistema. No entanto, a partir das análises realizadas em um Corpus de 35 relatórios de falhas humanas, observou-se que havia variação nos termos utilizados, seguindo uma linha de relato muito próxima do que a norma aponta como recomendações complementares e que, serviu de orientação para a criação da Lista de Falhas, encontrada em alguns dos relatórios.

### 3.1.1. CATEGORIZAÇÃO DO ERRO HUMANO

A tabela 1 ilustra as causas de erro apontadas nas taxonomias, embora este conjunto de elementos tenha sido considerado insuficiente para apoiar um relato completo de acidente ou incidente.

<i>Taxonomia Rasmussen</i>	<i>Taxonomia CHESF</i>
<i>A tarefa determinada não foi executada:</i>	<i>Natureza das falhas operacionais:</i>
<i>a) ação omissa</i>	<i>a) erro de omissão</i>
<i>b) desempenho inapropriado, inexato</i>	<i>b) erro de comissão</i>
<i>c) tempo inapropriado</i>	<i>c) erro de tempo</i>
<i>d) ações na seqüência errada</i>	<i>d) erro</i>
<i>Execução de uma ação errada</i>	
<i>Execução de uma ação estranha</i>	
<i>Coincidência de fatores (sneak-path)</i>	

Tabela 1: Relação de erros humanos.

### 3.1.2. TAXONOMIA PROPOSTA

A pesquisa no LIHM resultou numa estrutura nova para a taxonomia, agrupando os elementos que representam as causas do erro nas categorias:

- Programação
- Execução
- Mão de Obra
- Material
- Equipamentos
- Meio Ambiente

Além disto, a organização das categorias reflete o diagrama de Ishikawa<sup>3</sup>, que já faz parte dos relatos de acidentes, por deixar a taxonomia mais concisa. A composição dos elementos que resultaram na taxonomia proposta foi feita a partir da comparação entre os elementos da taxonomia de Rasmussen, da CHESF e da análise de um corpus de relatórios de falhas humanas (ver tabela 2 e tabela 3).

Os relatórios de falha da CHESF são organizados em torno de 6 grandes grupos: Programação, Execução, Mão de Obra, Material, Equipamentos e Meio Ambiente.

Por outro lado, a taxonomia de Rasmussen apresenta uma estrutura diferente, mas que pôde ser representada nos moldes utilizados pelos relatos. A única exceção é que a taxonomia de Rasmussen não abrange diretamente a questão referente a Equipamentos, desta forma, todo o conjunto destes termos originou-se da norma e da análise do corpus.

---

<sup>3</sup> Foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa, da Universidade de Tóquio, em 1943.

<i>Categorias</i>	<i>Taxonomia Rasmussen</i>	<i>Taxonomia CHESF</i>	<i>Taxonomia oriunda da Análise do Corpus</i>
<i>Programação</i>	<p><i>Características da tarefa</i></p> <p><i>Características do turno de trabalho</i></p> <p><i>Eventos externos</i></p> <p><i>Componente humano</i></p> <p><i>Carga mental, recursos</i></p> <p><i>Fatores afetivos</i></p>	<p><i>Tipos de tarefas</i></p> <p><i>Natureza das falhas operacionais</i></p> <p><i>Circunstância das falhas operacionais</i></p> <p><i>Momento das falhas operacionais</i></p> <p><i>Fatores determinantes do desempenho humano – Individuais – Homem e Estressores</i></p>	<p><i>Tempo inadequado para análise</i></p> <p><i>Planejamento inadequado dos recursos de tempo</i></p> <p><i>Planejamento inadequado dos recursos de material</i></p> <p><i>Descontinuidade</i></p> <p><i>Deficiência de análise funcional</i></p> <p><i>Comunicação deficiente</i></p> <p><i>Ausência de coordenação de intervenção</i></p>
<i>Execução</i>	<p><i>Carga mental, recursos</i></p>	<p><i>Fatores determinantes do desempenho humano – Contextuais – Ambiente e Normativo</i></p>	<p><i>Improvisação</i></p> <p><i>Falta de padronização</i></p> <p><i>Sinalização inadequada</i></p> <p><i>Descumprimento do normativo</i></p> <p><i>Falta de entrosamento e comunicação entre órgãos</i></p> <p><i>Ferramental inadequado</i></p> <p><i>Desconhecimento da configuração</i></p> <p><i>Sinalização inadequada</i></p>
<i>Mão de Obra</i>	<p><i>Incapacidades do operador</i></p> <p><i>Objetivos e intenções subjetivas</i></p> <p><i>Carga mental, recursos</i></p> <p><i>Fatores afetivos</i></p>		<p><i>Demanda fisiológica</i></p> <p><i>Desatenção</i></p> <p><i>Desmotivação</i></p> <p><i>Imperícia</i></p> <p><i>Falta de capacidade técnica</i></p> <p><i>Inexperiência</i></p> <p><i>Estresse</i></p> <p><i>Relacionamento deficiente</i></p> <p><i>Autoconfiança</i></p> <p><i>Dificuldade financeira</i></p>

Tabela 2: Comparativo entre as taxonomias – elementos relacionados ao homem.

<i>Categorias</i>	<i>Taxonomia Rasmussen</i>	<i>Taxonomia CHESF</i>	<i>Taxonomia oriunda da Análise do Corpus</i>
<i>Material</i>	<i>Exigência excessiva da tarefa</i>	<i>Fatores determinantes do desempenho humano – Contextuais – Ambiente e Normativo</i>	<i>Instruções técnicas/normativas deficientes</i> <i>Desenhos desatualizados/ inexistentes</i> <i>Projeto inadequado</i> <i>Falta de sobressalentes</i>
<i>Equipamentos</i>			<i>Fadiga ou deterioração de componentes</i> <i>Instrumental deficiente</i> <i>Equipamento não confiável / inadequado</i>
<i>Meio Ambiente</i>	<i>Características do ambiente físico</i>		<i>Influência agentes físicos e químicos</i> <i>Iluminação deficiente</i> <i>Movimentação de terceiros</i> <i>Espaço físico inadequado (layout)</i>

Tabela 3: Comparativo entre as taxonomias – elementos relacionados ao homem.

## 3.2. PROJETO DO BD PARA A TAXONOMIA

A Taxonomia desenvolvida no LIHM apresenta o conjunto de termos tipicamente utilizado nos relatos de acidentes, de modo a manter uma identidade estrutural e visual com o que já é utilizado pela empresa e, assim facilitar sua compreensão e aceitação. A maioria dos títulos de seções foi baseada na taxonomia de Rasmussen, reduzindo ambigüidade.

Buscando assegurar uma consistência visual com a terminologia adotada na empresa, e assim facilitar a adoção pelos usuários, a taxonomia do LIHM é organizada de acordo com o diagrama de Ishikawa, como ilustrado na figura 1. Nesta figura, que ilustra originalmente os conjuntos de termos adotados na taxonomia da CHESF teve incluídos e destacados os novos termos e categorias introduzidos para formar a taxonomia do LIHM.

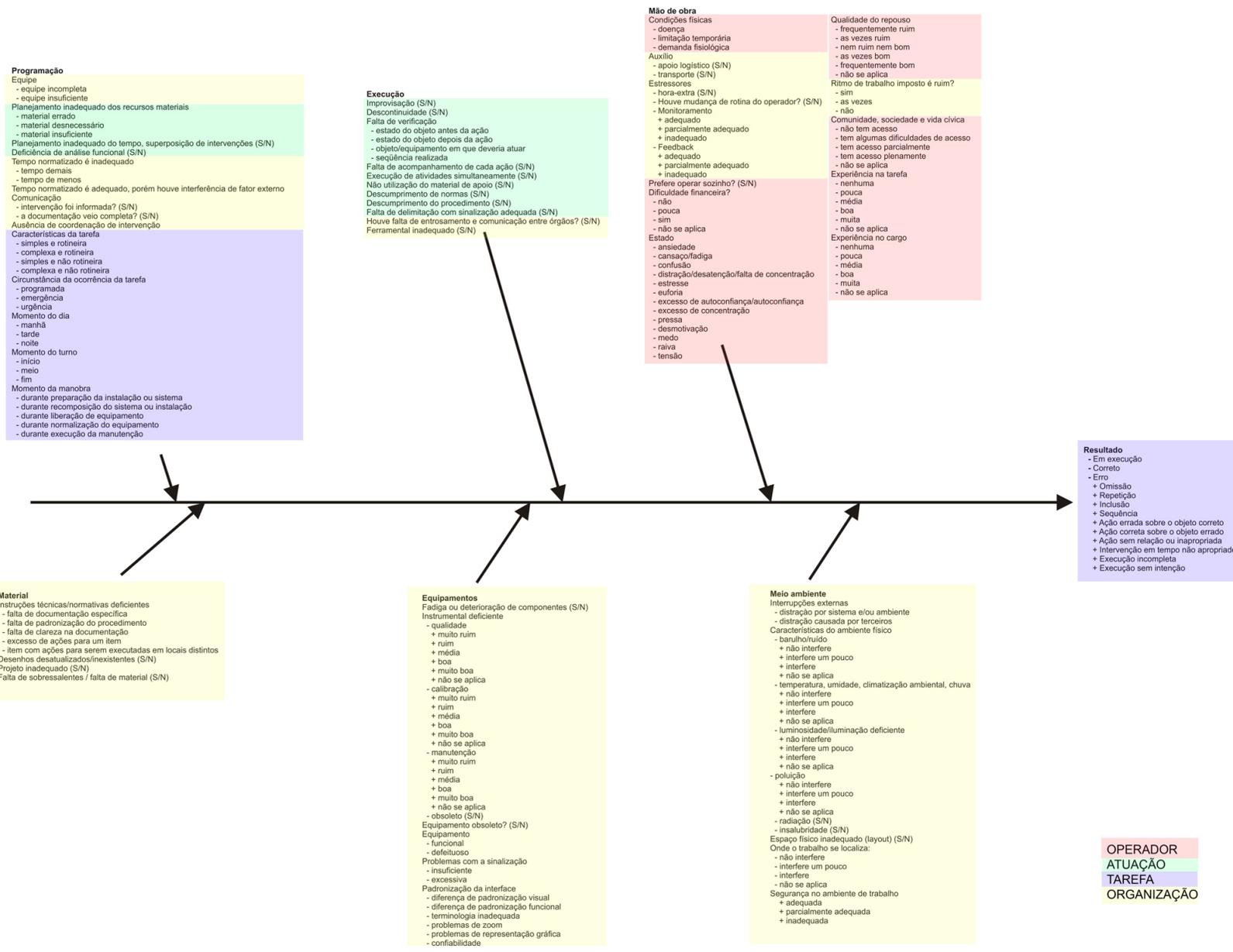


Figura 1: A taxonomia e categorias CHESF / LIHM

Na sua versão atual, a ferramenta apóia o responsável pela elaboração e análise dos relatórios de incidentes ou acidentes, nas seguintes etapas:

- Cadastro de acidente ou de incidente no banco de dados da ferramenta, a partir da seleção dos termos que, segundo o autor (operador ou engenheiro) representam as possíveis causas do acidente ou incidente. Nesta etapa a estrutura da taxonomia é apresentada no formato do diagrama de Ishikawa;
- Visualização prévia do relatório a ser armazenado no BD, ocasião em que o autor validará ou modificará suas escolhas;
- Armazenamento do relatório em um Banco de Dados, e Geração de um relatório no formato texto, com a extensão .doc ;
- Consulta ao BD, a partir de critérios de busca, com a finalidade de localizar relatórios de incidentes ou acidentes, com o propósito de analisá-los para fins de prevenção de novas ocorrências.

A ferramenta oferece ainda um glossário de termos para o usuário, visando padronizar os conceitos adotados na taxonomia, entre seus usuários.

### **3.3. A ARQUITETURA**

Na versão atual, a ferramenta gera o relatório de acidente ou de incidente, a partir da seleção dos termos que, segundo o autor (operador) representam as possíveis causas do acidente ou incidente. A estrutura da taxonomia é apresentada no formato do diagrama de Ishikawa (figura 1).

O analista de acidentes (engenheiro) poderá visualizar na tela, os relatórios armazenados no banco de dados, por meio de uma interface de consultas, semelhante à interface para registro, ou visualizar o relatório gerado no Microsoft Word com extensão .doc.

A partir do esquema conceitual dos dados, representado no aplicativo, as consultas são expressas em uma linguagem de consultas processada pelo

gerenciador do BD. Do ponto de vista da interface, os usuários interagem com o sistema a partir da interface, gerando eventos e recebendo objetos

Do ponto de vista do BD, o aplicativo (recebe a solicitação do usuário através da interface e envia um comando em SQL para o gerenciador de BD que devolve à resposta à consulta, na forma de tabelas, que são repassadas ao usuário a partir dos objetos da interface, conforme ilustrado na figura 2.

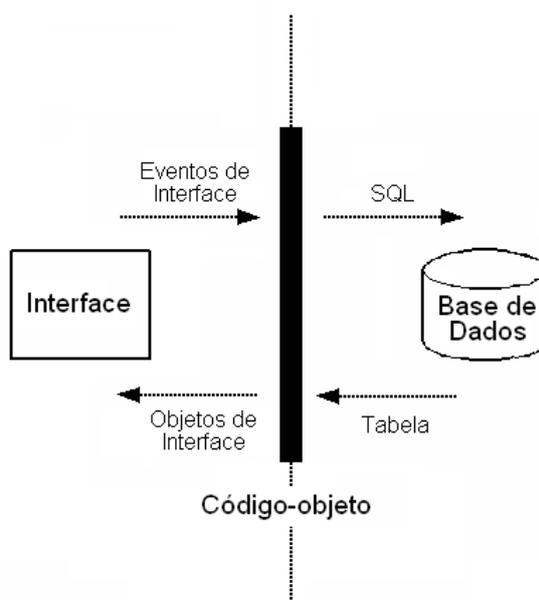


Figura 2: Interação com o BD

### 3.3.1. REGISTRO E ANÁLISE DE ACIDENTES E INCIDENTES

Na ferramenta, as duas categorias de usuários dispõem de interfaces distintas: o operador acessa a interface para o registro de dados e o analista de acidentes acessa a interface para consulta aos dados.

A interface para o **registro de acidentes** está organizada em abas, que refletem as categorias do erro, da taxonomia apresentada na figura 1, são elas:

- Programação
- Execução
- Mão de Obra
- Material

- Equipamentos
- Meio Ambiente
- Resultado
- Relatório

Cada aba está associada a um grupo de termos, no nível mais alto da estrutura da taxonomia o qual é representado na interface através de botões; cada botão ativando uma janela (ou painel) com os itens a serem selecionados.

A interface para **análise de acidentes** oferece dois modos de consulta . No primeiro são selecionados os relatórios, segundo filtros a serem aplicados sobre o BD, tais como: data da ocorrência (ano, mês), identificação da instalação, dentre outros. Em resposta à consulta a ferramenta exibe uma tela contendo a lista de relatórios que satisfaz a consulta com os valores dos respectivos atributos (chaves) utilizados na filtragem.

No segundo modo, o BD é consultado sobre um item de um relatório específico, de forma análoga ao registro (cadastro) do item. Assim, é possível consultar para um dado relatório quais foram os itens marcados em cada categoria (aba).

### 3.3.2. INTERFACE ENTRE A FERRAMENTA E O BD

O mapeamento dos dados representados na Taxonomia no banco de dados objetiva relacionar a informação estruturada na taxonomia com as informações armazenadas no banco de dados.

A partir do diagrama da taxonomia, com suas categorias, tipos, subtipos, itens e, em alguns casos subitens (ver ANEXO D), os itens foram agrupados em classes (ANEXO D) e em relação às categorias de causas de erro representadas no diagrama de Ishikawa (ver figura 1).

Esse mapeamento permitiu gerar uma informação que é passada ao banco de dados (BD) através de uma consulta ou atualização ao BD , através de uma função em C#, a qual especifica um “caminho” para informação. Essa função irá

inserir/consultar os dados em tabelas específicas do BD. O mapeamento está ilustrado no ANEXO A.

A cada *checkbox* marcado na interface, pelo usuário, está associada uma classificação de item ou sub-item. O *software* desenvolvido associa ao checkbox, o ID da categoria, do tipo ou do subtipo. O conteúdo do campo pode ser informado a partir de um botão, *checkbox* ou *comboBox*, como será discutido adiante.

Tomando como exemplo o item **Equipamento**, ilustrado na figura 4,

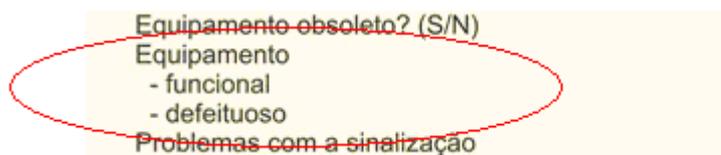


Figura 3: Detalhe do Ishikawa

este item é situado segundo as classes detalhadas na Figura 5:

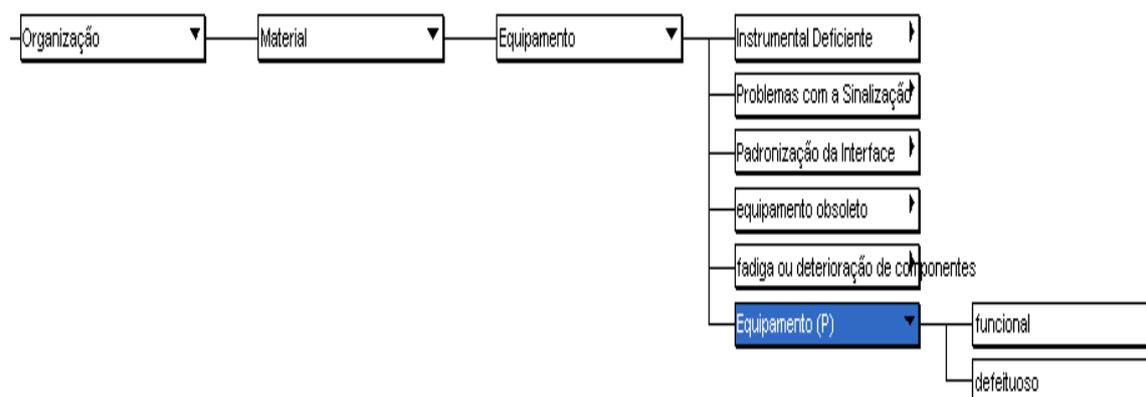


Figura 4: Classe operação do diagrama de classes do LIHM

O item na taxonomia corresponde;

- à categoria: Organização;
- ao tipo: Material,
- ao subtipo: Equipamento, e
- ao item: Equipamento.

Assim, o mapeamento permite definir por meio do id, a categoria ("4"), o tipo ("21") e o subtipo ("41").

O texto armazenado no BD, neste caso, vem do **button\_eq Equipamento** (nome do botão), não possui subitem (""), e a resposta vem da **checkBox\_equipamento\_funcional** (nome da checkBox), ver trecho de código:

```
checks[i] = new string [] { "4", "21", "41",  
button_eq_equipamento.Text, "", checkBox_equipamento_funcional.Text };
```

Observar que cada classe possui um id. associado a um dado previamente armazenado no banco de dados. No tópico a seguir é apresentado modelo de Dados destacando a organização das tabelas no BD e os respectivos relacionamentos.

O mapeamento completo por item para cada aba é apresentado na seqüência.

### Aba "Programação"

<i>Ordem</i>	<i>Nome da estrutura interna</i>	<i>Item visível ao usuário</i>	<i>Cat.</i>	<i>Tipo</i>	<i>Subt.</i>
1	<i>checkBox_prog_equipe_incompleta</i>	<i>Equipe incompleta</i>	4	22	1
2	<i>checkBox_prog_equipe_insuficiente</i>	<i>Equipe insuficiente</i>	4	22	1
3	<i>checkBox_prog_errado</i>	<i>Material separado era o errado</i>	2	4	2
4	<i>checkBox_prog_desnecessario</i>	<i>Material separado era desnecessário</i>	2	4	2
5	<i>checkBox_prog_insuficiente</i>	<i>Material separado era insuficiente</i>	2	4	2
6	<i>checkBox_prog_inadequado</i>	<i>Planejamento inadequado do tempo, superposição de intervenções</i>	2	5	3
7	<i>checkBox_prog_analise</i>	<i>Deficiência de análise funcional</i>	2	6	4
8	<i>checkBox_prog_tempo_demais</i>	<i>Tempo demais</i>	4	22	5
9	<i>checkBox_prog_tempo_menos</i>	<i>Tempo de menos</i>	4	22	5
10	<i>checkBox_prog_tempo_adequado</i>	<i>Tempo normalizado é adequado</i>	4	22	6

11	<i>checkBox_prog_intervencao</i>	<i>Intervenção não informada</i>	4	22	7
12	<i>checkBox_prog_documentacao</i>	<i>Documentação incompleta</i>	4	22	7
13	<i>checkBox_prog_coordenacao</i>	<i>Ausência de coordenação de intervenção</i>	4	22	8
14	<i>checkBox_prog_simples_rotineira</i>	<i>Simples e rotineira</i>	3	16	9
15	<i>checkBox_prog_complexa_rotineira</i>	<i>Complexa e rotineira</i>	3	16	9
16	<i>checkBox_prog_simples_n_rotineira</i>	<i>Simples e não rotineira</i>	3	16	9
17	<i>checkBox_prog_complexa_n_rotineira</i>	<i>Complexa e não rotineira</i>	3	16	9
18	<i>checkBox_prog_c_programadas</i>	<i>Programadas</i>	3	17	10
19	<i>checkBox_prog_c_emergencia</i>	<i>Emergência</i>	3	17	10
20	<i>checkBox_prog_c_urgencia</i>	<i>Urgência</i>	3	17	10
21	<i>checkBox_prog_manha</i>	<i>Manhã</i>	3	18	11
22	<i>checkBox_prog_tarde</i>	<i>Tarde</i>	3	18	11
23	<i>checkBox_prog_noite</i>	<i>Noite</i>	3	18	11
24	<i>checkBox_prog_inicio</i>	<i>Início</i>	3	18	12
25	<i>checkBox_prog_meio</i>	<i>Meio</i>	3	18	12
26	<i>checkBox_prog_fim</i>	<i>Fim</i>	3	18	12
27	<i>checkBox_prog_preparação</i>	<i>Durante preparação da instalação ou do sistema</i>	3	19	13
28	<i>checkBox_prog_recomposicao</i>	<i>Durante recomposição da instalação ou do sistema</i>	3	19	13
29	<i>checkBox_prog_liberacao</i>	<i>Durante liberação de equipamento</i>	3	19	13

30	<i>checkBox_prog_normalizacao</i>	<i>Durante normalização do equipamento</i>	3	19	13
31	<i>checkBox_prog_manutencao</i>	<i>Durante execução da manutenção</i>	3	19	13

Tabela 4: Mapeamento para aba Programação

### **Aba “Execução”**

<i>Ordem</i>	<i>Nome da estrutura interna</i>	<i>Item visível ao usuário</i>	<i>Cat.</i>	<i>Tipo</i>	<i>Subt.</i>
1	<i>checkBox_exe_improvisacao</i>	<i>Improvisação</i>	2	7	14
2	<i>checkBox_exe_descontinuidade</i>	<i>Descontinuidade</i>	2	8	15
3	<i>checkBox_exe_objeto_antes</i>	<i>Estado do objeto antes da ação</i>	2	9	16
4	<i>checkBox_exe_objeto_depois</i>	<i>Estado do objeto depois da ação</i>	2	9	16
5	<i>checkBox_exe_deveria_atuar</i>	<i>Objeto/equipamento em que deveria atuar</i>	2	9	16
6	<i>checkBox_exe_realizada</i>	<i>Sequência realizada</i>	2	9	16
7	<i>checkBox_exe_acompanhamento</i>	<i>Falta de acompanhamento de cada ação</i>	2	10	17
8	<i>checkBox_exe_simultaneamente</i>	<i>Execução de atividades simultaneamente</i>	2	11	18
9	<i>checkBox_exe_apoio</i>	<i>Não utilização do material de apoio</i>	2	12	19
10	<i>checkBox_exe_normas</i>	<i>Descumprimento de normas</i>	2	13	20
11	<i>checkBox_exe_procedimento</i>	<i>Descumprimento do procedimento</i>	2	14	21
12	<i>checkBox_exe_delimitacao</i>	<i>Falta de delimitação com sinalização adequada</i>	2	15	22
13	<i>checkBox_exe_comunicacao</i>	<i>Falta de entrosamento e comunicação entre órgãos</i>	4	22	23
14	<i>checkBox_exe_ferramenta</i>	<i>Ferramental inadequado</i>	4	22	24

Tabela 5: Mapeamento para aba Execução

## Aba “Mão de Obra”

<i>Ordem</i>	<i>Nome da estrutura interna</i>	<i>Item visível ao usuário</i>	<i>Categ.</i>	<i>Tipo</i>	<i>Subt.</i>
1	<i>button_obra_condicoes</i>	<i>Condições físicas</i>	1	1	25
2	<i>button_obra_capitacao</i>	<i>Capacitação técnica</i>	1	1	26
3	<i>button_obra_auxilio</i>	<i>Auxílio</i>	4	22	27
4	<i>checkBox_obra_hr_extra</i>	<i>Hora-extra</i>	4	22	28
5	<i>checkBox_obra_rotina</i>	<i>Mudança de rotina do operador</i>	4	22	28
6	<i>checkBox_obra_monitoramento</i>	<i>Monitoramento</i>	4	22	28
7	<i>checkBox_obra_feedback</i>	<i>Feedback</i>	4	22	28
8	<i>button_obra_relacionamento</i>	<i>Relacionamento deficiente</i>	1	1	29
9	<i>button_obra_financeira</i>	<i>Dificuldade financeira</i>	1	1	30
10	<i>checkBox_obra_ansiedade</i>	<i>Ansiedade</i>	1	2	31
11	<i>checkBox_obra_cansaco</i>	<i>Cansaço / Fadiga</i>	1	2	31
12	<i>checkBox_obra_confusao</i>	<i>Confusão</i>	1	2	31
13	<i>checkBox_obra_distracao</i>	<i>Distração / Desatenção / Falta de concentração</i>	1	2	31
14	<i>checkBox_obra_estresse</i>	<i>Estresse</i>	1	2	31
15	<i>checkBox_obra_euforia</i>	<i>Euforia</i>		2	31
16	<i>checkBox_obra_autoconfianca</i>	<i>Excesso de autoconfiança / Confiança</i>	1	2	31
17	<i>checkBox_obra_concentracao</i>	<i>Excesso de concentração</i>	1	2	31
18	<i>checkBox_obra_pressa</i>	<i>Pressa</i>	1	2	31

19	<i>checkBox_obra_desmotivacao</i>	<i>Desmotivação</i>	1	2	31
20	<i>checkBox_obra_medo</i>	<i>Medo</i>	1	2	31
21	<i>checkBox_obra_raiva</i>	<i>Raiva</i>	1	2	31
22	<i>checkBox_obra_tensao</i>	<i>Tensão</i>	1	2	31
23	<i>button_obra_repouso</i>	<i>Qualidade do repouso</i>	1	1	32
24	<i>button_obra_ritmo</i>	<i>Ritmo de trabalho imposto é ruim</i>	4	22	33
25	<i>button_obra_sociedade</i>	<i>Comunidade, sociedade e vida cívica</i>	1	1	34
26	<i>button_obra_exper_tarefa</i>	<i>Experiência na tarefa</i>	1	1	35
27	<i>button_obra_exper_cargo</i>	<i>Experiência no cargo</i>	1	1	36

Tabela 6: Mapeamento para aba Mão de Obra

### **Aba “Material”**

<i>Ordem</i>	<i>Nome da estrutura interna</i>	<i>Item visível ao usuário</i>	<i>Categ.</i>	<i>Tipo</i>	<i>Subt.</i>
1	<i>checkBox_mat_doc</i>	<i>Falta de documentação específica</i>	4	21	37
2	<i>checkBox_mat_pgm</i>	<i>Falta de padronização da PGM</i>	4	21	37
3	<i>checkBox_mat_clareza</i>	<i>Falta de clareza na documentação</i>	4	21	37
4	<i>checkBox_mat_manobras</i>	<i>Excesso de manobras para um item</i>	4	21	37

5	<i>checkBox_mat_acoes</i>	<i>Item com ações para serem executadas em locais distintos</i>	4	21	37
6	<i>checkBox_mat_desenhos</i>	<i>Desenhos desatualizados / inexistentes</i>	4	21	38
7	<i>checkBox_mat_projeto</i>	<i>Projeto inadequado</i>	4	21	39
8	<i>checkBox_mat_sobressalentes</i>	<i>Falta de sobressalentes / falta de material</i>	4	21	40

Tabela 7: Mapeamento para aba Material

### Aba “Equipamentos”

<i>Ordem</i>	<i>Nome da estrutura interna</i>	<i>Item visível ao usuário</i>	<i>Categ.</i>	<i>Tipo</i>	<i>Subt.</i>
1	<i>checkBox_eq_fadiga</i>	<i>Fadiga ou deterioração de componentes</i>	4	21	41
2	<i>button_eq_instrumental</i>	<i>Instrumental deficiente</i>	4	21	41
3	<i>checkBox_eq_obsoleto</i>	<i>Equipamento obsoleto</i>	4	21	41
4	<i>button_eq Equipamento</i>	<i>Equipamento</i>	4	21	41
5	<i>button_eq_sinalizacao</i>	<i>Problemas com a sinalização</i>	4	21	41
6	<i>button_eq_interface</i>	<i>Padronização da interface</i>	4	21	41

Tabela 8: Mapeamento para aba Equipamentos

### Aba “Meio Ambiente”

<i>Ordem</i>	<i>Nome da estrutura interna</i>	<i>Item visível ao usuário</i>	<i>Cat.</i>	<i>Tipo</i>	<i>Subt.</i>
1	<i>checkBox_amb_districao</i>	<i>Distração por sistema e/ou ambiente</i>	4	22	42
2	<i>checkBox_amb_terceiros</i>	<i>Distração causada por terceiros</i>	4	22	42
3	<i>checkBox_amb_barulho</i>	<i>Barulho / Ruído</i>	4	23	43
4	<i>checkBox_amb_tempo</i>	<i>Temperatura, umidade, climatização</i>	4	23	43

		<i>ambiental, chuva</i>			
5	<i>checkBox_amb_luminosidade</i>	<i>Luminosidade/iluminação deficiente</i>	4	23	43
6	<i>checkBox_amb_poluicao</i>	<i>Poluição</i>	4	23	43
7	<i>checkBox_amb_radiacao</i>	<i>Radiação</i>	4	23	43
8	<i>checkBox_amb_insalubridade</i>	<i>Insalubridade</i>	4	23	43
9	<i>checkBox_amb_espaco</i>	<i>Espaço físico inadequado (layout)</i>	4	23	44
10	<i>checkBox_amb_localizacao</i>	<i>Onde o trabalho se localiza:</i>	4	23	45
11	<i>checkBox_amb_seguranca</i>	<i>Segurança no ambiente de trabalho</i>	4	22	28

Tabela 9: Mapeamento para aba Meio Ambiente

### **Aba “Resultado”**

<i>Ordem</i>	<i>Nome da estrutura interna</i>	<i>Item visível ao usuário</i>	<i>Cat.</i>	<i>Tipo</i>	<i>Subt.</i>
1	<i>checkBox_res_execucao</i>	<i>Em execução</i>	3	20	46
2	<i>checkBox_res_correto</i>	<i>Correto</i>	3	20	47
3	<i>checkBox_erro_omissao</i>	<i>Omissão</i>	3	20	48
4	<i>checkBox_erro_repeticao</i>	<i>Repetição</i>	3	20	48
5	<i>checkBox_erro_inclusao</i>	<i>Inclusão</i>	3	20	48
6	<i>checkBox_erro_sequencia</i>	<i>Seqüência</i>	3	20	48
7	<i>checkBox_erro_acao_errada_obj_correto</i>	<i>Ação errada sobre objeto correto</i>	3	20	48
8	<i>checkBox_erro_acao_correta_obj_errado</i>	<i>Ação correta sobre o objeto errado</i>		20	48
9	<i>checkBox_erro_acao_inapropriada</i>	<i>Ação sem relação ou inapropriada</i>	3	20	48

10	<i>checkBox_erro_tempo</i>	<i>Intervenção em tempo não apropriado</i>	3	20	48
11	<i>checkBox_erro_incompleto</i>	<i>Execução incompleta</i>	3	20	48
12	<i>checkBox_erro_intencao</i>	<i>Execução sem intenção</i>	3	20	48

Tabela 10: Mapeamento para aba Resultado

Cada classe possui um id associado a um dado previamente armazenado no banco. No tópico a seguir observamos a organização da estrutura das tabelas e seus respectivos relacionamentos.

### 3.4. O MODELO DE DADOS

O banco de dados foi modelado em função da taxonomia por classes da taxonomia do LIHM (ANEXO D). Na figura seguinte (figura 5), é exibido o Modelo Entidade Relacionamento (MER). O MER foi desenhado com a ferramenta de modelagem visual DBDesigner (DBDesigner, 2010).

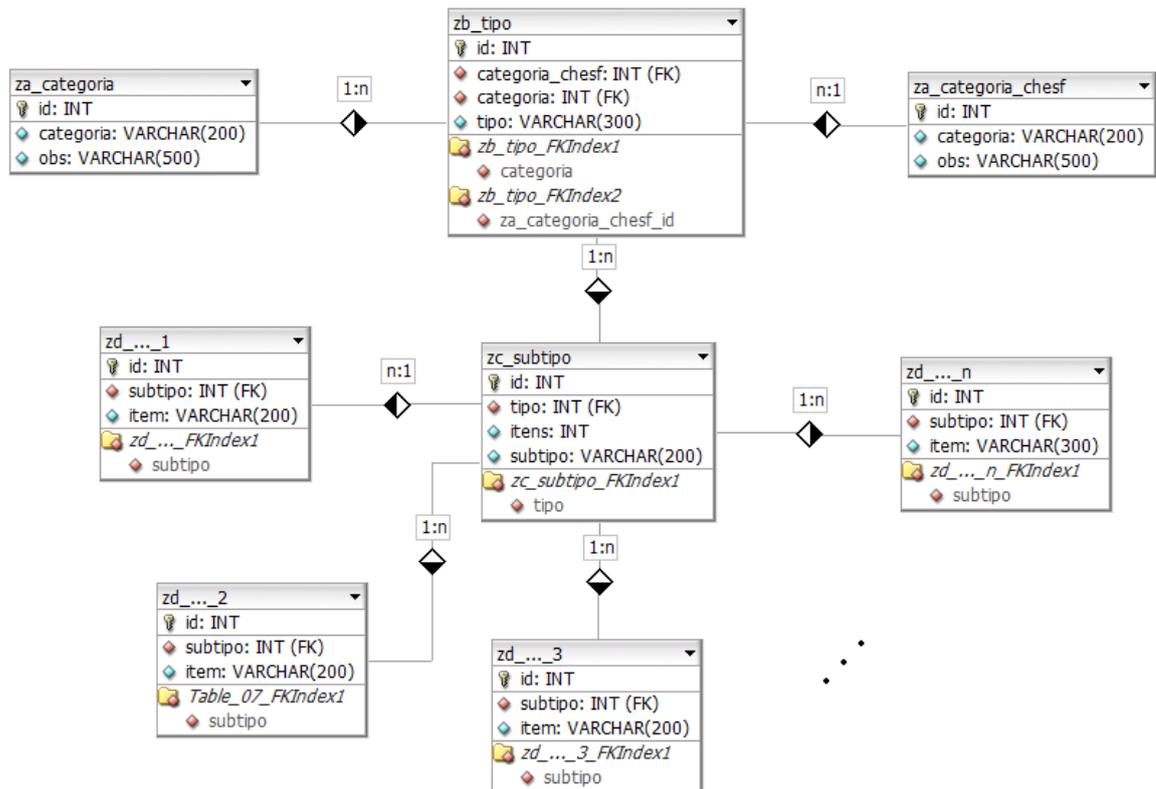


Figura 5: MER do banco de dados.

Na versão atual a ferramenta dispõe de duas taxonomias distintas: a taxonomia da CHESF organizada na tabela **za\_categoria\_chesf**, e a taxonomia do LIHM apresentada na tabela **za\_categoria**. Cada taxonomia agrupa seus termos de forma distinta.

As tabelas de taxonomia possuem um campo para o nome da categoria (categoria) e um campo para observações (obs).

Na tabela **zb\_tipo** há duas chaves estrangeiras: **categoria** e **categoria\_chesf** que relacionam taxonomia à sua categoria. O atributo **tipo**, como o próprio nome sugere, nomeia o tipo.

A tabela **zc\_subtipo** possui uma chave estrangeira (**tipo**) apontando para **zb\_tipo**, e o campo **subtipo** para sua descrição. Além do id, presente em todas as tabelas do BD, há o campo **itens** para indicar se o subtipo tem item associado ou não. Para os itens há várias tabelas semelhantes, todas relacionadas a **zc\_subtipo** através de uma chave estrangeira, e com o atributo **item** definindo seu nome.

Um diagrama de classes completo (ANEXO E) foi obtido do *software* Visual Studio 2008, usado no desenvolvimento do BD. Neste diagrama são ilustrados os relacionamentos, e todas as tabelas definidas, incluído as tabelas de itens. As tabelas do banco foram povoadas como ilustrado nas figuras a seguir:

<i>Id</i>	<i>Categorias</i>	<i>Obs</i>
1	<i>Operador</i>	
2	<i>Atuação</i>	
3	<i>Tarefa</i>	
4	<i>Organização</i>	

Tabela 11: Tabela za\_categoria ou za\_categoria\_chesf.

<i>Id</i>	<i>Categoria</i>	<i>Tipos</i>	<i>categoria_chesf</i>
1	1	<i>Características</i>	
2	1	<i>Estado</i>	
3	1	<i>Disfunção Humana</i>	
4	2	<i>Planejamento inadequado dos recursos materiais</i>	
5	2	<i>Planejamento inadequado do tempo, criando superposição de intervenções</i>	
6	2	<i>Deficiência de análise funcional</i>	
7	2	<i>Improvisação</i>	
8	2	<i>Descontinuidade</i>	
9	2	<i>Falta de verificação de ação</i>	
10	2	<i>Falta de acompanhamento de cada ação</i>	
11	2	<i>Execução de atividades simultaneamente</i>	
12	2	<i>Não utilização do material de apoio</i>	
13	2	<i>Descumprimento de normas</i>	
14	2	<i>Descumprimento do procedimento</i>	
15	2	<i>Falta de delimitação com sinalização adequada</i>	
16	3	<i>Características da Tarefa</i>	
17	3	<i>Circunstância da Ocorrência da Tarefa</i>	
18	3	<i>Características do Turno de Trabalho</i>	
19	3	<i>Momento da Tarefa</i>	
20	3	<i>Estado da Tarefa</i>	
21	4	<i>Material</i>	
22	4	<i>Estrutural</i>	
23	4	<i>Meio Ambiente</i>	

Tabela 12: Tabela zb\_tipo.

<i>id</i>	<i>tipo</i>	<i>itens</i>	<i>Subtipo</i>
49	22	NULL	<i>Equipe</i>
2	4	NULL	<i>Planejamento inadequado dos recursos materiais</i>
3	5	NULL	<i>Planejamento inadequado do tempo, superposição de intervenções</i>
4	6	NULL	<i>Deficiência de análise funcional</i>
5	22	NULL	<i>Tempo normalizado é inadequado</i>
6	22	NULL	<i>Tempo normalizado é adequado</i>
7	22	NULL	<i>Comunicação deficiente</i>
8	22	NULL	<i>Ausência de coordenação de intervenção</i>
9	16	NULL	<i>Características da tarefa</i>
10	17	NULL	<i>Circunstância da ocorrência da tarefa</i>
11	18	NULL	<i>Momento do dia</i>
12	18	NULL	<i>Momento do turno</i>
13	19	NULL	<i>Momento da manobra</i>
14	7	NULL	<i>Improvisação</i>
15	8	NULL	<i>Descontinuidade</i>
16	9	NULL	<i>Falta de verificação</i>
17	10	NULL	<i>Falta de acompanhamento de cada ação</i>
18	11	NULL	<i>Execução de atividades simultaneamente</i>
19	12	NULL	<i>Não utilização do material de apoio</i>
20	13	NULL	<i>Descumprimento de normas</i>
21	14	NULL	<i>Descumprimento do procedimento</i>
22	15	NULL	<i>Falta de delimitação com sinalização adequada</i>
23	22	NULL	<i>Falta de entrosamento e comunicação entre órgãos</i>
24	22	NULL	<i>Ferramental inadequado</i>
25	1	NULL	<i>Condições físicas</i>
26	1	NULL	<i>Capacitação técnica</i>
27	22	NULL	<i>Auxílio</i>
28	22	NULL	<i>Estressores</i>
29	1	NULL	<i>Relacionamento deficiente</i>
30	1	NULL	<i>Dificuldade financeira</i>
31	2	NULL	<i>Estado</i>
32	1	NULL	<i>Qualidade do repouso</i>
33	22	NULL	<i>Ritmo de trabalho imposto é ruim</i>
34	1	NULL	<i>Comunidade, sociedade e vida cívica</i>
35	1	NULL	<i>Experiência na tarefa</i>
36	1	NULL	<i>Experiência no cargo</i>
37	21	NULL	<i>Instruções técnicas/normativas deficientes</i>
38	21	NULL	<i>Desenhos desatualizados/inexistentes</i>
39	21	NULL	<i>Projeto inadequado</i>
40	21	NULL	<i>Falta de sobressalentes/Falta de material</i>
41	21	NULL	<i>Equipamentos</i>
42	22	NULL	<i>Interrupções externas</i>
43	23	NULL	<i>Características do ambiente físico</i>
44	23	NULL	<i>Espaço físico inadequado</i>
45	23	NULL	<i>Onde o trabalho se localiza:</i>
46	20	NULL	<i>Em execução</i>
47	20	NULL	<i>Correto</i>
48	20	NULL	<i>Erro</i>

Tabela 13: Tabela zc\_subtipo.

As tabelas de itens possuem estruturas semelhantes, a exemplo:

<i>Id</i>	<i>subtipo</i>	<i>Item</i>
1	4	Deficiência de análise funcional

Tabela 14: Tabela zd\_at\_daf\_deficiencia\_analise.

Com o **id** como chave primária, com **subitem** como chave estrangeira para subtipo e no campo **item** há o nome do item.

Junto com o modelo de Entidade e Relacionamento, é necessário que se mantenha um documento com a explicação de todos os objetos nele criados. Este documento, que pode ser chamado de Dicionário de Dados, permite que se obtenham informações sobre todos os objetos do modelo de forma textual.

O intuito é padronizar precisamente definições semânticas a serem adotadas no projeto; portanto, ele inclui tanto definições semânticas como a de representação para elementos de dados, sendo que os componentes semânticos focam na criação precisa do significado dos elementos de dados, e do outro lado, as definições de representação indicam como os elementos de dados são armazenados em uma estrutura de computador de acordo com seu tipo, ou seja, se são dados do tipo inteiro, caracter ou formato de data entre outros.

O nome dos componentes do banco de dados tem o seguinte formato:

**ZD\_XX\_YY\_nome\_item**

Onde ZD é uma tabela item, XX refere-se à categoria e YY ao seu tipo.

Seguem as siglas correspondentes a uma categoria, e aos tipos por categoria:

<i>Categoria</i>	<i>Sigla</i>
<i>Operador</i>	<i>OP</i>
<i>Organização</i>	<i>OR</i>
<i>Atuação</i>	<i>AT</i>
<i>Tarefa</i>	<i>TA</i>

Tabela 15: tipos por categoria

### Categoria Operador

<i>Tipo</i>	<i>Sigla</i>
<i>Características</i>	<i>CA</i>
<i>Estado</i>	<i>ES</i>

Tabela 16: tipos por categoria

### Categoria Organização

<i>Tipo</i>	<i>Sigla</i>
<i>Material</i>	<i>MT</i>
<i>Estrutural</i>	<i>ES</i>
<i>Meio Ambiente</i>	<i>MA</i>

Tabela 17: Categoria Organização

### Categoria Atuação

<i>Tipo</i>	<i>Sigla</i>
<i>Planejamento Inadequado dos Recursos</i>	<i>PI</i>
<i>Falta de Verificação de Ação</i>	<i>FV</i>
<i>Falta de Acompanhamento de Cada Ação</i>	<i>FAA</i>
<i>Execução de Atividades Simultaneamente</i>	<i>EAS</i>
<i>Não Utilização do Material de Apoio</i>	<i>NM</i>
<i>Descumprimento de Normas</i>	<i>DN</i>
<i>Descumprimento do Procedimento</i>	<i>DP</i>
<i>Improvisação</i>	<i>IM</i>

<i>Deficiência de Análise Funcional</i>	<i>DAF</i>
<i>Falta de Delimitação com Sinalização Adequada</i>	<i>FDSA</i>
<i>Planejamento inadequado dos recursos criando superposição de intervenções</i>	<i>PISI</i>

Tabela 18: Categoria Atuação

### Categoria Tarefa

<i>Tipo</i>	<i>Sigla</i>
<i>Característica da Tarefa</i>	<i>CT</i>
<i>Estado da Tarefa</i>	<i>ET</i>

Tabela 19: Categoria Tarefa

O dicionário é apresentado no ANEXO B.

## 3.5. A INTERFACE

A interface da ferramenta foi concebida de acordo com o método MCIE (Método para a Concepção de Interfaces Ergonômicas) (Turnell, 2001).

Uma das principais etapas do MCIE consiste na construção de um modelo da interação que resulta na especificação da interface homem-máquina. Este modelo relaciona os requisitos da interface com o projeto da apresentação e navegação do usuário na interface. As etapas do método aplicadas a este projeto estão detalhadas nos parágrafos subsequentes.

### **Requisitos de usabilidade:**

O principal requisito da interface da ferramenta é facilitar a atualização (registro de acidentes) e consulta (análise de acidentes) no banco de dados assegurando consistência no uso dos termos da taxonomia. A interface deve ser

simples de usar, de fácil aprendizado e memorização, dispensando treinamento para seu uso.

#### **Perfil do usuário:**

Este requisito foi obtido do estudo relatado em (Nascimento, 2010) para traçar o perfil dos operadores da subestação CGD. De acordo com este estudo os operadores são exclusivamente do sexo masculino; na faixa etária de 35 a 65 anos; a maioria possui formação de nível técnico, enquanto alguns possuem nível superior. Todos eles têm experiência com sistemas informatizados e a maioria trabalhou a maior parte da sua vida na empresa, e no mesmo setor. Por outro lado, os responsáveis pelas análises dos relatórios de falha humana, são engenheiros, e têm conhecimento limitado da taxonomia da empresa.

#### **Contexto de uso da ferramenta:**

O uso da ferramenta dá-se em sistemas elétricos, mais especificamente na empresa CHESF. Essa ferramenta contém uma lista de itens para serem conferidos por meio do qual se consegue uma rápida coleta de dados para várias análises.

A ferramenta disponibiliza aos seus usuários um conjunto pré-definido, estruturado e explícito de termos que facilita o relato dos acidentes e incidentes (feito pelo operador) e sua posterior análise (feito pelo analista), na medida em que universaliza a estrutura da taxonomia e seus conceitos.

#### **Estilo de interação:**

O estilo de interação por Menu é utilizado predominantemente devido as suas características de aplicações serem para processamento e consulta. Com uso desse estilo de interação consegue-se:

- reduzir digitação e portanto diminuir erros;
- padronizar termos (restrição de termos);
- prover realimentação;
- possibilitar o uso de dispositivos apontadores alternativos.

#### **Mecanismo de navegação:**

A estruturação da navegação se dá por abas, ou deslocando-se com o auxílio de botões **avancar** e **voltar**. O botão **cancelar** permite cancelar o registro do incidente ou acidente.

Há campos para registros de observações, pelo operador. É possível marcar múltiplos itens representados por suas *checkboxes*. Por sua vez, uma *checkbox* possibilita a marcação de uma *comboBox*.

Na aba “Relatório” ou na consulta aos relatórios cada grupo está associado um botão que possibilita, ao ser selecionado, exibir os itens e subitens da taxonomia associados ao grupo de termos.

Para elaborar uma consulta utiliza-se o botão **Consulta**, que leva à exibição da tela de consulta.

O usuário pode solicitar a visualização de um relatório a partir de dois cliques no mouse posicionado sobre a linha do relatório a exibir ou, clicar apenas uma vez para selecionar o relatório e em seguida ativar o botão **Visualizar**, para confirmar.

### **Projeto visual:**

O diagrama de Ishikawa permite estruturar hierarquicamente as causas potenciais de determinado problema ou oportunidade de melhoria. Permite também estruturar qualquer sistema que necessite de resposta de forma gráfica e sintética (melhor visualização).

Buscando assegurar uma consistência visual com a terminologia adotada na empresa, e assim facilitar a adoção pelos usuários, a taxonomia do LIHM é organizada de acordo com o diagrama de Ishikawa, e por consequência a interface também acompanha o mesmo modelo.

### **Mecanismos de ajuda:**

O mecanismo de ajuda se dá sob a forma de um glossário. Cada termo ou expressão visualizado na interface possui uma explicação correspondente. Esse mecanismo está em fase de desenvolvimento.

O glossário possui o formato .chm (sigla para Microsoft Compiled HTML Help). É a extensão dos arquivos de ajuda, que são vários arquivos juntos em um único arquivo, formando um grande arquivo com várias páginas de ajuda.

### **Ferramentas utilizadas no projeto:**

O software utilizado no desenvolvimento da interface da ferramenta foi o Microsoft Visual Studio e a linguagem de programação foi o C# ( C Sharp ). Os critérios para esta escolha são apresentados a seguir.

O Microsoft Visual Studio (Studio, 2010) é um pacote de programas da Microsoft, para desenvolvimento de software, especialmente dedicado, ao

framework .NET e às linguagens Visual Basic (VB), C , C++, C# (C Sharp) e J# (J Sharp). Também é um produto de desenvolvimento para aplicativos web, usando a plataforma do ASP.NET. As linguagens mais usadas nessa plataforma são: VB.NET (Visual Basic .Net) e o C# (lê-se C Sharp).

O Visual Studio 2008 (Studio, 2010) se baseia em três pilares para facilitar o trabalho dos programadores: aumento da produtividade do desenvolvedor; gerenciamento do ciclo de vida do aplicativo; e utilização das mais recentes tecnologias.

C# (C Sharp, 2010) é uma linguagem de programação orientada a objetos, criada pela Microsoft, a qual faz parte da plataforma .NET. C# se baseia nas linguagens C++ e Java, e é considerada a linguagem símbolo do .NET, por ter sido criada para funcionar na nova plataforma, sem problemas de compatibilidade com o código existente. O compilador C# foi o primeiro a ser desenvolvido, e a maior parte das classes da plataforma .NET foi desenvolvida nesta linguagem.

### 3.5.1. MÓDULO PARA REGISTRO DE INCIDENTE/ACIDENTE

O módulo de registro de incidentes teve sua interface concebida no formato de um diagrama de Ishikawa, como propósito de ser simples de usar, fácil de aprender e de memorizar, dispensando treinamento para seu uso. Esta interface adota um padrão de interação baseado em abas, as quais estão associadas às categorias de erros (grupos) da taxonomia.

A estruturação da navegação em abas dá liberdade ao usuário para registrar os incidentes em categorias escolhidas sem nenhuma ordem predefinida, deslocando-se com o auxílio de botões **avançar** e **voltar**. O botão **cancelar** permite cancelar o registro do incidente ou acidente.



Figura 6: Botões de controle de abas.

A tela da interface exibe no quadrante inferior esquerdo o diagrama de Ishikawa, destacando sobre a figura do diagrama a categoria de erro correspondente à aba em exibição.

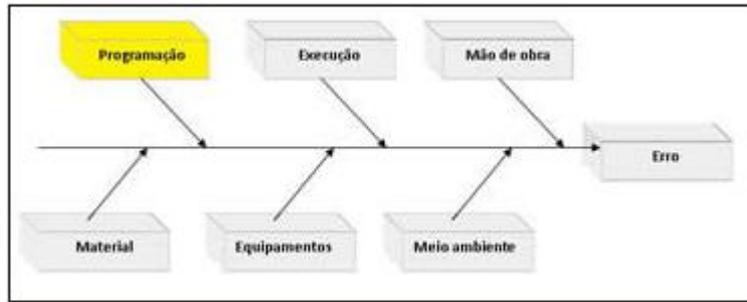


Figura 7: Diagrama de Ishikawa com destaque para a aba Programação.

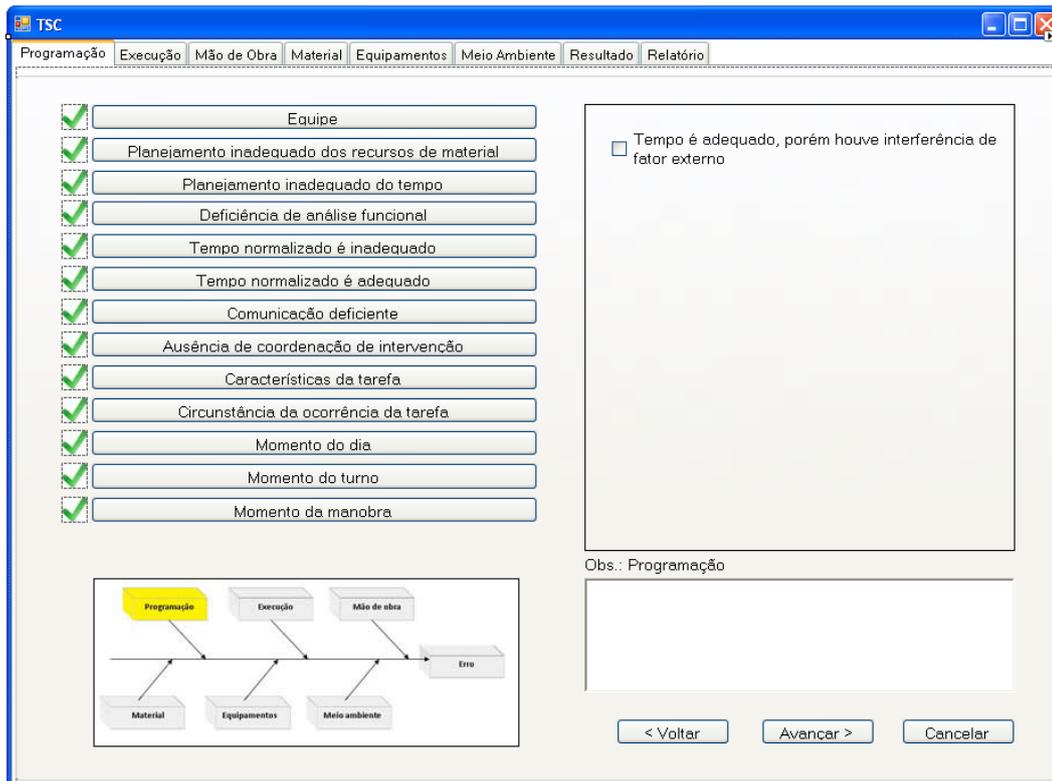


Figura 8: Tela exibindo a aba *Programação*

A cada aba corresponde a uma janela na qual é exibido o detalhamento da taxonomia para a categoria representada, com seus sub-itens associados a *checkboxes* (botões), *comboBox*, e/ou *richTextBox*.



Figura 9: Exemplo de botão.

Os *botões* são marcados pelo usuário para selecionar os fatores que contribuíram para a ocorrência do incidente ou acidente, na categoria da aba selecionada. Por sua vez, cada botão está associado a um painel que ao ser ativado

causa a exibição do painel associado. Múltiplos botões podem ser acionados. Após sua seleção, o botão é destacado e um ícone é adicionado  indicando que o usuário já visitou o painel ao qual o botão está associado.

A interface possibilita marcar múltiplos itens representados por suas *checkboxes*. Por sua vez, uma *checkbox* possibilita a marcação de uma *comboBox*, como ilustrado a seguir:

 Manutenção	
Figura 10: Exemplo de <i>checkbox</i> .	Figura 11: Exemplo de <i>comboBox</i> .

Na tela correspondente a cada aba, é exibido um campo para registro de observações, pelo operador. A seguir é ilustrado o campo correspondente à aba Programação.



Obs.: Programação

A screenshot shows a light-colored rectangular box with a thin border. At the top left of the box, the text "Obs.: Programação" is displayed. Below the text is a large, empty white rectangular area, which is the rich text box for entering observations.

Figura 12: Espaço reservado para observações na aba Programação (uma *richTextBox*).

A seguir é ilustrada a tela correspondente à aba Programação, com *checkboxes*.

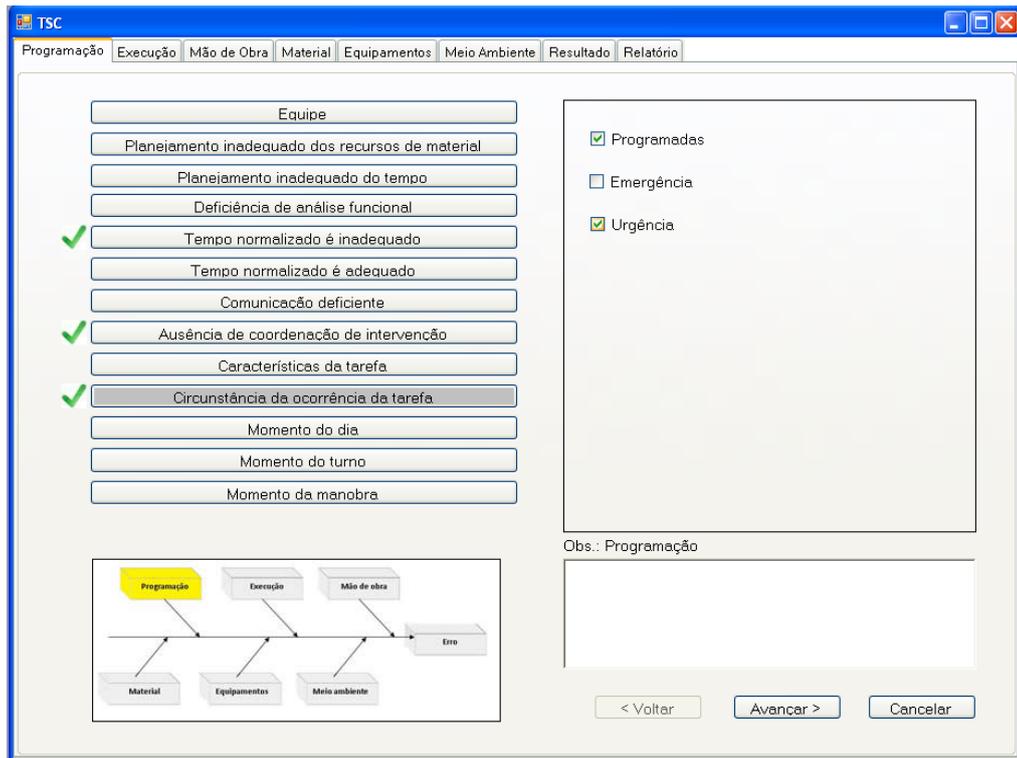


Figura 13: Tela na aba Programação com marcações nos checkboxes.

A seguir é ilustrada a tela correspondente à aba Equipamento.

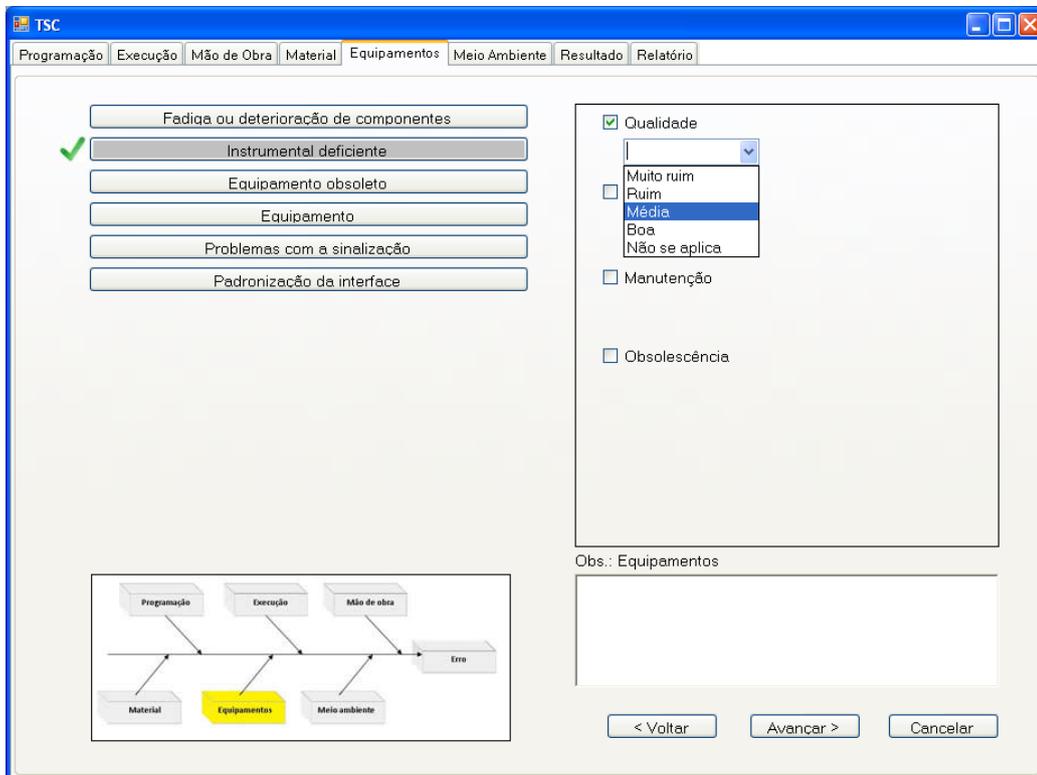


Figura 14: Tela na aba Equipamentos com combobox.

Nesta tela o destaque é à janela do detalhamento da taxonomia cujo botão está em destaque: “Instrumental deficiente”, o qual habilita o usuário a selecionar uma das respostas exibidas no *combobox*.

Ao finalizar a seleção dos itens que correspondem às possíveis causas do incidente, o usuário, na aba Relatório, verifica quais itens foram selecionados em cada aba e registra a identificação da instalação (subestação) onde ocorreu o incidente ou acidente que está cadastrando.

No campo em destaque o usuário registra o nome da instalação.



Instalação:

Figura 15: Campo para identificar a instalação.

A aba Relatório é ilustrada na Figura 16.

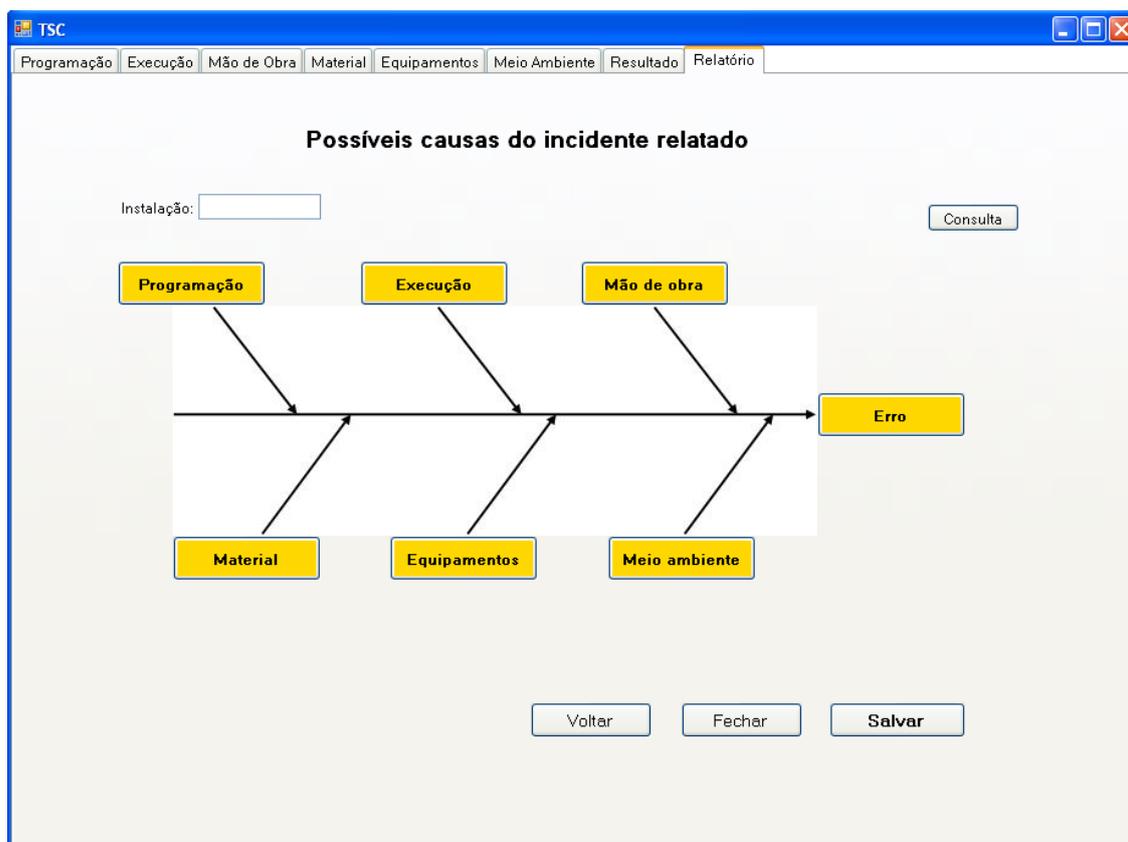


Figura 16: Tela da aba Relatório.

Nesta tela, são exibidos em destaque todos os grupos selecionados pelo usuário como as possíveis causas do incidente/acidente. A cada grupo em destaque está associado um botão que possibilita, ao ser selecionado, exibir os itens e subitens da taxonomia associados ao grupo de termos, assim como as observações do usuário (se existirem) registradas sobre o grupo.

Nesta tela, o botão **Cancelar** é substituído pelo botão **Fechar**, permitindo fechar a janela de detalhamento correspondente ao grupo selecionado. Por sua vez, o botão Salvar, permite gravar no banco de dados o incidente cadastrado e gera um relatório no formato **.doc**, como ilustrado no ANEXO C.



Figura 17: Botões de controle da aba Resultado.

### 3.5.2. MÓDULO DE ANÁLISE DE INCIDENTE/ACIDENTE

Este módulo da ferramenta permite consultar o Banco de dados da ferramenta de modo a selecionar relatórios segundo critérios de busca específicos. A interface projetada para este módulo é semelhante àquela concebida para o módulo de cadastro, sendo baseada no paradigma de abas, descrito na seção anterior.

Para selecionar no BD um incidente ou acidente, segundo um critério específico de busca, utiliza-se a opção Consulta a partir da aba Relatório da ferramenta, como ilustrado na Figura 18.

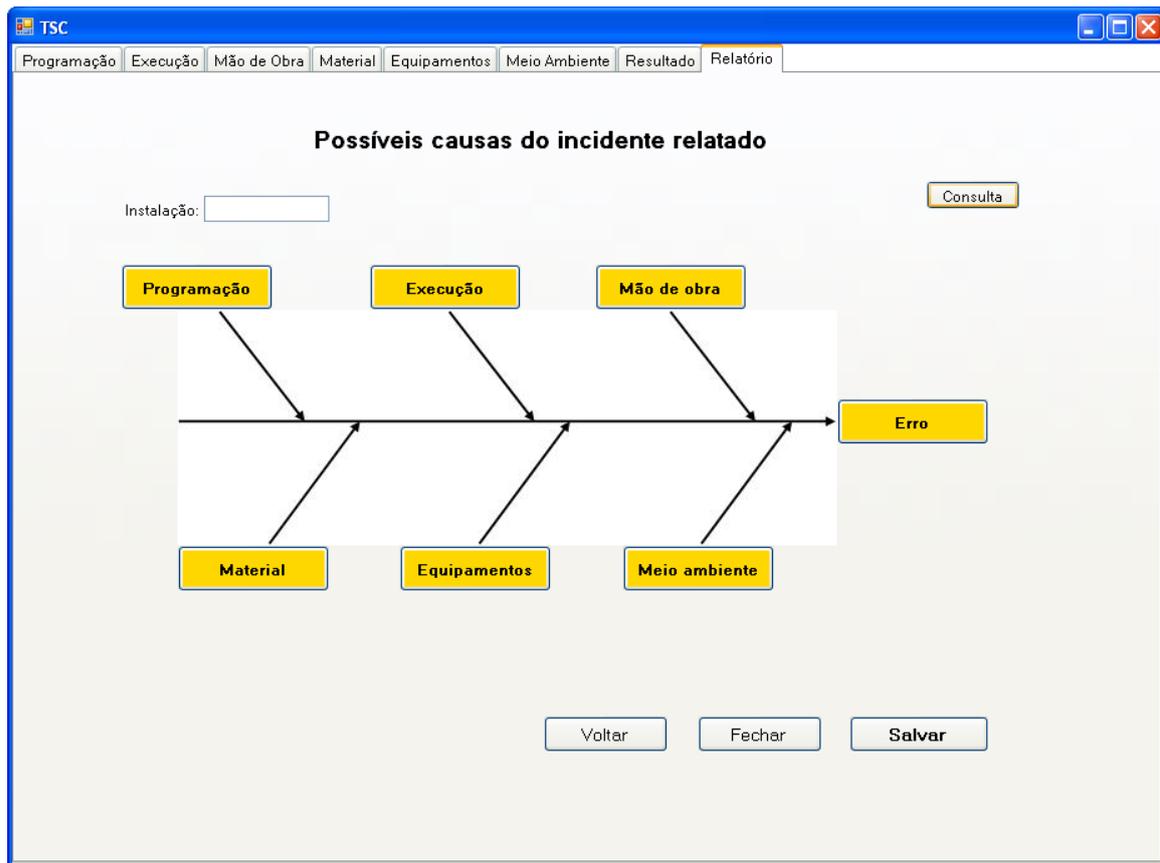


Figura 18: Acesso ao módulo de análise.

Para elaborar uma consulta utiliza-se o botão **Consulta**, que leva à exibição da tela de consulta como ilustrado na Figura 20. Nesta tela são informados os critérios de busca no BD. As consultas ao BD da ferramenta foram implementadas segundo os critérios:

- data de cadastro do relatório (ano, mês );
- id. da instalação;
- taxonomia adotada (CHESF ou LIHM)

Também é possível exibir todos os registros de uma categoria a partir do botão **Exibir Todos Registros**, como ilustrado na Figura 19.

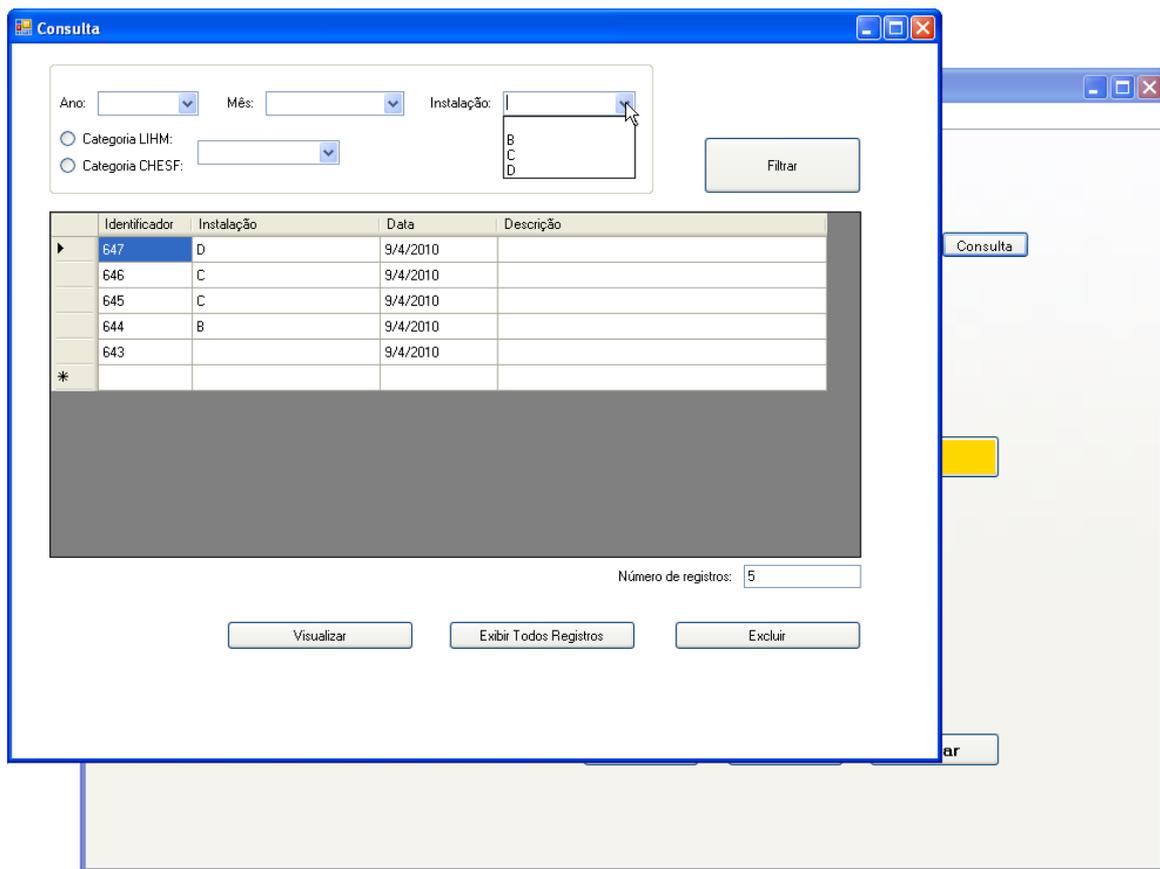


Figura 19: Tela inicial de consulta de relatório.

Os campos de *comboBox* exibem apenas componentes únicos; ou seja ainda que haja múltiplos registros, com o mesmo campo, apenas um será exibido para consulta.

Escolhidos os parâmetros da consulta, o usuário deve ativar o botão **Filtrar**, e como resultado será exibida na tela a lista de relatórios que satisfazem os critérios informados (ver figura 20).

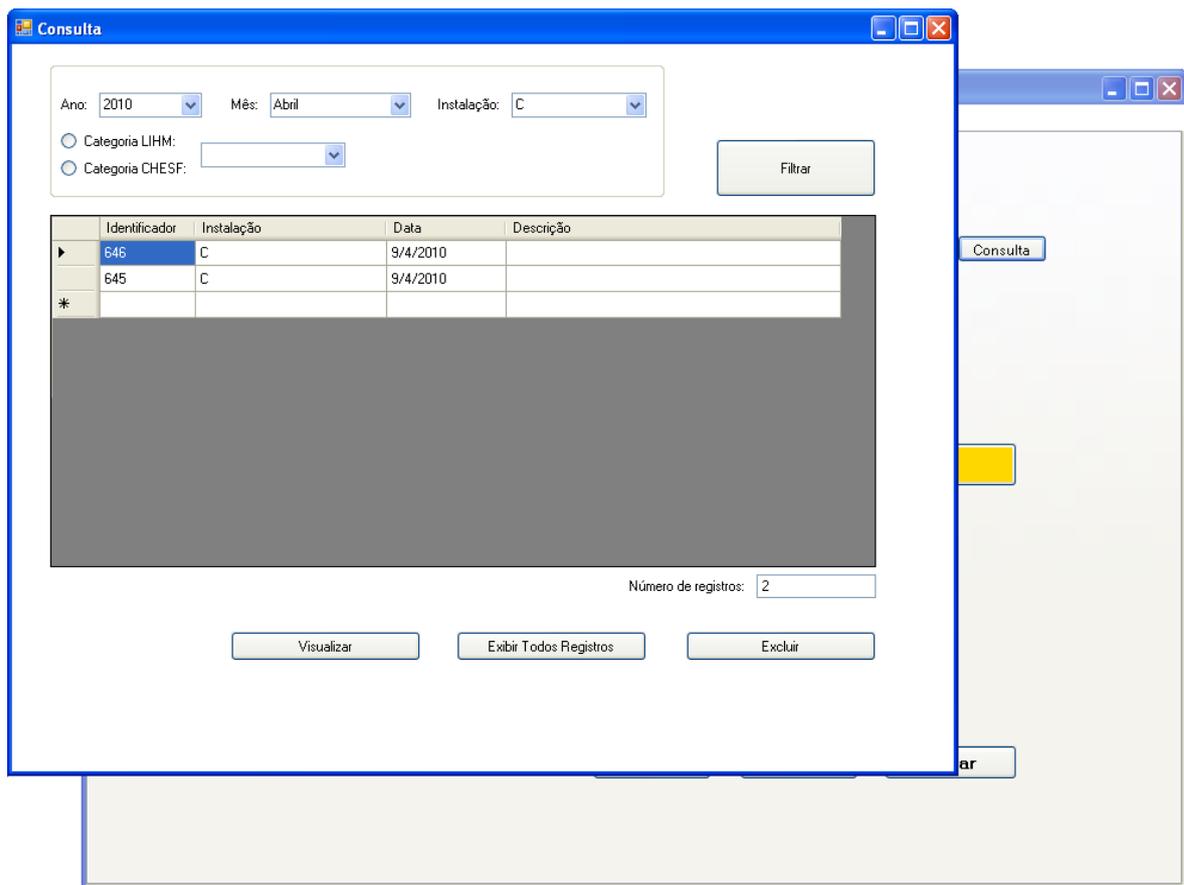


Figura 20: Filtragem de relatórios.

O número de registros localizados no BD, que atendem ao critério de busca, é exibido no canto inferior direito da tela. O usuário pode excluir o resultado de uma pesquisa utilizando o botão **Excluir**.

A consulta aos itens de um relatório selecionado é visualizada em formato semelhante àquele adotado na ferramenta de registro de incidentes e acidentes. O usuário pode solicitar a visualização a partir de dois cliques no mouse posicionado sobre a linha do relatório a exibir ou, clicar apenas uma vez para selecionar o relatório e em seguida ativar o botão **Visualizar**, para confirmar (ver figura 21).

	Identificador	Instalação	Data	Descrição
▶	646	C	9/4/2010	
	645	C	9/4/2010	

Figura 21: Seleção do relatório através de clique simples ou duplo.

O relatório selecionado é exibido a partir do diagrama de Ishikawa, conforme ilustrado na figura 22.

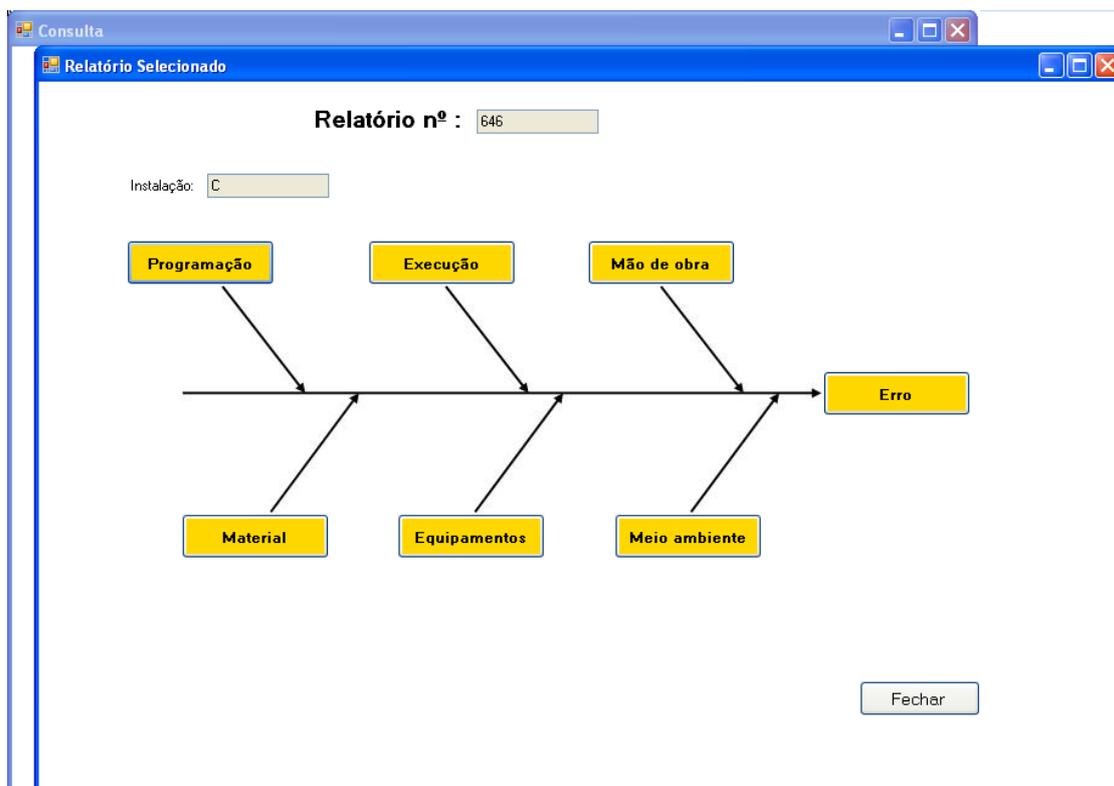


Figura 22: Consulta ao banco de dados da ferramenta a partir do ID do relatório.

O detalhamento do conteúdo do relatório é obtido a partir da seleção da categoria específica, a partir da seleção com o mouse do botão correspondente. Neste caso, se for selecionada a exibição do grupo Programação, a ferramenta exibirá a tela ilustrada na Figura 23.

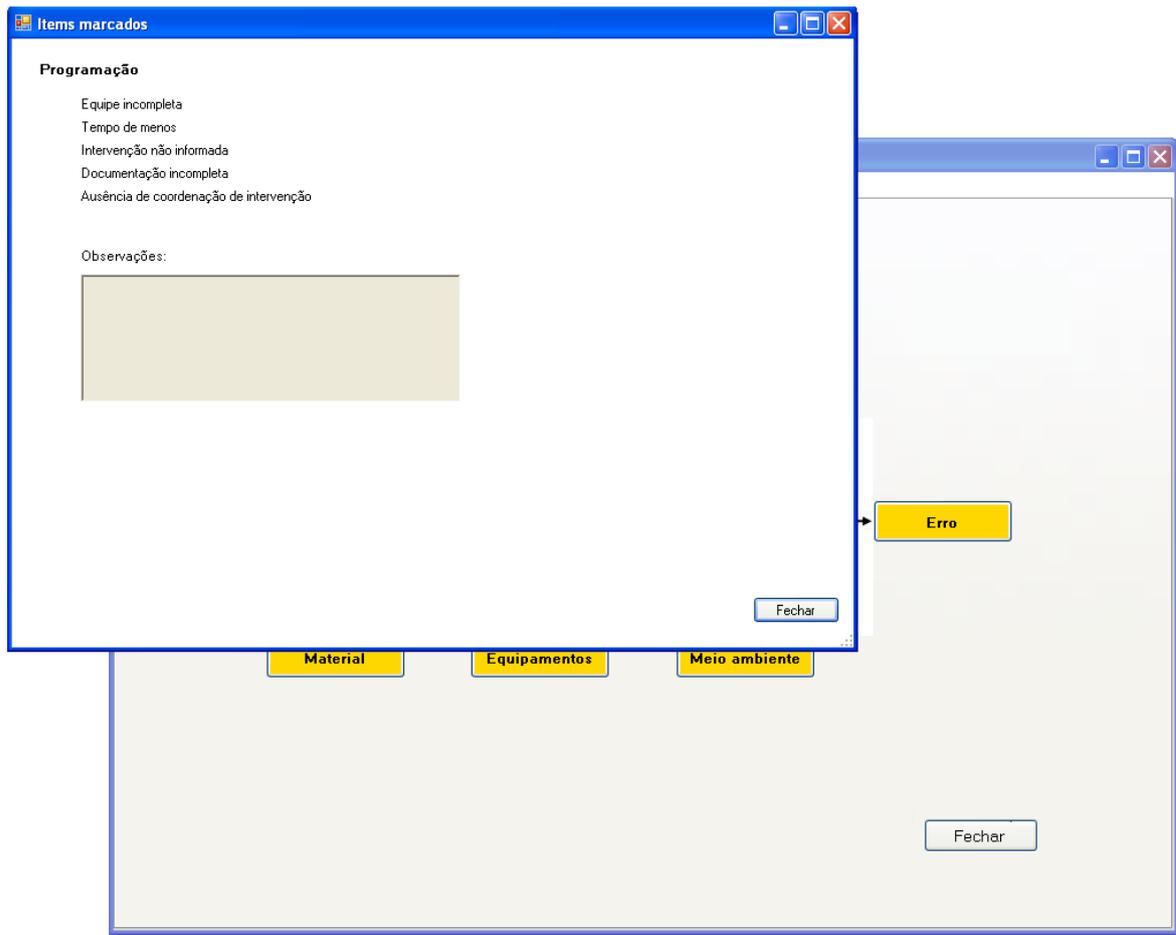


Figura 23: Detalhamento do relatório relativo ao grupo Programação.

## 4. VALIDAÇÃO DA FERRAMENTA

A validação desta ferramenta será realizada junto aos usuários reais, na empresa CHESF, como parte da validação da taxonomia proposta no LIHM. No entanto, os testes preliminares realizados pela equipe no LIHM consistiram em verificar se todas as marcações realizadas ao longo do cadastro de um novo incidente haviam sido efetivamente armazenadas. Um segundo teste consistiu em verificar se um relatório cadastrado seria localizado em um processo de filtragem a partir de diferentes critérios de busca.

Assim, para o caso do cadastro do relatório ilustrado na Figura 24,

TSC

Programação Execução Mão de Obra Material Equipamentos Meio Ambiente Resultado Relatório

- Instruções técnicas/normativas deficientes
- Desenhos desatualizados/inexistentes
- Projeto inadequado
- Falta de sobressalentes/Falta de material

Falta de sobressalentes / falta de material

Obs.: Material

TESTE!

< Voltar Avançar > Cancelar

Diagrama de Fluxo:

```
graph LR; P[Programação] --> E[Execução]; E --> MO[Mão de obra]; MO --> ER[Erro]; M[Material] --> P; EQ[Equipamentos] --> E; ME[Meio ambiente] --> MO; style M fill:#ffff00
```

Figura 24: Tela mostrando marcação de itens.

Foi verificado também se todos os itens selecionados e se todas as observações cadastradas foram exibidas na aba **Relatório**, como ilustra a Figura 25.

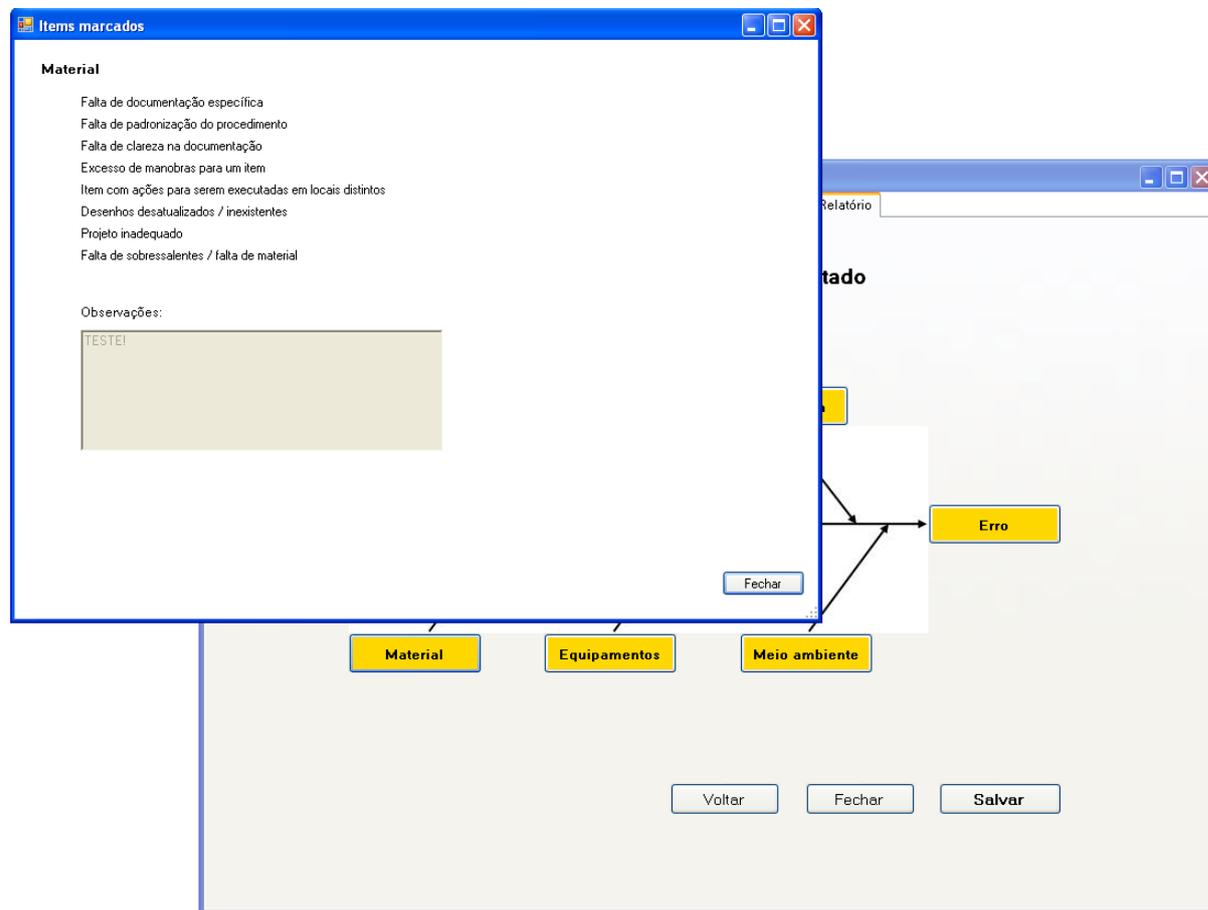


Figura 25: Tela de confirmação referente a Material.

Outro aspecto testado foi o teor do documento gerado após finalização do cadastro. Um exemplo de relatório é fornecido no ANEXO C.

Também foram realizadas consultas ao banco de dados, a partir da tela de consulta.

Assim, a ferramenta foi testada, em seus dois módulos, a partir do cadastro e consulta a um conjunto de incidentes.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estágio possibilitou a aquisição de novos conhecimentos, com foco na importância da análise de incidentes e acidentes no setor elétrico. Ao longo do estágio ficou evidente a necessidade de uma terminologia padrão para descrever acidentes e incidentes na indústria em geral, e em particular no setor elétrico, com o propósito de facilitar sua compreensão e de propor meios para evitá-los.

Outros conhecimentos adquiridos consistiram na programação orientada a objeto, e no uso de ferramentas para a construção de bancos de dados. Dentre as ferramentas utilizadas para a construção de BD foram utilizadas o Microsoft Visual Studio 2008, e a linguagem de programação foi C#.

Foi particularmente interessante desenvolver um trabalho dentro de um contexto maior da pesquisa do LIHM, que servirá para validar a taxonomia proposta no LIHM e contribuir para melhorar a qualidade dos relatórios gerados na indústria. A experiência de trabalho em equipe no ambiente do LIHM foi enriquecedora ao possibilitar à interação com pessoal de extensa experiência na área de pesquisa.

Como perspectivas futuras no desenvolvimento desta ferramenta sugere-se a melhoria da interface de consulta, refinando os métodos de consulta e de geração de relatórios, aumentando o potencial da ferramenta desenvolvida.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**(Almeida, 2006)** Almeida, I. M. Abordagem Sistêmica de Acidentes e Sistemas de Gestão de Saúde e Segurança do Trabalho. Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente - v.1, n.2, Artigo 1, dez 2006.

**(C Sharp, 2010)** C Sharp home page, disponível em <http://msdn.microsoft.com/pt-br/vcsharp/default.aspx> acessado em março de 2010.

**(DBDesingner, 2010)** DBDesingner home page, disponível em <http://www.fabforce.net/dbdesigner4/> acessado em março de 2010.

**(Leveson, 2002)** Leveson, N. G. A new approach to System Safety Engineering. 2002.

**(Leveson, 2004)** Leveson, N. G. A new accident model for Engineering Safer Systems. Safety Science, v.42, p.237-70, 2004.

**(Llory, 1999b, p.114)** LLORY, M. L'accident de la centrale nucléaire de Three Mile Island. Paris: L'Harmattan, 1999b.

**(Marais et al., 2004)** MARAIS, K.; DULAC, N.; LEVESON, N. Beyond normal accidents and high reliability organizations: the need for an alternative approach to safety in complex systems. MIT ESD Symposium, March 2004.

**(Nascimento, 2010)** Nascimento, J. A. N. Processo para Concepção de Estratégias para Prevenção do Erro na Operação de Sistemas Elétricos – Tese de Doutorado, Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, fevereiro de 2010.

**(Perrow, 1999a)** PERROW, C. Normal accidents. Living with high-risk technologies. 2.ed. New Jersey: Princeton University Press, 1999a.

**(Queiroz, 2001)** QUEIROZ, J. E. R., Abordagem Híbrida para Avaliação da Usabilidade de Interfaces com o Usuário, Tese de Doutorado, Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - COPELE, UFPB, Campina Grande, junho de 2001.

**(Rasmussen, 1982)** Rasmussen, J. Human errors: a taxonomy for describing human malfunctions in industrial installations. Journal of Occupational Accidents, v.4, p.311-35, 1982.

**(Rasmussen, 1997)** RASMUSSEN, J. Risk management in a dynamic society: a modelling problem. Safety Science, v.27, n.2/3, p.183-213, 1997.

**(Reason, 1997)** REASON, J. Managing the risks of organizational accidents . Aldershot: Ashgate, 1997.

**(Scherer, 2010)** Scherer, D., Costa, R.C. da, Barbosa, J.G., Vieira, M.de F.Q.. Taxonomy Proposal for the Description of Accidents and Incidents in the Electrical Systems Operation. A ser publicado em: ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems. Berlim. 2010.

**(Studio, 2010)** Visual Studio home page, disponível em <http://msdn.microsoft.com/pt-br/vstudio/products/default.aspx> acessado em março de 2010.

**(Svedung & Rasmussen, 2002, p.401)** Svedung, J.; Rasmussen, J. Graphic representation of accident scenarios: mapping system structure and the causation of accidents. Safety Science, v.40, p.397-417, 2002.

**(Turnell, 2001)** Turnell, M.F.Q.V., Scaico, A., Sousa, M. R. F., Perkusich, A. (2001), Industrial User Interface Evaluation Based On Coloured Petri Nets Modelling and Analysis. Lecture Notes in Computer Science – Interactive Systems, LNCS 2220, p. 69-87, Germany.

## 7. ANEXOS

### ANEXO A – ESTUDO SOBRE O ERRO NA INDÚSTRIA

#### O Modelo de Acidente de James Reason

As causas e conseqüências do acidente podem ser consideradas como circunscritos ao indivíduo que realiza a atividade e que sofre o acidente e a lesão (Reason, 1997). Acidentes organizacionais são eventos relativamente raros, mas freqüentemente catastróficos. A figura 28 mostra o modelo de acidente organizacional proposto por Reason.

A idéia do autor retrata o acidente como uma energia liberada de forma indevida, ultrapassando as barreiras, por ocasião do acidente. Esse fluxo de energia fica representado na parte superior da figura, no retângulo.

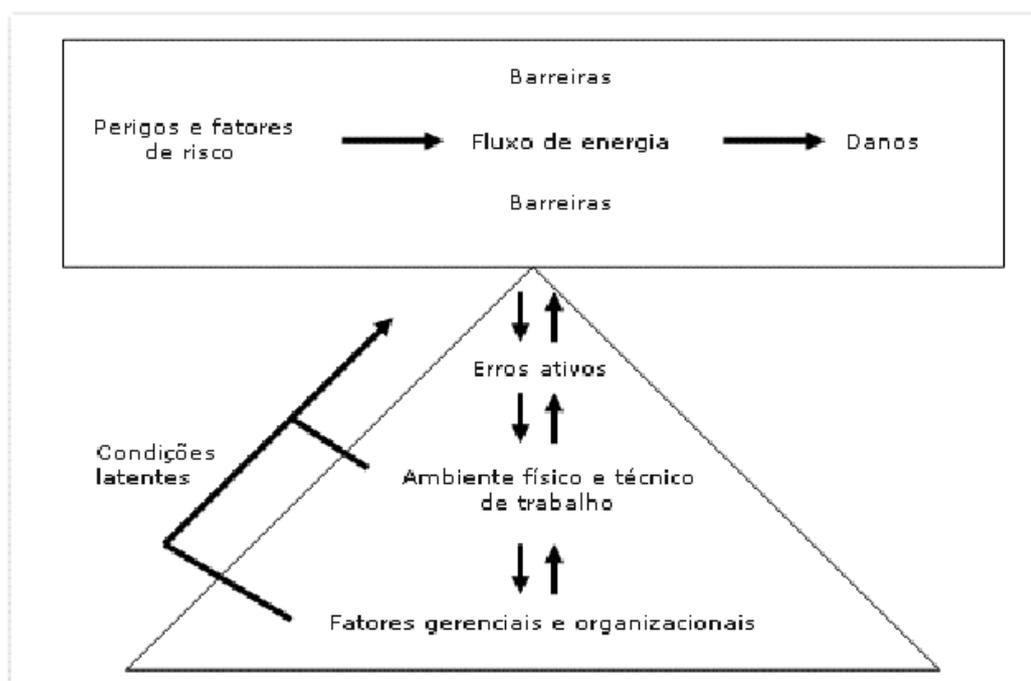


Figura 26: Modelo de acidente organizacional de James Reason (1997)

No topo do triângulo (proximidades imediatas do acidente), está o comportamento dos trabalhadores que operavam o sistema. Essas ações ou omissões foram denominadas erros ativos.

No meio do triângulo estão representados fatores do ambiente físico e técnico de trabalho. Eles estariam na origem dos erros ativos e, por sua vez têm origem em fatores gerenciais e da organização do trabalho, os quais são representados na base do triângulo. Esses dois grupos são denominados condições latentes, que podem desencadear o acidente, sem erros ativos. Essas condições são representadas pela seta paralela ao triângulo.

Segundo Reason os erros ativos são pouco importantes para a prevenção. Não é possível eliminar diretamente esses erros. Eles são conseqüências, e não causas. Por isso mesmo, os interessados na prevenção do erro devem priorizar a eliminação ou minimização das condições latentes. O erro sempre vai existir e, por isso, a prevenção ideal deve basear-se na abordagem das características do sistema, que aumentam as chances de ocorrência desses erros.

## O Acidente Psico-Organizacional de Llory

Llory (LLORY, 1999b, p.114) descreve o acidente em estágios (ou etapas) na vida do sistema. A primeira etapa, pré-acidental ou período de incubação, é aquela na qual uma lenta e progressiva degradação do sistema leva à segunda etapa, acidental propriamente dita, a qual geralmente é desencadeada por evento específico. A terceira etapa é a pós-acidental, no curso da qual se manifestam as conseqüências sociais, políticas e institucionais do acidente, sob a forma de uma crise organizacional e social.

O acidente está enraizado na história da organização: uma série de decisões, ou ausência de decisões; as evoluções do contexto organizacional, institucional, cultural interferem no futuro do sistema.

## A noção de Acidente Normal ou Sistêmico de Charles Perrow

Charles Perrow (Perrow, 1999a) trata o risco de acidente como decorrente da possibilidade de existirem interações entre fatores, elementos ou componentes de sistemas sociotécnicos. Este é descrito como risco associado à complexidade sistêmica.

O autor classifica os sistemas em simples e complexos, em função do tipo das interações existentes entre seus elementos. Nos sistemas simples predominam as interações de tipo previsível. Nos sistemas complexos há maior frequência de interações provenientes do acúmulo de aspectos ou fatores, que vistos isoladamente, não são considerados como risco e, mesmo em seu conjunto, não permitem prever os desfechos a que se associam.

Segundo Perrow, em sistemas complexos a emergência de interações complexas pode originar comportamentos sistêmicos não antecipados e de evolução tão rápida que impossibilitam aos operadores o restabelecimento da compreensão do que estaria acontecendo. Os sistemas com mais chances de apresentar acidentes desse tipo são aqueles que incluem parte, unidade ou subsistema que desempenha, simultaneamente, múltiplas funções.

Os acidentes sistêmicos tendem a apresentar acúmulos de conseqüências desse tipo de falhas, denominadas de falhas de modo comum (*common-mode failures*) que tendem a reagir com *feedbacks* não familiares aos integrantes do sistema. Além disso, os sistemas mais propensos a esse tipo de acidentes possuem “interatividade”.

Resumindo a noção de “complexidade interativa”, (Marais et al., 2004) afirmam que esta “refere-se à presença de seqüências de eventos não familiares, não planejados e inesperados em um sistema”, sendo também invisíveis e não imediatamente compreensíveis.

Os conceitos de interação complexa e interação estreitamente ou fortemente interligada, passam a ser considerados na concepção e operação de sistemas, e a noção da origem de acidentes em função de características da estrutura de sistemas, passa a ser usada em contraposição à de culpa dos operadores.

## A Abordagem Sistêmica e a Análise de Acidentes

O enfoque sistêmico centra-se no sistema como um todo, presumindo que algumas de suas propriedades só podem ser tratadas adequadamente na sua completude (Leveson, 2002). Segundo esta visão, sistemas complexos são descritos apresentando diferentes níveis, organizados hierarquicamente.

A noção de hierarquia visa explicar relações entre níveis diferentes. Os níveis hierárquicos superiores são responsáveis pelo controle dos inferiores. Para obter esse controle devem haver leis de comportamento, ou seja, limites aos graus de liberdade dos componentes do nível inferior. O nível superior também define as formas de comunicação ascendente, as quais informam sobre o funcionamento real do sistema, em especial, sobre como se dá, ou não, a efetiva imposição daquelas restrições, completando o elo de controle entre os diferentes segmentos da hierarquia.

Os níveis hierárquicos superiores participam no projeto de restrições (*constraints*) destinadas à implementar as “leis de comportamento” do sistema. Essas “leis” incluem normas, meios e práticas a serem utilizados visando à confiabilidade e a segurança do sistema.

A noção de elo de controle é usada por Leveson (Leveson, 2002; 2004) para criticar a amplitude da definição adotada por alguns estudiosos para a expressão: erro humano. Na leitura ampliada, dificuldades surgidas na interação homem-máquina são interpretadas como falhas humanas. Para Leveson, essa forma de definir o erro humano deixa de considerar as características da concepção do sistema, em particular daquelas que entram nos elos de controle entre homem e os dispositivos as quais contribuem para o enfraquecimento da confiabilidade e da segurança do sistema.

### Aspectos de Exploração da Noção de Erro Humano em Análises de Acidentes

Na atualidade, parece haver consenso sobre a idéia de que as situações de trabalho demandam mais habilidades de raciocínio e cognitivas (*cognitive-*

*reasoning*) do que das sensório-motoras. Com isso ganham importância os estudos acerca do papel do componente social (humano) desses sistemas. Estudos estes que buscam explorar os aspectos cognitivos associados ao comportamento humano, com ênfase nas situações de trabalho.

A aprendizagem humana é descrita como o processo no qual as ações inicialmente conscientes vão se tornando automáticas em decorrência do número de vezes que são repetidas. Com a familiarização, a habilidade do operador na execução aumenta e, elas passam para um nível de regulação cognitiva de menor custo para o operador (Rasmussen, 1982).

### Noção de Migração do Sistema para o Acidente

A velocidade das mudanças nas bases técnica e organizacional dos processos usados em sistemas, com a elevada incorporação de novas tecnologias, é maior do que as mudanças nos processos gerenciais, e maior ainda do que aquelas encontradas nos sistemas extra-empresa, encarregados do desenvolvimento de políticas e de legislação para o controle dos riscos desses processos. Este descompasso torna-se mais evidente em consequência do ambiente agressivo e de exacerbada competitividade em que essas empresas normalmente estão inseridas. Nessas condições surgem pressões no sistema que, com muita frequência, influenciam os níveis gerenciais levando-os à adoção de decisões imediatistas que vão empurrando o sistema para a proximidade das fronteiras de sua segurança (Almeida, 2006). Esse processo, dinâmico por excelência, mostra que os sistemas vivem em constante necessidade de adaptação às mudanças no ambiente em que estão inseridos. Nessas condições a forma tradicional de gestão de segurança, baseada em abordagens prescritivas e normativas, torna-se ultrapassada. Os operadores não têm à mão uma regra ou procedimento operacional capaz de indicar-lhes como agir diante de uma perturbação do sistema.

Segundo Rasmussen (Rasmussen, 1997), em sistemas dinâmicos, acidentes com aspectos assemelhados podem ocorrer sem a presença daquela determinada “causa” pensada isoladamente, porque na situação de trabalho real, o

cenário *acidentogênico* formado é produto da interação ou do acúmulo de efeitos colaterais, de decisões tomadas por atores diferentes em cenários que dificilmente permitem antever a possibilidade, seja deste acúmulo, seja dos seus efeitos. A formação desse cenário de vulnerabilidade, de diminuição da tolerância a mudanças ou da resiliência do sistema é descrita por Rasmussen como o processo de migração do sistema para o acidente ou para as fronteiras aceitáveis de sua segurança.

Em todo sistema de trabalho o comportamento humano é modelado por objetivos e restrições que devem ser respeitados pelos atores com vistas à obtenção de sucesso nas suas intervenções. Assim é que o sistema impõe limites ou fronteiras que se ultrapassados podem ameaçar sua sobrevivência ou relativa estabilidade. Há fronteiras de natureza econômica, em especial relativas a custos, e também fronteiras impostas pela carga de trabalho a qual os operadores são submetidos. O autor afirma que a análise de acidentes deve focar os mecanismos geradores de comportamentos nos contextos de trabalho reais e dinâmicos. E não nos erros humanos ou violações.

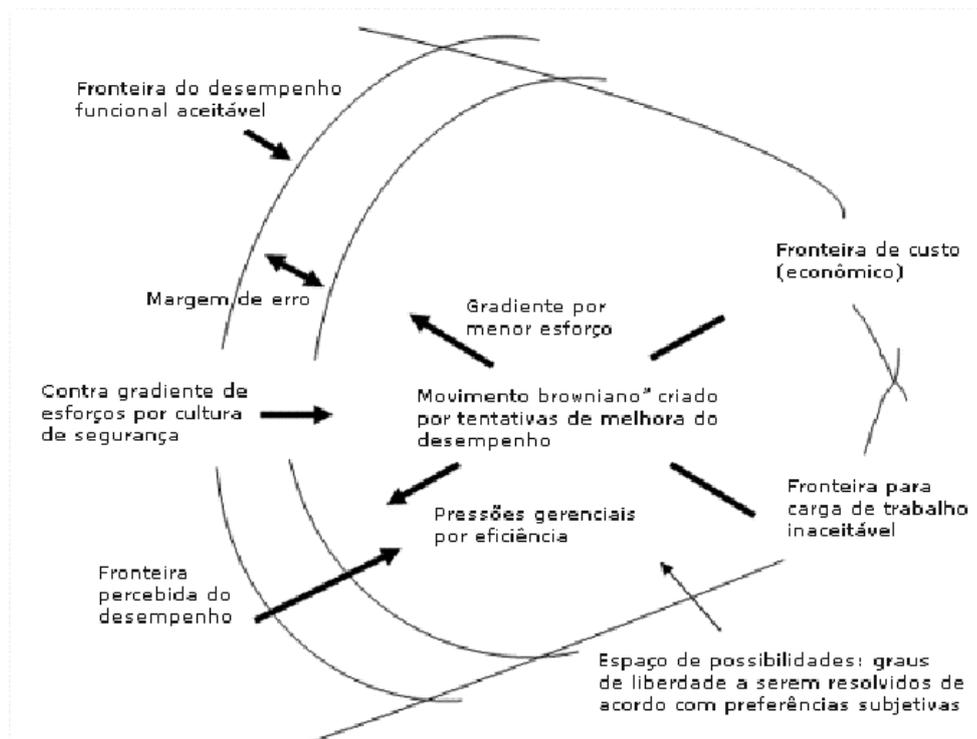


Figura 27: Migração do sistema para as fronteiras do desempenho seguro. (Rasmussen, 1997)

Segundo o autor a gestão da segurança nesse tipo de sistemas deveria ser pró-ativa, centrando-se no estudo das atividades normais dos atores que preparam esse cenário. Sistemas bem concebidos dispõem de numerosas barreiras, controles ou linhas de precauções para evitar acidentes, de modo que a eventual violação de uma delas não leve de imediato a um evento adverso. A segurança de um subsistema, ou sistema em particular, também depende de efeitos colaterais de ações de atores situados em outros subsistemas ou sistemas.

## Modelos Verticais de Análise de Acidentes

Os sistemas sócio-técnicos envolvidos na gestão de riscos devem ser considerados em sua totalidade, com todos os seus níveis hierárquicos, dos operadores no “chão de fábrica” aos legisladores e agências governamentais responsáveis pela formulação e implementação de políticas de controle.

Este modelo descreve as interações entre tomadores de decisões situados em todos os níveis da sociedade, em seus papéis de gestores de risco (Svedung & Rasmussen, 2002, p.401). A análise retoma a noção de elo de controle discutida anteriormente, explorando as possibilidades de falhas:

- Na concepção de restrições necessárias para forçar a implementação de ações de controle;
- Na execução dessas ações e;
- Na realimentação (*feedback*) oferecida após a execução das ações.

O modelo de Leveson (Leveson, 2004) associa o Quadro 1, que mostra a taxonomia de falhas possíveis no projeto, na execução ou no *feedback* dos diversos elos analisados. Como a variabilidade e as adaptações que exigem são contínuas, o “erro humano” passa a ser visto como uma tentativa de adaptação que não obteve o sucesso desejado, mas cujo resultado é imediatamente considerado como entrada (*input*) ou o sinal necessário ao diagnóstico do estado atual do sistema e às decisões que culminarão em nova tentativa de adaptação.

**1) Inadequação da imposição de constrangimentos para a implementação de ações de controle:**

- 1.1) Fatores de risco não identificados (unidentified hazards).
- 1.2) Perda, ineficácia ou inadequação de ações de controle para fatores de risco (hazards) identificados.

1.2.1) Design do algoritmo de controle (processo) não impõe constrangimentos. Falhas na criação de processo. Mudança de processo sem a correspondente mudança no algoritmo de controle (assincronia de evoluções). Modificação ou adaptação incorreta.

1.2.2) Modelo de processo inconsistente, incompleto ou incorreto (lack of linkup) Falhas na criação de processo. Falhas na atualização de processos (evolução assíncrona). Tempos de espera (time lags) ou diferenças de medição (measurement inaccuracies) não considerados.

1.2.3) Inadequação de coordenação entre controladores e tomadores de decisão (áreas de fronteira entre atividades e co-atividades).

**2) Inadequação da execução de ações de controle:**

- 2.1) Falha de comunicação.
- 2.2) Inadequação da operação do "atuador" (dispositivo técnico ou pessoa responsável pela conformação de ação após acionamento de comandos específicos).
- 2.3) Defasagem de tempo (time lags).

**3) Perda ou inadequação de feedback:**

- 3.1) Não incluído na concepção do sistema.
- 3.2) Falha de comunicação.
- 3.3) Defasagem de tempo (time lags)
- 3.4) Inadequação na operação de sensor (informação incorreta ou não fornecida).

Quadro 1: Classificação de falhas de ações de controle segundo Leveson.

Um aspecto a ser destacado nessa abordagem de mecanismos modeladores de comportamentos é a sua semelhança com o enfoque de comportamento situado, adotado na Ergonomia da Atividade. As razões associadas às origens do insucesso de determinada tentativa de adaptação devem ser buscadas nas restrições (*constraints*) – ou na falta delas – que modelam os comportamentos dos indivíduos e das organizações, considerando a existência de pressões que exigem adaptações locais por parte dos operadores.

## ANEXO B – DICIONÁRIO DE DADOS

Descrição das tabelas de itens da taxonomia:

### **Categoria Operador**

Tabela	Descrição
zd_op_ca_dados_gerais	Dados Gerais
zd_op_ca_referente_tarefa	Referente a Tarefa
zd_op_ca_referente_treinamento	Referente a Treinamento
zd_op_es_medo	Medo
zd_op_es_raiva	Raiva
zd_op_es_tenso	Tenso
zd_op_es_ansiedade	Ansiedade
zd_op_es_fadiga	Cansaço/fadiga
zd_op_es_confusao	Confusão
zd_op_es_distracao	Distração/desatenção/falta de concentração
zd_op_es_estresse	Estresse
zd_op_es_euforia	Euforia
zd_op_es_autoconfianca	Excesso de

	autoconfiança/autoconfiança
zd_op_es_excesso_concentracao	Excesso de concentração
zd_op_es_pressa	Pressa
zd_op_es_desmotivacao	Desmotivação

### **Categoria Organização**

Tabela	Descrição
zd_or_mt_instrumental_deficiente	Instrumental Deficiente
zd_or_mt_problemas_sinalizacao	Problemas com a Sinalização
zd_or_mt_padronizacao_interface	Padronização da Interface
zd_or_mt Equipamento_obsoleto	Equipamento Obsoleto
zd_or_mt_deterioracao_componentes	Fadiga ou deterioração de componentes
zd_or_mt Equipamento	Equipamento

### **Categoria Tarefa**

Tabela	Descrição
zd_ta_ct_simples_rotineira	Simples e rotineira
zd_ta_ct_complexa_rotineira	Complexa e rotineira
zd_ta_ct_simples_nao_rotineira	Simples e não rotineira

zd_ta_ct_complexa_nao_rotineira	Complexa e não rotineira
zd_ta_et_em_execucao	Em execução
zd_ta_et_correto	Correto
zd_ta_et_omissão	Omissão
zd_ta_et_repeticao	Repetição
zd_ta_et_inclusao	Inclusão
zd_ta_et_sequencia	Sequência
zd_ta_et_acao_errada_objeto	Ação errada sobre o objeto certo
zd_ta_et_acao_objeto_errado	Ação correta sobre o objeto errado
zd_ta_et_acao_inapropriada	Ação sem relação ou inapropriada
zd_ta_et_intervencao_inapropriada	Intervenção em tempo não apropriado
zd_ta_et_execucao_incompleta	Execução incompleta
zd_ta_et_sem_intencao	Execução sem intenção

### **Categoria Atuação**

Tabela	Descrição
zd_at_pi_material_errado	Material errado
zd_at_pi_material_desnecesario	Material desnecessário

zd_at_pi_material_insuficiente	Material insuficiente
zd_at_fv_objeto_antes	Estado do objeto antes da ação
zd_at_fv_objeto_depois	Estado do objeto depois da ação
zd_at_fv_objeto_atuacao	Objeto/equipamento em que deveria atuar
zd_at_fv_falta_verificacao	Falta de verificação de ação
zd_at_faa_falta_acompanhamento	Falta de acompanhamento de cada ação
zd_at_eas_atividades_simultaneas	Execução de atividades simultaneamente
zd_at_nm_sem_material	Não utilização do material de apoio
zd_at_dn_descumprimento_normas	Descumprimento de normas
zd_at_dp_descumprimento_procedimento	Descumprimento do procedimento
zd_at_im_improvisacao	Improvisação
zd_at_daf_deficiencia_analise	Deficiência de análise funcional
zd_at_fdsa_falta_sinalizacao	Falta de delimitação com sinalização adequada
zd_at_pisi_superposicao_intervencoes	Planejamento inadequado dos recursos criando superposição de intervenções

### Campos de itens

Campo	Descrição
nivel_academico	Nível acadêmico
qualificação	Qualificação
cargo_atual	Cargo atual
experiência_tarefa	Experiência na tarefa
experiência_cargo	Experiência no cargo
habilidade_sistema	Habilidade e conhecimento com o sistema
habilidade_produto	Habilidade e conhecimento com o produto
possui_treinamento	Possui treinamento
capacitação_tecnica	Capacitação Técnica

## ANEXO C – EXEMPLO DE RELATÓRIO DE INCIDENTE GERADO PELA FERRAMENTA

### Relatório de incidente

**Instalação:** A

**Programação:**

- 
- Equipe incompleta
- Equipe insuficiente
- Material separado era o errado
- Material separado era desnecessário
- Material separado era insuficiente
- Planejamento inadequado do tempo, superposição de intervenções
- Deficiência de análise funcional
- Tempo demais
- Tempo de menos
- Tempo é adequado, porém houve interferência de fator externo
- Intervenção não informada
- Documentação incompleta
- Ausência de coordenação de intervenção
- Simples e rotineira
- Complexa e rotineira
- Simples e não rotineira
- Complexa e não rotineira
- Programadas
- Emergência
- Urgência
- Manhã
- Tarde
- Noite
- Início
- Meio
- Fim
- Durante preparação da instalação ou do sistema

- Durante recomposição da instalação ou do sistema
- Durante liberação de equipamento
- Durante normalização do equipamento
- Durante execução da manutenção

**Observações:** 1

**Execução:**

- 
- Improvisação
- Descontinuidade
- Estado do objeto antes da ação
- Estado do objeto depois da ação
- Objeto/equipamento em que deveria atuar
- Sequência realizada
- Falta de acompanhamento de cada ação
- Execução de atividades simultaneamente
- Não utilização do material de apoio
- Descumprimento de normas
- Descumprimento do procedimento
- Falta de delimitação com sinalização adequada
- Falta de entrosamento e comunicação entre órgãos
- Ferramental inadequado

**Observações:** 2

**Mão de obra:**

- 
- Condições físicas: - : Doença
- Condições físicas: - : Limitação temporária
- Condições físicas: - : Demanda fisiológica
- Capacitação técnica: - : Desconhecimento da configuração
- Capacitação técnica: - : Imperícia
- Capacitação técnica: - : Falta de capacitação técnica
- Capacitação técnica: - : Inexperiência
- Auxílio: - Apoio logístico
- Auxílio: - Transporte
- Hora-extra
- Mudança de rotina do operador
- Monitoramento: - : Adequado
- Feedback: - : Parcialmente Adequado
- Relacionamento deficiente: - : Sim
- Relacionamento deficiente: - : Sim, mas com dificuldade

- Relacionamento deficiente: - : Não
- Dificuldade financeira: - : Não
- Dificuldade financeira: - : Pouca
- Dificuldade financeira: - : Sim
- Dificuldade financeira: - : Não se aplica
- Ansiedade
- Cansaço / Fadiga
- Confusão
- Distração / Desatenção / Falta de concentração
- Estresse
- Euforia
- Excesso de autoconfiança / Confiança
- Excesso de concentração
- Pressa
- Desmotivação
- Medo
- Raiva
- Tensão
- Qualidade do repouso: - : Frequentemente ruim
- Qualidade do repouso: - : As vezes ruim
- Qualidade do repouso: - : Nem ruim nem bom
- Qualidade do repouso: - : As vezes bom
- Qualidade do repouso: - : Frequentemente bom
- Qualidade do repouso: - : Não se aplica
- Ritmo de trabalho imposto é ruim: - : Sim
- Ritmo de trabalho imposto é ruim: - : As vezes
- Ritmo de trabalho imposto é ruim: - : Não
- Comunidade, sociedade e vida cívica: - : Não tem acesso
- Comunidade, sociedade e vida cívica: - : Tem algumas dificuldades de acesso
- Comunidade, sociedade e vida cívica: - : Tem acesso parcialmente
- Comunidade, sociedade e vida cívica: - : Tem acesso plenamente
- Comunidade, sociedade e vida cívica: - : Não se aplica
- Experiência na tarefa: - : Nenhuma
- Experiência na tarefa: - : Pouca
- Experiência na tarefa: - : Média
- Experiência na tarefa: - : Boa
- Experiência na tarefa: - : Muita
- Experiência na tarefa: - : Não se aplica
- Experiência no cargo: - : Nenhuma

- Experiência no cargo: - : Pouca
- Experiência no cargo: - : Média
- Experiência no cargo: - : Boa
- Experiência no cargo: - : Muita
- Experiência no cargo: - : Não se aplica

**Observações:** 3

**Material:**

- 
- Falta de documentação específica
- Falta de padronização do procedimento
- Falta de clareza na documentação
- Excesso de manobras para um item
- Item com ações para serem executadas em locais distintos
- Desenhos desatualizados / inexistentes
- Projeto inadequado
- Falta de sobressalentes / falta de material

**Observações:** 4

**Equipamentos:**

- 
- Fadiga ou deterioração de componentes
- Instrumental deficiente: - Qualidade: Ruim
- Instrumental deficiente: - Calibração: Não se aplica
- Instrumental deficiente: - Manutenção: Ruim
- Instrumental deficiente: - Obsolescência: Muito ruim
- Equipamento obsoleto
- Equipamento: - : Funcional
- Equipamento: - : Defeituoso
- Problemas com a sinalização: - : Insuficiente
- Problemas com a sinalização: - : Excessiva
- Padronização da interface: - : Diferença de padronização visual
- Padronização da interface: - : Diferença de padronização funcional
- Padronização da interface: - : Terminologia inadequada
- Padronização da interface: - : Problemas de zoom
- Padronização da interface: - : Problemas de representação gráfica
- Padronização da interface: - : Confiabilidade

**Observações:** 5

**Meio ambiente:**

- 
- Distração por sistema e/ou ambiente

- Distração causada por terceiros
- Barulho / Ruído: - : Não se aplica
- Temperatura, umidade, climatização ambiental, chuva: - : Não interfere
- Luminosidade/iluminação deficiente: - : Interfere um pouco
- Poluição: - : Interfere um pouco
- Radiação
- Insalubridade
- Espaço físico inadequado (layout)
- Onde o trabalho se localiza:: - : Não interfere
- Segurança no ambiente de trabalho: - : Parcialmente adequada

**Observações:** 6

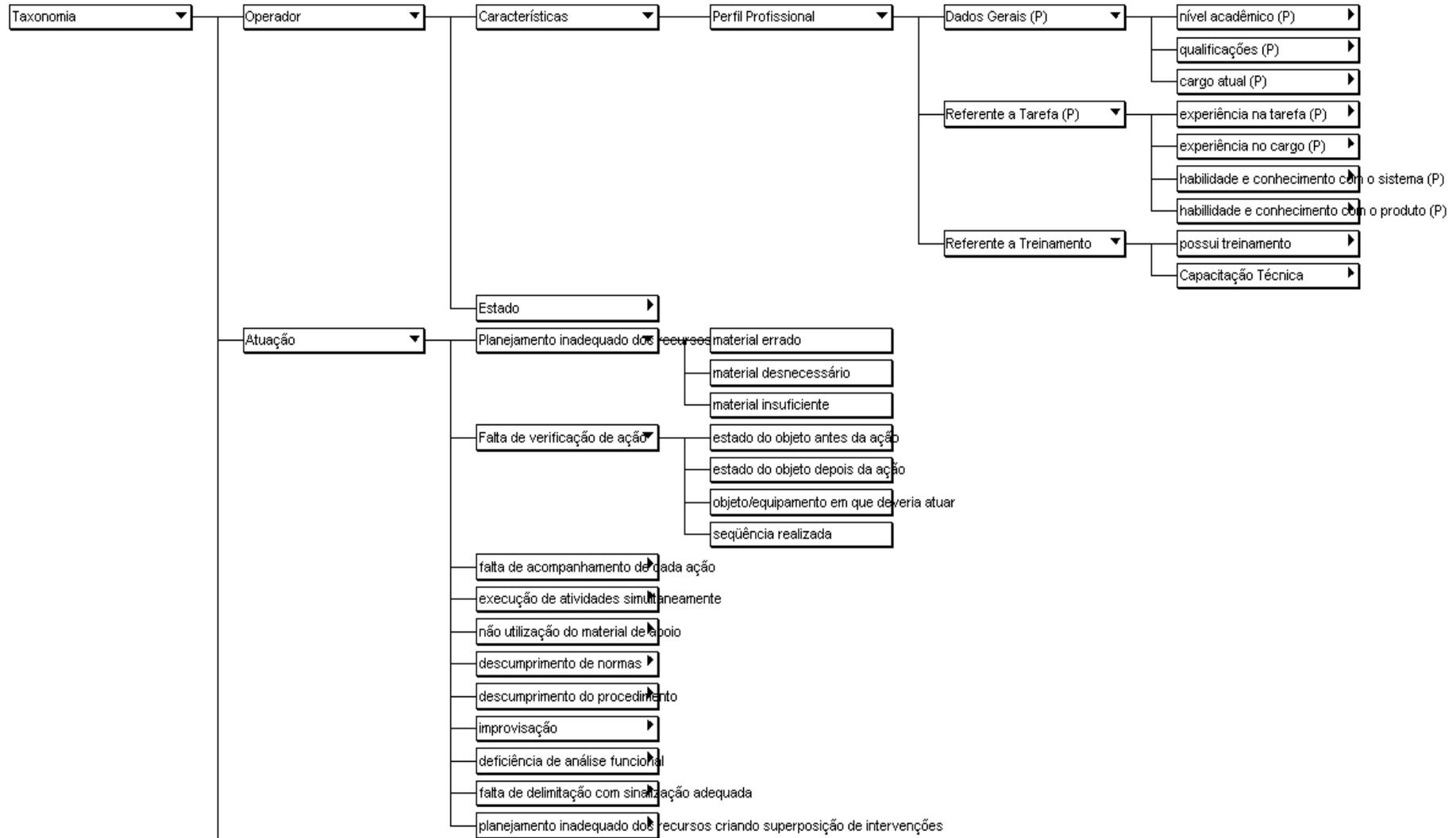
**Erro:**

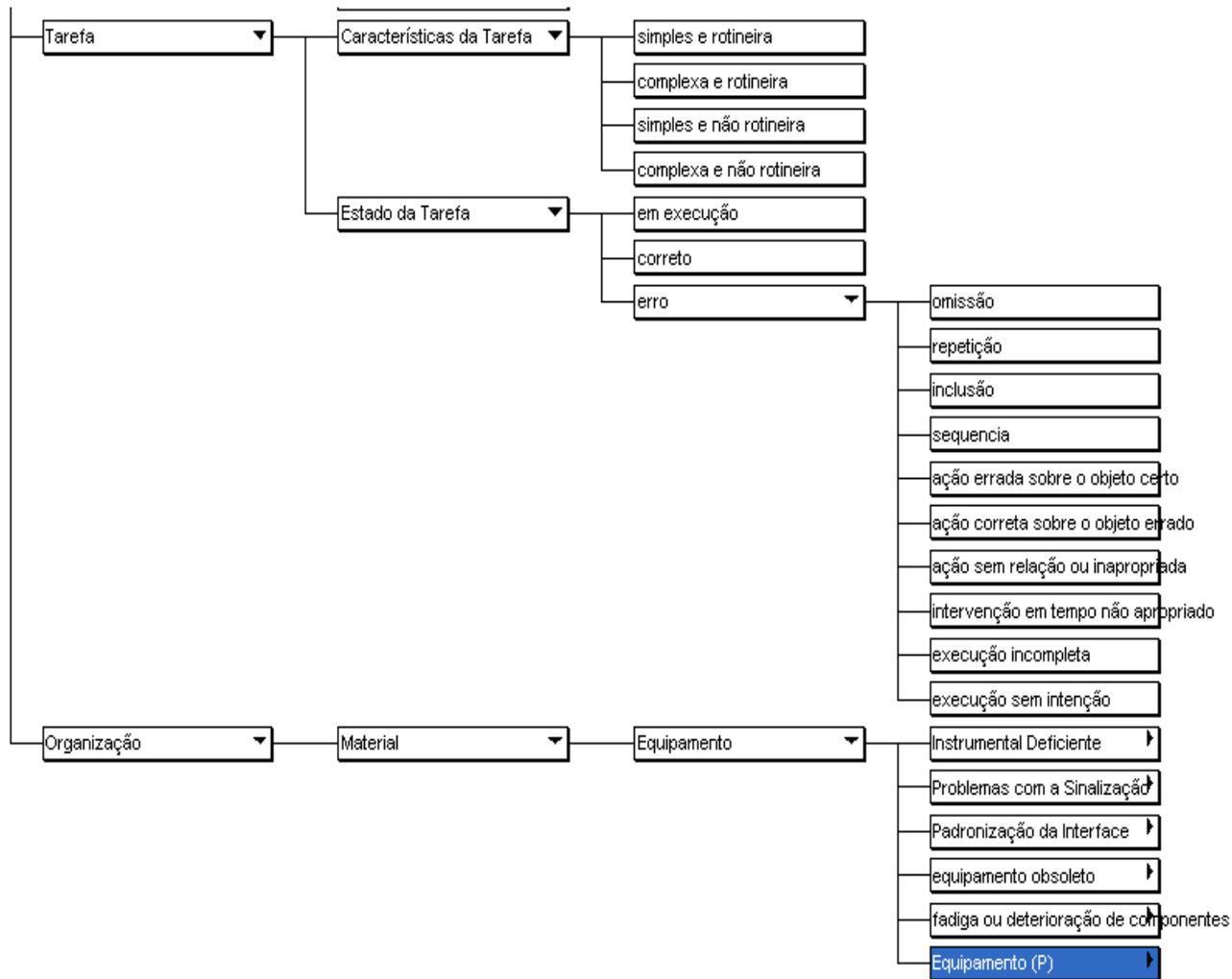
- 
- Em execução
- Correto
- Omissão
- Repetição
- Inclusão
- Sequência
- Ação errada sobre objeto correto
- Ação correta sobre o objeto errado
- Ação sem relação ou inapropriada
- Intervenção em tempo não apropriado
- Execução incompleta
- Execução sem intenção

**Observações:** 7

Relatório gerado em: 9/4/2010 20:32:04

## ANEXO D – TAXONOMIA PROPOSTA NO LIHM





## ANEXO E - MODELO ENTIDADE RELACIONAMENTO (MER)

