

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

Investigação da relação entre o contexto de trabalho, o comportamento do operador e a ocorrência do erro, em ambientes de automação de subestações elétricas

Daniel Scherer

Campina Grande, Julho de 2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

Investigação da relação entre o contexto de trabalho, o comportamento do operador e a ocorrência do erro, em ambientes de automação de subestações elétricas

Tese de Doutorado submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Doutor em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Daniel Scherer

Prof^a. Maria de Fátima Queiroz Vieira, PhD
Orientadora

Área de concentração: Engenharia da Computação

Campina Grande, Julho de 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S326i

Scherer, Daniel

Investigação da relação entre o contexto de trabalho, o comportamento do operador e a ocorrência do erro, em ambientes de automação de subestações elétricas / Daniel Scherer. — Campina Grande, 2010.

157 f. : il. color

Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática.

Referências.

Orientadora: Profa. Dra. Maria de Fátima Queiroz Vieira.

1. Interface Homem-Máquina 2. Erro Humano 3. Taxonomia I. Título.

CDU 004.5(043)

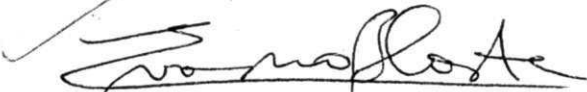
**INVESTIGAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE O CONTEXTO DE TRABALHO, O
COMPORTAMENTO DO OPERADOR E A OCORRÊNCIA DO ERRO, EM
AMBIENTES DE AUTOMAÇÃO DE SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS**


DANIEL SCHERER

Tese Aprovada em 26.07.2010

Maria de Fátima Q. Vieira
MARIA DE FÁTIMA QUEIROZ VIEIRA, Ph.D., UFCG
Orientadora


MÁRIO CESAR RODRÍGUEZ VIDAL, Dr., UFRJ
Componente da Banca


EVANDRO DE BARROS COSTA, D.Sc., UFAL
Componente da Banca


BERNARDO LULA JÚNIOR, Dr., UFCG
Componente da Banca


ÂNGELO PERKUSICH, D.Sc., UFCG
Componente da Banca

**CAMPINA GRANDE – PB
JULHO - 2010**

Ao meu pai e minha mãe

Agradecimentos

Aos meus pais Rudi e Tecla Scherer pelo incentivo e apoio durante todo este período. Por todas as discussões e preocupações em conversas por telefone em cada domingo que passou.

À Professora Maria de Fátima Q. Vieira, pela orientação, recomendações e paciência.

À minha noiva Thiciany, pelo companheirismo e amizade durante todo este período.

A todos os colegas e amigos do LIHM, em especial: Ademar e Alves; companheiros de longa data. Além dos mais recentes: Raffael e Flávio.

Aos meus amigos que mesmo de longe torceram por mim, em especial: Letícia, L.F. Garcia, Raul, Natanael e Iky.

Ao CNPq, sem cujo apoio não teria sido possível a conclusão deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, em especial ao professor Vidal, pela gentileza em participar deste processo, oferecendo recomendações e sugestões para a melhoria do documento.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram para que esta etapa fosse concluída, o meu muito obrigado.

Resumo

A análise de acidentes e incidentes é essencial para o estudo do erro humano e para proposição de formas de prevenção. A pesquisa sobre o erro humano trata essencialmente a classificação do erro e a identificação da relação entre um erro ocorrido e a atividade do ser humano que o ocasionou. Na literatura são encontradas diversas propostas de métodos e taxonomias para categorizar erros. Entretanto, observou-se que estes métodos não são adequados para apoiar a análise e compreensão das circunstâncias que cercam a ocorrência do erro. Para tanto é necessário associar aos métodos, além de ontologias e taxonomias a seqüência de tomada de decisão que resultou no erro e um mapeamento da inter-relação entre os elementos associados ao erro.

O trabalho apresentado neste documento discorre sobre o estudo do erro humano no contexto da operação de sistemas elétricos. Para tanto são discutidas as categorizações e taxonomias encontradas na literatura, buscando relacioná-las com as etapas da seqüência de tomada de decisão do usuário, que podem resultar no erro.

O estudo se apóia em um *corpus* de relatórios que descreve acidentes e incidentes ocorridos na operação de sistemas elétricos em uma empresa do setor elétrico. Para compreender as causas do erro é também considerada uma descrição do perfil de usuário, a qual abrange tanto aspectos objetivos quanto cognitivos do usuário, associada a uma descrição do contexto de trabalho. O contexto de trabalho e o perfil do operador são descritos a partir da taxonomia proposta neste trabalho, a qual foi validada a partir da análise de um novo *corpus* de relatórios de acidentes, da mesma empresa. A investigação da relação entre o contexto de trabalho, o perfil do operador, e a ocorrência do erro foi feita a partir de um conjunto de hipóteses com base na representação dos acidentes em mapas conceituais.

Os resultados alcançados consistem na sistematização de um processo de análise de relatórios de erros ocorridos na operação de um sistema elétrico e na comprovação de um conjunto de hipóteses formuladas sobre a relação entre o contexto de trabalho, o comportamento do operador e a ocorrência do erro, em ambientes de automação de subestações elétricas, com base na análise dos corpora de estudo.

Abstract

The analysis of accidents and incidents is essential for the study of human error and to propose ways of prevention. The research on the human error is focused on the classification of the error and on identifying the relationship between the error and the human activity that caused it. The literature on this subject proposes methods and taxonomies for categorizing errors, however, these methods are not adequate to support the analysis and understanding of the circumstances surrounding the error. For this it is necessary to combine methods, ontologies and taxonomies to the decision making sequence that resulted in the error, added to the mapping of the interrelationship between the elements associated with the error.

The work presented in this document deals with the human error study specifically in the context of electric systems operation. It discusses the error categorizations and taxonomies found in the literature, in an attempt to relate those with the steps of the human decision sequence that might lead into error.

The study is based on a *corpus* of reports that describe accidents and incidents which happened during the operation of electric systems in a company belonging to the electric systems market in Brazil. In order to understand the error causes it is also needed a user profile that contains both objective and cognitive aspects associated to the work context description. Both the work context and the user profile are described with the proposed taxonomy, which was validated by its use during the analysis of a second *corpus* of error reports, originated in the same company. The text also presents a tool designed to support the application of the proposed taxonomy when reporting and analyzing accidents and incidents in the operation of electrical systems. The investigation of the relationship between work context, user profile and the error, was performed by verifying a set of hypothesis using conceptual maps.

The achieved results consist on the proposal of a process to be employed in the analysis of error reports in the domain of electric system operation, and the proving of hypothesis relating work context, operator behaviour and error incidence, in automated electric substations, based on the corpora of study.

Sumário

| | |
|--|-----|
| Lista de Figuras | x |
| Lista de Quadros | xii |
| Lista de Abreviaturas | xiv |
| Glossário | xvi |
| Capítulo 1 - Introdução | 17 |
| 1.1 Contexto do trabalho | 18 |
| 1.2 Enunciado do problema | 20 |
| 1.3 Relevância da pesquisa | 21 |
| 1.4 Declaração de objetivos | 22 |
| 1.5 Estrutura do Trabalho | 22 |
| Capítulo 2 - Erro Humano | 24 |
| 2.1 Classificações do erro | 24 |
| 2.1.1 Taxonomia de Rasmussen | 25 |
| 2.1.2 Eekhout & Rouse (1981) | 26 |
| 2.1.3 Johnson & Rouse (1982) | 27 |
| 2.1.4 Rouse & Rouse (1983 apud (Cellier 1990)) | 28 |
| 2.1.5 Norman (1983) | 29 |
| 2.1.6 Reason (1987-1990) | 30 |
| 2.1.7 Hollnagel 1998 | 32 |
| 2.1.8 CHESF | 34 |
| 2.1.9 Classificação do Erro proposta | 35 |
| 2.2 Categorização do erro | 38 |
| 2.2.1 Categorização do Erro proposta | 40 |
| Capítulo 3 - Perfis de usuário | 42 |
| 3.1 O Perfil do Usuário | 43 |
| 3.2 Perfil Objetivo e Cognitivo do Usuário - POCUs | 45 |
| 3.3 Representação do POCUs em XIML | 49 |
| 3.4 Modelo programável do operador | 50 |
| Capítulo 4 - Taxonomias | 52 |
| 4.1 Modelo de Classificação Eindhoven (ECM) | 52 |
| 4.1.1 Discussões sobre o ECM e a proposta do trabalho | 53 |
| 4.2 TRACEr | 54 |
| 4.2.1 Discussões sobre TRACEr e o trabalho proposto | 54 |
| 4.3 TRACEr lite | 54 |
| 4.3.1 Discussões sobre TRACEr lite e a proposta de trabalho | 55 |
| 4.4 Taxonomia de Rasmussen | 56 |
| 4.4.1 Discussões sobre Taxonomia de Rasmussen e o trabalho proposto | 58 |
| 4.5 Taxonomia da CHESF (segundo a norma) | 58 |
| 4.6 Taxonomia da CHESF (segundo os relatórios) | 60 |
| 4.7 Taxonomia Proposta | 62 |
| 4.7.1 Ferramenta desenvolvida, Banco de Dados e reestruturação da taxonomia | 63 |
| Capítulo 5 - Análise dos Corpora 1 e 2 | 67 |
| 5.1 Análise do primeiro conjunto de 35 relatórios: <i>Corpus 1</i> | 67 |
| 5.2 Conjunto de hipóteses | 71 |
| 5.3 Análise do segundo conjunto de 31 relatórios: <i>Corpus 2</i> | 74 |
| 5.4 Relação de elementos por categoria que tiveram ocorrências tanto no <i>Corpus 1</i> quanto no <i>Corpus 2</i> | 75 |
| 5.4.1 Considerações da Relação de ocorrências x categorias | 80 |

| | | |
|---------------------------------|---|-----|
| 5.5 | Relação entre as Hipóteses e a análise do <i>Corpus</i> 2..... | 80 |
| 5.5.1 | Para o erro Ação correta sobre o objeto errado | 80 |
| 5.5.2 | Para o erro Omissão..... | 82 |
| 5.5.3 | Para o erro Execução incompleta | 82 |
| 5.5.4 | Para o erro Intervenção em tempo não apropriado..... | 82 |
| 5.5.5 | Para o erro Seqüência | 83 |
| 5.5.6 | Para o erro Ação sem intenção | 83 |
| 5.5.7 | Para o erro Ação sem relação ou inapropriada | 83 |
| 5.5.8 | Considerações acerca das hipóteses | 83 |
| 5.6 | Análise do <i>Corpus</i> 1 e 2 a partir da Disfunção Humana Interna..... | 84 |
| 5.7 | Considerações sobre as relações encontradas na seqüência de tomada de decisão.. | 89 |
| Capítulo 6 - | Estudo de caso: análise de um relatório..... | 93 |
| 6.1 | Relação entre o relato e a taxonomia..... | 93 |
| Capítulo 7 - | Considerações | 99 |
| 7.1 | Os objetivos da pesquisa | 99 |
| 7.1.1 | Taxonomia e Mapa Conceitual..... | 99 |
| 7.1.2 | Perfil do usuário e o estudo do erro | 101 |
| 7.2 | Limitações existentes..... | 101 |
| 7.2.1 | Resiliência, Confiança, Segurança | 101 |
| 7.3 | Considerações finais | 102 |
| 7.4 | Trabalhos futuros | 103 |
| Referências Bibliográficas..... | | 105 |
| Anexo A. | Modelo da Seqüência de Decisão Humana | 108 |
| Anexo B. | Habilidade, Regras e Conhecimentos (SRK) | 109 |
| Anexo C. | Modelo ECM | 112 |
| Anexo D. | Relação entre elementos x perfis estudados x perfis propostos..... | 113 |
| Anexo E. | Glossário da Taxonomia - versão Relato..... | 118 |
| E.1. | Programação | 118 |
| E.1.1. | Equipe..... | 118 |
| E.1.2. | Planejamento inadequado dos recursos materiais | 118 |
| E.1.3. | Planejamento inadequado do tempo, superposição de intervenções | 118 |
| E.1.4. | Deficiência de análise funcional..... | 118 |
| E.1.5. | Tempo normatizado é inadequado..... | 118 |
| E.1.6. | Comunicação | 119 |
| E.1.7. | Ausência de coordenação de intervenção | 119 |
| E.1.8. | Características da tarefa..... | 119 |
| E.1.9. | Circunstância da ocorrência da tarefa..... | 119 |
| E.1.10. | Momento do dia..... | 119 |
| E.1.11. | Momento do turno | 120 |
| E.1.12. | Momento da manobra..... | 120 |
| E.2. | Execução..... | 120 |
| E.2.1. | Improvisação | 120 |
| E.2.2. | Descontinuidade | 120 |
| E.2.3. | Falta de verificação..... | 120 |
| E.2.4. | Falta de acompanhamento de cada ação..... | 120 |
| E.2.5. | Execução de atividades simultaneamente..... | 121 |
| E.2.6. | Não utilização de material de apoio | 121 |
| E.2.7. | Descumprimento do normativo | 121 |
| E.2.8. | Descumprimento de procedimentos | 121 |
| E.2.9. | Falta de delimitação com sinalização adequada | 121 |
| E.2.10. | Houve falta de entrosamento e comunicação entre órgãos..... | 121 |
| E.2.11. | Ferramental inadequado | 121 |

| | | |
|----------|---|-----|
| E.3. | Mão de obra | 121 |
| E.3.1. | Condições físicas | 121 |
| E.3.2. | Desconhecimento da configuração | 122 |
| E.3.3. | Auxílio/Suporte | 122 |
| E.3.4. | Estressores | 123 |
| E.3.5. | Relacionamento deficiente | 123 |
| E.3.6. | Dificuldade financeira | 123 |
| E.3.7. | Estado | 123 |
| E.3.8. | Pressão | 124 |
| E.3.9. | Qualidade do repouso | 124 |
| E.3.10. | Ritmo de trabalho imposto é ruim? | 124 |
| E.3.11. | Comunidade, sociedade e vida cívica..... | 124 |
| E.3.12. | Experiência na tarefa | 124 |
| E.3.13. | Experiência no cargo | 124 |
| E.3.14. | Tarefa considerada simples | 124 |
| E.4. | Material..... | 124 |
| E.4.1. | Instruções técnicas/normativas deficientes..... | 124 |
| E.4.2. | Desenhos desatualizados/inexistentes (seria documentação?) | 125 |
| E.4.3. | Projeto inadequado (ideal seria material de apoio inadequado)..... | 125 |
| E.4.4. | Falta de sobressalentes / falta de material | 125 |
| E.5. | Equipamentos | 125 |
| E.5.1. | Fadiga ou deterioração de componentes..... | 125 |
| E.5.2. | Instrumental deficiente | 125 |
| E.5.3. | Equipamento obsoleto? | 126 |
| E.5.4. | Equipamento funcional?..... | 126 |
| E.5.5. | Problemas com a sinalização..... | 126 |
| E.5.6. | Padronização da interface..... | 126 |
| E.6. | Meio ambiente | 127 |
| E.6.1. | Eventos externos..... | 127 |
| E.6.2. | Características do ambiente físico | 127 |
| E.6.3. | Espaço físico inadequado (layout)..... | 127 |
| E.6.4. | Onde o trabalho se localiza..... | 127 |
| E.6.5. | Segurança no ambiente de trabalho | 127 |
| E.7. | Erro | 127 |
| E.7.1. | Omissão | 127 |
| E.7.2. | Repetição | 127 |
| E.7.3. | Inclusão..... | 127 |
| E.7.4. | Seqüência..... | 127 |
| E.7.5. | Ação errada sobre o objeto correto..... | 128 |
| E.7.6. | Ação correta sobre o objeto errado..... | 128 |
| E.7.7. | Ação sem relação ou inapropriada..... | 128 |
| E.7.8. | Intervenção em tempo não apropriado | 128 |
| E.7.9. | Execução incompleta..... | 128 |
| E.7.10. | Execução sem intenção..... | 128 |
| Anexo F. | Checklist e Questionário..... | 129 |
| F.1. | Questionário | 129 |
| F.2. | Checklist..... | 133 |
| Anexo G. | Relação de relatórios analisados..... | 147 |
| Anexo H. | Relações entre ocorrências do <i>Corpus 1</i> e <i>Corpus 2</i> | 149 |
| Anexo I. | Relação de relatórios que compõem o <i>Corpus 2</i> | 157 |

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 2-1- Dinâmica de relação | 25 |
| Figura 2-2 - Taxonomia (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981) | 26 |
| Figura 2-3 - Dinâmica de análise usando CREAM (extraído de (Hollnagel, Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM) 1998)) | 33 |
| Figura 3-1 - Estrutura XIML, com ênfase no trecho relacionado ao Modelo do Usuário..... | 50 |
| Figura 3-2 - Relação entre fatores (contextuais/pessoais) e variáveis relacionadas ao estado do operador | 51 |
| Figura 4-1 - Taxonomia de Rasmussen(Rasmussen, Pedersen, et al. 1981) | 57 |
| Figura 4-2 - Taxonomia para descrição de acidentes e incidente | 65 |
| Figura 4-3 - Relação entre a taxonomia versão Ishikawa e a taxonomia versão LIHM..... | 66 |
| Figura 5-1 - Observação do estado do sistema | 69 |
| Figura 5-2 - Escolha do objetivo | 69 |
| Figura 5-3 - Escolha do procedimento | 70 |
| Figura 5-4 - Sequência de tomada de decisão dos relatórios 20, 25 e 34 | 71 |
| Figura 5-5 - Elementos incluídos após análise do <i>Corpus 2</i> | 75 |
| Figura 5-6 - Elementos/atributos que se repetiram para a categoria <i>programação</i> | 75 |
| Figura 5-7 - Elementos/atributos que se repetiram para a categoria <i>execução</i> | 76 |
| Figura 5-8 - Elementos/atributos que se repetiram para a categoria <i>equipamentos</i> | 76 |
| Figura 5-9 - Elementos/atributos que se repetiram para a categoria <i>material</i> | 76 |
| Figura 5-10 - Elementos/atributos que se repetiram para a categoria <i>ambiente</i> | 76 |
| Figura 5-11 - Elementos/atributos que se repetiram para a categoria <i>mão de obra</i> | 76 |
| Figura 5-12 - Hipótese H1 e H1' | 81 |
| Figura 5-13 - Hipótese H2 e novos desdobramentos..... | 81 |
| Figura 5-14 - Hipótese H3 | 81 |
| Figura 5-15 - Hipótese H4 | 81 |
| Figura 5-16 - Hipótese H5 | 81 |
| Figura 5-17 - Hipótes H14..... | 82 |
| Figura 5-18 - Hipótese H9 | 82 |
| Figura 5-19 - Hipótese H10 | 82 |
| Figura 5-20 - Hipótese H15 | 83 |
| Figura 5-21 - Hipótese H16 | 83 |
| Figura 5-22 - Hipótese H12 | 83 |
| Figura 5-23 - Mapa conceitual da sequencia de tomada de decisão para <i>ação correta sobre o objeto errado</i> | 89 |
| Figura 5-24 - Mapa conceitual da sequencia de tomada de decisão para <i>omissão</i> | 90 |
| Figura 5-25 - Mapa conceitual da sequencia de tomada de decisão para <i>execução incompleta</i> | 90 |
| Figura 5-26 - Mapa conceitual da sequencia de tomada de decisão para <i>ação sem relação ou inapropriada</i> | 91 |
| Figura 5-27 - Mapa conceitual da sequencia de tomada de decisão para <i>execução sem intenção</i> | 91 |
| Figura 5-28 - Mapa conceitual da sequencia de tomada de decisão para <i>sequencia</i> | 92 |
| Figura 5-29 - Mapa conceitual da sequencia de tomada de decisão para <i>intervenção em tempo não apropriado</i> | 92 |
| Figura 6-1 - Visão simplificada das etapas seguidas para analisar os relatórios | 93 |
| Figura 6-2 - Estudo de caso relatório 34 | 95 |
| Figura 6-3 - Mapa conceitual do Relatório 34..... | 98 |

| | |
|---|-----|
| Figura A-1- Modelo da seqüência de decisão humana (extraído de (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981))..... | 108 |
| Figura B-2 - Relação dos níveis de cognição e níveis de interpretação do conteúdo do espaço de trabalho (Rasmussen, Pejtersen and Goodstein, Cognitive Systems Engineering 1994) .. | 111 |

Lista de Quadros

| | |
|--|----|
| Quadro 2-1 - Erros humanos visíveis | 26 |
| Quadro 2-2 - Classificação do erro proposta por Eekhout (van Eekhout and Rouse 1981)..... | 26 |
| Quadro 2-3 - Relação entre categorias específicas e definições..... | 27 |
| Quadro 2-4 - Classificação do erro proposta por Johnson (Johnson and Rouse 1982) | 27 |
| Quadro 2-5 - Relação entre categorias específicas | 28 |
| Quadro 2-6 - Classificação do erro de Rouse & Rouse (Cellier 1990) | 28 |
| Quadro 2-7 - Relação entre tipos de erros e níveis de execução | 31 |
| Quadro 2-8 - Classificação do erro proposta por Hollnagel (Hollnagel, Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM) 1998) | 33 |
| Quadro 2-9 - Comparativo de classificações do erro | 36 |
| Quadro 2-10 - Classificação de erros visíveis | 37 |
| Quadro 2-11 - Comparativo entre Categorias Gerais | 38 |
| Quadro 2-12 - Comparativo entre erros observáveis..... | 39 |
| Quadro 2-13 - Categorização do erro proposta | 40 |
| Quadro 3-1 - Relação da quantidade de elementos por perfis | 45 |
| Quadro 3-2 - Relação entre Perfis, Distribuição dos Elementos por artefato e Perfil de origem | 46 |
| Quadro 3-3 - Questionário para levantamento de dados | 46 |
| Quadro 3-4 - Checklist para levantamento de dados..... | 47 |
| Quadro 3-5 - Trecho de código em XIML para elemento <i>qualidade do repouso</i> | 50 |
| Quadro 3-6 - Relação entre elementos do POCUs e o Modelo Programável..... | 51 |
| Quadro 4-1 - Modo e Mecanismo do Erro Interno para análise retrospectiva (Shorrock 2002) | 56 |
| Quadro 4-2 - Taxonomia CHESF: conjunto de termos para a categoria "pessoal"..... | 60 |
| Quadro 4-3 - Taxonomia CHESF: conjunto de termos para a categoria "contextual"..... | 60 |
| Quadro 4-4 - Comparativo entre taxonomia normatizada e a encontrada nos relatórios | 61 |
| Quadro 5-1 - Resultado da análise feita no <i>Corpus 1</i> | 67 |
| Quadro 5-2 - Trechos dos relatórios R20, R25 e R34 | 70 |
| Quadro 5-3 - Distribuição de relatórios por erro ocorrido para o <i>Corpus 1</i> | 72 |
| Quadro 5-4 - Distribuição de relatórios por erro ocorrido para o <i>Corpus 2</i> | 74 |
| Quadro 5-5 - Relação ocorrências x erros para a categoria programação | 77 |
| Quadro 5-6 - Relação ocorrências x erros para a categoria execução | 77 |
| Quadro 5-7 - Relação ocorrências x erros para a categoria mão de obra | 78 |
| Quadro 5-8 - Relação ocorrências x erros para a categoria equipamentos..... | 79 |
| Quadro 5-9 - Relação ocorrências x erros para a categoria material..... | 79 |
| Quadro 5-10 - Relação ocorrências x erros para a categoria ambiente | 80 |
| Quadro 5-11 - Relação entre hipóteses verificadas, modificadas, não verificadas e novas criadas..... | 84 |
| Quadro 5-12 - Relação entre tipo do erro, quantidade de relatórios e hipóteses..... | 84 |
| Quadro 5-13 - STD e a relação entre <i>Corpus 1</i> e <i>Corpus 2</i> para Ação correta sobre o objeto errado | 85 |
| Quadro 5-14 - STD e a relação entre <i>Corpus 1</i> e <i>Corpus 2</i> para Omissão..... | 86 |
| Quadro 5-15 - STD e a relação entre <i>Corpus 1</i> e <i>Corpus 2</i> para Execução incompleta | 86 |
| Quadro 5-16 - STD e a relação entre <i>Corpus 1</i> e <i>Corpus 2</i> para Intervenção em tempo não apropriado..... | 87 |
| Quadro 5-17 - STD e a relação entre <i>Corpus 1</i> e <i>Corpus 2</i> para Sequencia | 87 |
| Quadro 5-18 - STD e a relação entre <i>Corpus 1</i> e <i>Corpus 2</i> para Execução sem intenção | 87 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 5-19 - STD e a relação entre <i>Corpus 1</i> e <i>Corpus 2</i> para Ação sem relação ou inapropriada | 88 |
| Quadro 6-1 - Relatório 34 / <i>Corpus 1</i> - Erro Execução incompleta | 93 |
| Quadro 6-2 - Relação entre a Disfunção Humana Interna e o relato R34 | 96 |
| Quadro 6-3 - Problemas associados a cada categoria..... | 96 |
| Quadro 7-1 -Relatórios de Acidentes vs Relatórios de Incidentes | 102 |
| Quadro B-0-1 - Níveis de controle cognitivo (SRK)..... | 109 |
| Quadro B-0-2 - A interação entre os níveis de modo de controle cognitivo (Rasmussen, Pejtersen and Goodstein, Cognitive Systems Engineering 1994) | 110 |
| Quadro G-0-3 - Relação de relatórios analisados - <i>Corpus 1</i> | 147 |
| Quadro G-0-4 - Segundo <i>Corpus</i> de relatórios analisados - <i>Corpus 2</i> | 148 |
| Quadro H-0-5- Categoria Programação..... | 149 |
| Quadro H-0-6 - Categoria Execução | 150 |
| Quadro H-0-7 - Categoria Mão de Obra..... | 151 |
| Quadro H-0-8 - Categoria Equipamentos | 153 |
| Quadro H-0-9 - Categoria Material | 153 |
| Quadro H-0-10 - Categoria Ambiente | 154 |
| Quadro H 0-11 - Relação entre <i>Corpus 1</i> e <i>Corpus 2</i> para Sequencia de tomada de decisão | 155 |

Lista de Abreviaturas

- ADEPT** - Advanced Design Environment for Prototyping with Task Models
- ATM** - Air Traffic Management
- BD** - Banco de Dados
- CHESF** - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
- CMMI** - Capability Maturity Model Integration
- CPN** - Colored Petri Nets
- CREAM** - Cognitive Reliability and Error Analysis Method
- CROL** - Controle Regional de Operação Leste
- CTTE** - ConcurTaskTrees Environment
- DePerUSI** - Delineamento do Perfil do Usuário de Sistemas Interativos
- ECM** - Eindhoven Classification Model
- GIHM** - Grupo de Interfaces Homem-Máquina
- H1..n** - Hipótese 1 a Hipótese n
- HFACS** - Human Factors Analysis and Classification System
- ICF** - International Classification of Functioning, Disability and Health
- ISO** - International Organization for Standardization
- iTAOS** - Task and Action Oriented System
- LIHM** - Laboratório de Interfaces Homem-Máquina
- LT** - Linha de Transmissão
- MCIE** - Método para Concepção de Interfaces Ergonômicas
- OMS** - Organização Mundial da Saúde
- OPI** - Operador de Instalação
- PGM** - Programa de Manobras
- PMP** - Project Management Professional
- POCUs** - Perfil Objetivo e Cognitivo do Usuário
- PRISMA** - Prevention and Recovery Information System for Monitoring and Analysis
- RAP** - Relatório de Análise da Perturbação
- RDFH** - Relatório de Desligamento por Falha Humana
- Rel - *número* ou *Rnúmero*** - Relatório número
- RFO** - Relatório de Falha Operacional
- RTM** - Roteiro de Manobras
- RUP** - Rational Unified Process

SRK - Skill, Rule, Knowledge

STD - Sequência de Tomada de Decisão

TRACER - Technique for the Retrospective and predictive Analysis of Cognitive Error

TRACER lite - Technique for the Retrospective and predictive Analysis of Cognitive Error
lite

TRIDENT - Tools foR an Interactive Development EnvironmeNT

UFCG - Universidade Federal de Campina Grande

WAE - Work Analysis Ergonomic

WHO - World Health Organization

XIML - eXtensible Interface Markup Language

XML - eXtensible Markup Language

XP - eXtreme Programming

Glossário

- **operador/usuário**, pessoa que interage com o sistema, podendo ser tanto do nível de supervisão quanto de operação direta com a subestação.
- **acidente**, situação ou evento em que houve algum tipo de perda.
- **incidente**, situação ou evento em que quase houve o acidente.
- **erro humano**, neste trabalho considera-se *erro humano* o resultado da interação entre as circunstâncias (contextuais e pessoais) que levaram o operador a executar uma ou mais ações incorretas, levando o sistema a um estado indesejado. Cabe ainda observar que durante o texto e principalmente quando relacionado a taxonomia de Rasmussen, optou-se por manter o termo original: disfunção humana.
- **estado comportamental / comportamento do operador / conduta**, diz respeito ao estado em si (distração, confusão, ansiedade, entre outros); ao sentimento que o operador tem de si; ou tem frente a uma situação (ex.: sentir-se pressionado por questões temporais, estar doente, considerar a tarefa simples, entre outros).
- **sobrecarga cognitiva / sobrecarga do operador**, quando a capacidade de resolução do problema do operador é prejudicada pelo excesso de dados (ex.: quantidade excessiva de indicadores de alarmes sonoros e visuais; sobreposição de tarefas, entre outros).
- **ontologia**, conjunto de termos ou conceitos relacionados a um determinado escopo;
- **taxonomia**, organização em categorias de uma ontologia.
- **mapa conceitual**, segundo Novak e Cañas (Novak and Cañas 2008), “mapas conceituais são ferramentas gráficas para organizar e representar o conhecimento”. São compostos por conceitos (dentro de retângulos ou elipses) interligados por linhas que possuem um texto associado especificando o relacionamento entre os dois conceitos. Foi utilizado o software CMapTool para a construção dos mapas conceituais.

Capítulo 1 - Introdução

Nos sistemas automatizados, nos quais ainda coexistem o sistema e o operador, a sobrecarga cognitiva do operador é uma fonte comum de erros. Para reduzir a incidência do erro é essencial compreender as condições sob as quais ocorrem. Naville, apud (Leplat and Cuny 1977), apresenta um esquema da evolução da divisão do trabalho, o qual classifica o trabalho de acordo com o grau da relação entre o homem e a máquina, iniciando em ofícios artesanais e evoluindo para operações continuamente executadas, por sistemas automatizados.

Por sua vez, Leplat e Cuny (Leplat and Cuny 1977) afirmam que a fragmentação do trabalho dificulta ao operário perceber sua tarefa em relação ao todo, resultando em um sentimento de subutilização de capacidades. Acrescente-se o fato de que durante a operação de sistemas automatizados, o operador tende a ser requisitado apenas nos momentos críticos, quando o sistema não consegue se auto-regular. Este cenário é propício a ocorrência de incidentes em virtude de dificuldades na interação entre homem e máquina. Assim, além do aprimoramento dos sistemas é necessário compreender como o homem reage durante a interação com estes sistemas nas situações críticas em que deve intervir, visando minimizar a ocorrência de erros.

Analisando a literatura, constata-se que as situações (ou vetores) geradores de conduta (ou motivos) podem ser classificados em dois grupos de aspectos causais: contextuais e pessoais.

Importante ressaltar que, para os propósitos deste trabalho, é irrelevante se um equipamento está funcionando corretamente ou não, o grau de confiança atribuído ao operador é de maior relevância do que o estado do equipamento. Neste sentido, o contexto representa as situações externas ao operador, que interferem ou direcionam seu estado¹, de acordo com os trabalhos de (Leplat and Cuny 1977), (Adamski and Westrum 2003), (Guimarães 2004) e (Schneiderman 2004). Por sua vez, dado o caráter subjetivo do aspecto pessoal, os seguintes autores tendem a definir princípios e diretrizes para analisar a seqüência de tomada de decisão, sem associar quais estados resultam em quais situações ((Leplat and Cuny 1977), (Guimarães 2004), (Card, Moran and Newell 1983) e (Rasmussen, Pejtersen and Goodstein, Cognitive Systems Engineering 1994)).

¹ importante observar que neste ponto do texto utiliza-se a palavra **estado**, ao invés de **conduta**; uma vez que é originalmente adotada pelos autores.

O estudo do erro humano, (descrição e análise), são baseados em um conjunto de conceitos (ontologias), organizados em categorias (taxonomias) e métodos, cujo principal objetivo é a exposição clara do erro e dos responsáveis (aspectos contextuais ou pessoais) por ele. Nesta linha estão as classificações e categorizações do erro propostas por: Rasmussen (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981), Rouse (Cellier 1990), Reason (J. Reason, A preliminary classification of mistakes 1987b) e Norman (Norman 1983), entre outros; que classificam e nomeiam os erros diretamente observáveis.

Há ainda taxonomias baseadas: no modelo SRK (habilidade, regras e conhecimento) de Rasmussen, no método CREAM de Hollnagel, na técnica TRACEr (de Shorrock) e no método PRISMA de van der Schaaf, dentre outros. A exceção de SRK, os demais métodos e técnicas são utilizados para a descrição e análise de erros, os quais não abrangem o escopo da operação de sistemas elétricos e focalizam apenas na exposição das causas do erro, mas não abordam a relação entre: as causas (aspectos contextuais e pessoais), os estados comportamentais humanos e o erro.

A partir da revisão bibliográfica constatou-se:

- a existência de taxonomias e métodos que permitem a descrição de ocorrências do erro, porém não permitem explicitar a relação entre os aspectos que conduzem a certos estados e erros;
- que o material analisado é voltado para a exposição do erro e das ações erradas e não considera a possibilidade de acertos estarem contidos nas ações que resultaram no erro;
- que há uma preocupação dos autores no que concerne a relação do erro com o projeto dos sistemas, porém não há uma preocupação equivalente com a relação do erro com a conduta do operador;
- que o material analisado não abrange o escopo de operação de sistemas elétricos.

1.1 Contexto do trabalho

No Grupo de Interfaces Homem-Máquina (GIHM - UFCG) desenvolve-se uma linha de pesquisa que investiga o erro na operação de sistemas elétricos, tendo como foco de estudo a operação do sistema elétrico, tendo como base a operação do sistema elétrico da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF).

A CHESF é uma empresa do setor elétrico que atua na produção, transmissão e comercialização de energia elétrica. Sendo uma das maiores empresas geradoras e transmissoras de energia elétrica do país, a empresa abrange cerca de 14,3% do território brasileiro (CHESF, Portal Corporativo da Chesf 2008). A CHESF é organizada nos sistemas:

Sistema Norte, Sistema Sul, Sistema Leste, Sistema Oeste, Sistema Centro e Sistema Sudoeste. Cada sistema é monitorado e controlado por um Centro Regional de Operação. Para a distribuição da energia elétrica são necessárias subestações elétricas, operadas através de uma sala de comando local ou remota. Os operadores das subestações são responsáveis por executar manobras em dispositivos de proteção e re-energização, operando em painéis de controle dispostos em salas de operação ou no pátio de equipamentos. Em geral as manobras são programadas, porém podem ocorrer em caráter de urgência² ou emergência³. Na maioria dos casos, os operadores possuem a disposição roteiros de manobras que descrevem as operações a serem executadas.

O perfil dos operadores da empresa, obtido a partir da aplicação de questionários, consiste de indivíduos predominantemente do sexo masculino, na faixa etária de 35 a 65 anos; com formação técnica e treinamento realizado na própria empresa e com experiência em sistemas informatizados. A maioria dos operadores trabalhou a maior parte da sua vida na empresa CHESF e predominantemente no mesmo setor, exibindo larga experiência.

Uma vez que os erros ocorridos ocasionam perdas materiais ou pessoais, com a interrupção do fornecimento de energia elétrica para o consumidor, a empresa adota políticas de prevenção de tais ocorrências. No entanto, quando ocorrem, relatórios de acidentes são elaborados por engenheiros, supervisores, operadores e psicólogos. A empresa fornece um roteiro (CHESF, Análise do desempenho humano na operação em tempo real 1997) para o conteúdo do relatório, no qual tem-se: a descrição do evento; a configuração do sistema; fatos e dados relevantes; a análise das tarefas; a análise do desempenho humano; a análise psicossocial; a árvore de causas e efeitos; e recomendações gerais.

Há três tipos de relatórios na empresa (CHESF, Análise do desempenho humano na operação em tempo real 1997):

- RAP (Relatório de Análise da Perturbação): de acidentes causados por falha material;
- RFO (Relatório de Falha Operacional): acidentes onde houve a violação de limite operacional ou de tempo de manobra, ou uma configuração de sistema indesejável, causada por uma ação humana indevida. Estabeleceu-se ainda como falha operacional a situação de risco iminente de acidente de pessoal, conseqüente de uma ação humana indevida;
- RDFH (Relatório de Desligamento por Falha Humana): acidentes onde houve uma mudança de estado de equipamento com perda de sua função associada, causada por uma ação humana indevida.

² intervenções de urgência.

³ intervenções por necessidade do sistema ou por necessidade da instalação.

No âmbito deste trabalho, a escolha dos relatórios que compõem os corpora de estudo foi baseada na descrição das ocorrências relacionadas à falhas humanas na operação do sistema, envolvendo tanto RFO quanto RDFH.

O *Corpus* inicial⁴ (*Corpus* 1) deste trabalho foi aquele utilizado no âmbito do Grupo de Interfaces Homem-Máquina (GIHM) da UFCG, nas pesquisas de Guerrero (Guerrero 2006) e Lima (Lima 2006) e mais recentemente por (Neto, et al. 2009).

A partir do *Corpus* 1 foram realizados estudos objetivando: identificar tipologias de cenários (Guerrero 2006), realizar o estudo do contexto (Lima 2006) e propor um modelo para definição de estratégias para a prevenção do erro (Neto, et al. 2009).

Nesta pesquisa, além do *Corpus* 1 foi utilizado um novo conjunto de relatórios: *Corpus* 2⁵.

1.2 Enunciado do problema

Ao investigar o erro, o objetivo é buscar meios para evitar sua recorrência. Este trabalho se situa na fase de análise e propõe investigar a relação entre: situações contextuais/pessoais, o estado comportamental e a ocorrência do erro, no contexto da operação de sistemas elétricos.

Ao analisar a literatura constata-se que o estudo do erro passa pela definição de uma ontologia, e pela categorização desta em uma taxonomia. De posse de uma taxonomia, procede-se a análise de relatórios de falhas humanas ou a observação direta do operador no seu dia a dia de trabalho.

A observação direta possui benefícios no que toca o contato com o grupo de trabalho (os operadores) porém implica em estar presente durante a execução da tarefa. Esta alternativa de estudo é inviável dado seu caráter intrusivo, uma vez que, a presença de uma pessoa estranha ao ambiente observado pode interferir na conduta do operador e conseqüentemente no resultado da tarefa em andamento. Além disto, no escopo deste trabalho, a presença do observador não garante que todos os detalhes importantes sejam percebidos e registrados. Tampouco, acompanhar o dia a dia do operador, garante que haverá uma ocorrência. No *Corpus* 1, as 35 ocorrências estão distribuídas ao longo de 10 anos de relatos de acidentes ocorridos em instalações localizadas nas regiões Norte e Nordeste do Brasil.

A análise de relatórios é o caminho tradicional seguido por diversos autores ((Rasmussen, Pedersen, et al. 1981), (van Eekhout and Rouse 1981), (Johnson and Rouse 1982) e Rouse & Rouse apud (Cellier 1990)). A partir da taxonomia os relatórios são lidos e

⁴ composto por 35 relatórios abrangendo em torno de 10 anos de relatos.

⁵ composto por 31 relatórios abrangendo relatos ocorridos entre 2006 e 2007.

mapeados. A grande dificuldade neste caso, diz respeito à superficialidade dos relatos, uma vez que tipicamente no texto do relato não são explicitadas as causas do erro, mas são encontradas justificativas ou o detalhamento do erro e como foi resolvido, sem abordar o papel da conduta do operador. A maior ênfase dos relatos é na descrição do contexto (ex.: o sistema estava defeituoso, a chave não estava funcional, a instrução disponível era inadequada). Eventualmente a conduta transparece na descrição do evento, tipicamente rotulado (o operador estava cansado, mal treinado, distraído, confuso) e de forma conclusiva, sem descrever suas causas.

Portanto, o problema abordado nesta pesquisa consiste na proposição de um processo para apoiar a análise de relatórios de erro ocorridos em ambientes de automação de subestações elétricas, adequado à investigação da relação entre o contexto de trabalho, o comportamento do operador e a ocorrência do erro nestes ambientes.

1.3 Relevância da pesquisa

Como mencionado anteriormente, ao analisar os relatórios de falhas humanas na operação do sistema elétrico, percebe-se que o grande volume de dados não atende aos propósitos desta pesquisa, dado que seu maior objetivo é atender a uma exigência governamental, explicando o motivo da ocorrência e não utilizando uma taxonomia padrão do setor, nem da empresa. Embora a empresa possua um vocabulário que se aproxima de uma taxonomia (apresentada na seção 4.5), o conjunto de termos é limitado e as subclassificações são complexas, como ilustra o grande número de opções associado ao tipo da manobra executada. Outro problema desta terminologia é falta de conceitos associados aos termos dando margem a interpretações pelos autores dos relatórios que resulta em relatórios inconsistentes.

A falta de uma taxonomia fica evidente ao analisar o Banco de Incidentes - uma ferramenta disponibilizada aos operadores para relatar incidentes. O conjunto de relatos de incidentes consultado não foi útil para os propósitos desta pesquisa, por ser inconsistente e incompleto. Portanto a relevância desta pesquisa consiste em investigar a relação do contexto de acidentes com a conduta dos operadores envolvidos, com o erro; visando apoiar a redação de relatórios mais ricos, viabilizando uma análise destes relatos que apóie a prevenção do erro.

1.4 Declaração de objetivos

O principal objetivo deste trabalho é investigar e propor meios de explicitar a relação entre os aspectos (contextuais e pessoais), a conduta do operador e a ocorrência do erro, a partir da análise de relatos de acidentes. Para tanto tem-se como objetivos secundários:

- propor uma categorização do erro;
- associar a categorização do erro à seqüência de tomada de decisão adotada pelo operador, incluindo erros e acertos;
- propor uma taxonomia adequada ao contexto de operação de sistemas elétricos;
- refinar a descrição do perfil do operador, para incluir dados sobre a conduta;
- propor uma abordagem para análise de relatos de erro capaz de explicitar a inter-relação entre contexto, conduta e o erro.

1.5 Estrutura do Trabalho

Neste primeiro capítulo foram apresentados o contexto da pesquisa, o enunciado do problema, os objetivos a serem alcançados e a relevância do trabalho.

No Capítulo 2 é apresentada uma revisão sobre o Erro Humano, com foco na discussão sobre suas classificações e categorizações. No estudo destacou-se o trabalho de Rouse et al. (apud (Cellier 1990)), com sua categorização do erro fundamentada no modelo de seqüência de tomada de decisão de Rasmussen (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981). O capítulo conclui com a proposição da categorização a ser adotada neste trabalho.

No Capítulo 3 há a discussão sobre perfis de usuário, segundo a literatura. O capítulo conclui com a proposta de perfil do usuário a ser adotada nesta pesquisa, a qual inclui aspectos objetivos e cognitivos, para apoiar a análise da conduta do operador. Este perfil é baseado em estudos no âmbito de interfaces e do comportamento cognitivo, incorporando aspectos que viabilizassem a compreensão do comportamento do operador durante a realização da tarefa, os quais pudessem ter influenciado na ocorrência do erro. Neste capítulo, também é apresentada a representação do perfil proposto na notação XIML, e a relação do perfil com o modelo programável do operador, construído em Rede de Petri Colorida para apoiar estudos do comportamento do operador em contextos específicos.

No Capítulo 4 é apresentada uma discussão sobre as taxonomias estudadas e apresentada a proposta de taxonomia adotada neste trabalho. O estudo das taxonomias objetivou identificar uma taxonomia que pudesse ser instanciada para o contexto do estudo do trabalho. Nesta pesquisa por taxonomias, destaca-se o trabalho de Rasmussen, o qual foi estendido com o vocabulário da empresa e os termos extraídos da análise do *Corpus* 1; para compor uma taxonomia abrangente o bastante para ser usada na análise dos relatórios de falha

humana da empresa CHESF. Neste capítulo também é apresentada uma ferramenta desenvolvida para apoiar sua aplicação na elaboração e análise de relatórios de acidentes e incidentes.

No Capítulo 5 são apresentadas as análises de acidentes realizadas sobre os Corpora 1 e 2. Inicialmente são analisados os relatórios que constituem o *Corpus 1*. Em seguida é apresentado um conjunto de hipóteses sobre as causas de erro, com base na relação entre os aspectos contextuais/pessoais, o estado comportamental do operador e a ocorrência do erro. As hipóteses formuladas são específicas para o contexto da operação de subestações de sistemas elétricos. As hipóteses são analisadas com base na análise do *Corpus 2* de relatórios. A investigação das inter-relações citadas se apoiou na construção de mapas conceituais. Esta abordagem possibilitou o mapeamento das relações causa - consequência, de maneira não linear, como é feito na literatura, permitindo a identificação e correlação dos múltiplos fatores que resultam no erro.

No Capítulo 6 é descrito o processo empregado na análise de relatórios, através de sua aplicação a um relatório do *Corpus 1*.

No Capítulo 7 é apresentada a conclusão do trabalho. Nele são discutidos os resultados alcançados, sua abrangência e limitações. Inicialmente são revistos os resultados preliminares obtidos a partir da análise do *Corpus 1*, para em seguida discutir os resultados obtidos com a análise do *Corpus 2*, abordando a adequação da taxonomia. Faz-se também uma discussão da taxonomia frente a outras existentes na literatura e sobre a avaliação das hipóteses com base em mapas conceituais. Por fim são apresentadas as limitações do trabalho e propostas de continuidade. Na seqüência, são apresentados as referências bibliográficas e os apêndices.

Capítulo 2 - Erro Humano

O estudo do erro humano consiste em um vasto campo de pesquisa, abordado por diversos pontos de vista tais como: engenharia, psicologia, sociologia, entre outros.

Destacam-se a abordagem de autores como Leplat & Cuny (Leplat and Cuny 1977) que serviu de base para a psicologia do trabalho e evoluiu para a psicologia organizacional. Do ponto de vista da prática ergonômica (Guérin, et al. 2001), Rasmussen et al. (Rasmussen, Pejtersen and Goodstein, Cognitive Systems Engineering 1994) contribuíram para a engenharia cognitiva.

Reason (J. Reason 1990), Hollnagel (Hollnagel, Human Error 1983) e Hollnagel e Woods (Hollnagel and Woods, Cognitive systems engineering. New wine in new bottles 1983) lançaram bases para o estudo do erro humano. Outros autores, como Dekker (Dekker 2007) propõem uma abordagem que considera a confiança dos relatos e a resiliência do operador frente ao erro, a qual também é seguida por Blandford et al. (Blandford, et al. 2006). Outro ponto, vem a ser a resiliência do ponto de vista da organização, tal como abordado por Vidal et al. (Vidal, et al. 2009). Há ainda a linha de cultura de segurança, confiança e resiliência (Falzon 2007).

Este capítulo versa sobre o estudo da classificação do erro e objetiva a proposição de uma taxonomia que abranja de forma adequada os erros descritos em um *corpus* de relatórios de acidentes ocorridos na operação de sistemas elétricos. O capítulo também aborda a relação entre a categorização do erro e a seqüência de tomada de decisão do operador para justificar a categorização proposta.

2.1 Classificações do erro

Rasmussen (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981) propôs uma taxonomia que explicita a relação entre as variáveis que podem levar ao erro humano visível. Já Hollnagel (Hollnagel, Human Error 1983) apresenta uma discussão sobre o erro humano na qual afirma que “o erro humano deriva da análise de dados empíricos” e que “não é possível classificar uma atividade como um *erro humano*, a menos que se suponha que o erro tenha sido intencional” (Hollnagel). O autor por fim complementa que “o correto seria classificar a atividade como sendo uma falha em se alcançar o que se desejava”.

Conclui-se então que não é possível observar e analisar o *erro humano* sob todas as nuances e detalhes que levaram a sua ocorrência. Desta forma, é necessário restringir a análise

ao que pode ser diretamente observado e, a partir de inferências, identificar o que pode ter levado à ocorrência do erro.

Assim, pode-se dizer que o erro humano está intrinsecamente ligado a dinâmica da relação entre as situações (contextuais e/ou pessoais) e o estado comportamental do ser humano, levando a uma ação que resulta na mudança do estado do sistema (Figura 2-1).

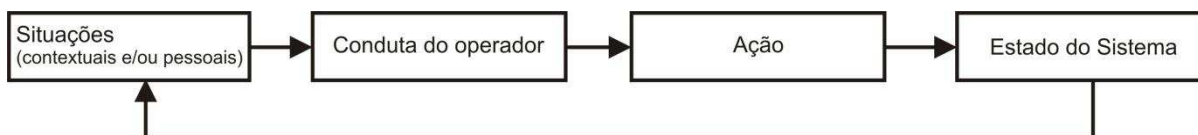


Figura 2-1- Dinâmica de relação

Existem diversos autores que propõem classificações do erro humano. Nesta pesquisa são abordados os trabalhos de Rasmussen (1976), Eekhout & Rouse (1981), Johnson & Rouse (1982), Rouse & Rouse (1983), Norman (1983), Reason (1990), Hollnagel (1998) e a norma de operação NO-OC.01.05 da CHESF.

Eekhout e Johnson apresentam a evolução da classificação do erro, efetivamente proposta por Rouse & Rouse; o qual baseou seu trabalho nas pesquisas de Rasmussen. Norman, por sua vez, apresenta uma classificação do erro que é similar à exposta por Rasmussen, uma vez que ambas baseiam-se na *seqüência de tomada de decisão e execução* (ver Anexo A). Reason baseia-se no modelo SRK⁶ de Rasmussen para apresentar sua classificação do erro. Já Hollnagel, que já colaborou com Rasmussen, propõe uma dinâmica baseada em causas e conseqüências.

Outros autores, tais como Swain e Kantowitz & Sorkin (apud: (Guerrero 2006) e (Lima 2006)), não foram considerados por apresentarem classificações próximas àquela proposta por Rouse & Rouse.

2.1.1 Taxonomia de Rasmussen

Rasmussen (1976 apud Rasmussen (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981) apresenta uma taxonomia (ver Figura 2-2) no relatório técnico (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981). Nesta taxonomia uma série de categorias possibilita reportar incidentes industriais e eventos envolvendo o *erro humano*. Interessante observar que, a referida taxonomia culmina na categoria *modo de disfunção externa*, a qual por sua vez é a relação entre os efeitos imediatos e diretamente observáveis do erro humano sobre a execução de uma atividade (Quadro 2-1). Uma análise mais aprofundada sobre a taxonomia do erro exposta por (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981) é apresentada na seção 4.4.

⁶ para maiores detalhes, ver Anexo B.

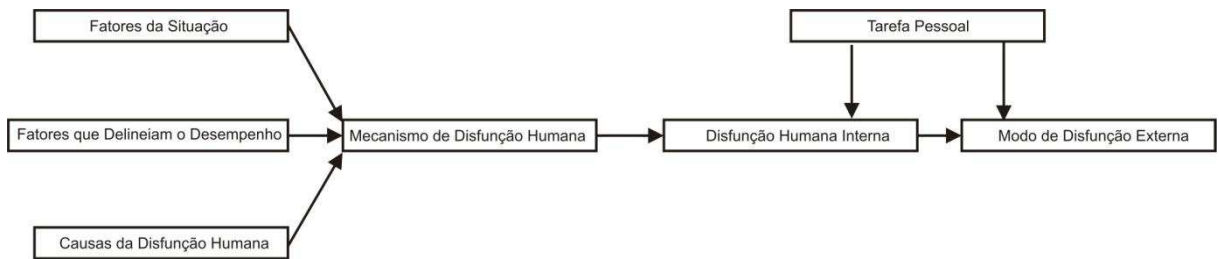


Figura 2-2 - Taxonomia (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981)

Quadro 2-1 - Erros humanos visíveis

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - tarefa não foi executada por: <ul style="list-style-type: none"> - omissão da tarefa; - omissão da ação; - execução inapropriada, inexata; - <i>timing</i> inapropriado/errado; - ações na seqüência errada. - o efeito é devido a um ato errôneo específico no sistema: <ul style="list-style-type: none"> - ação errada executada no componente/equipamento correto; - componente/equipamento errado; - tempo errado, - o efeito é devido a uma ação estranha; - o efeito é devido à coincidência ou co-afetado por outra atividade humana ou técnica (errada ou normal); - não definido, não aplicável. |
|--|

2.1.2 Eekhout & Rouse (1981)

Eekhout (van Eekhout and Rouse 1981), em conjunto com Rouse, simplifica a seqüência de tomada de decisão de Rasmussen na forma de uma lista de etapas (nomeadas de categorias gerais) e associa a cada uma um conjunto (nomeado de categoria específica) de “erros” (Quadro 2-2).

Quadro 2-2 - Classificação do erro proposta por Eekhout (van Eekhout and Rouse 1981)

| Categoria geral | Categoria específica |
|---------------------------------|---|
| Observação do estado do sistema | - incompleta - inapropriada - ausente |
| Identificação da falta | - incompleta - inapropriada - ausente |
| Definição do objetivo | - incompleta - inapropriada - ausente |
| Definição do procedimento | - incompleta - inapropriada - ausente |
| Execução do procedimento | - incompleta - momento da execução inapropriado - ação descuidada |

Sendo que, as definições das categorias específicas da categoria geral “execução do procedimento” estão dispostas no Quadro 2-3.

Quadro 2-3 - Relação entre categorias específicas e definições

| segundo o Quadro 2-2 | segundo a descrição textual |
|------------------------------------|--|
| - incompleta | - omite passos do procedimento |
| - momento da execução inapropriado | - executa passos antes ou depois do tempo |
| - ação descuidada | - executa passos fora da sequência - realiza ações discretas isoladas, aparentemente sem intenção |

2.1.3 Johnson & Rouse (1982)

Já em Johnson (Johnson and Rouse 1982), segundo os autores, não era interessante utilizar a classificação proposta em (van Eekhout and Rouse 1981) devido ao estudo original considerar que os operadores precisavam: detectar, diagnosticar e compensar as falhas; enquanto que no estudo realizado em (Johnson and Rouse 1982) haveria apenas o diagnóstico. Sendo assim, a questão da “definição do objetivo” foi retirada, resultando no conjunto exposto no Quadro 2-4.

Quadro 2-4 - Classificação do erro proposta por Johnson (Johnson and Rouse 1982)

| Categoria geral | Categoria específica |
|---------------------------------|--|
| Observação do estado do sistema | - incompleta - falsa interpretação - repetida |
| Definição das hipóteses | - inconsistente com os sintomas - consistente mas improvável - consistente mas custosa - funcionalmente irrelevante |
| Definição do procedimento | - incompleta - inapropriada - ausente |
| Execução do procedimento | - omissão de passos - outra - ação descuidada |

Primeiramente observa-se que, em relação à classificação proposta em (van Eekhout and Rouse 1981), excetuando-se a categoria geral “definição do procedimento”, as demais categorias tiveram mudanças significativas em suas categorias específicas. Aparentemente, os autores buscaram adaptar totalmente a classificação do erro para o novo estudo de caso em foco.

Um ponto interessante a se ressaltar é de que a definição da categoria geral “execução do procedimento” é a mesma, tanto para o estudo de caso exposto por (van Eekhout and Rouse 1981) quanto o exposto por (Johnson and Rouse 1982). Já com relação aos termos expostos na classificação do erro (Quadro 2-4), houve uma variação com a utilizada no estudo apresentado em (van Eekhout and Rouse 1981). A partir do Quadro 2-5 pode-se observar a nova relação entre a definição e a classificação, bem como a relação com o conjunto de termos utilizados no estudo (van Eekhout and Rouse 1981).

Quadro 2-5 - Relação entre categorias específicas

| Segundo o Quadro 2-4 (estudo de Johnson) | Segundo a descrição textual presente em ambos os estudos | Segundo o Quadro 2-2 (estudo de Eekhout) |
|--|--|--|
| - omissão de passos | - omite passos do procedimento | - incompleta |
| - outra | - executa passos antes ou depois do tempo | - momento da execução inapropriado |
| - ação descuidada | - executa passos fora da seqüência - realiza ações discretas isoladas, aparentemente sem intenção | - ação descuidada |

2.1.4 Rouse & Rouse (1983 apud (Cellier 1990))

Rouse & Rouse, apud (Cellier 1990), apresentam um conjunto mais amplo de categorias gerais (os autores abrangem a maioria dos elementos da seqüência de tomada de decisão de Rasmussen), bem como um conjunto mais amplo de categorias específicas. Desta forma, há um avanço significativo na explicitação clara e direta, principalmente, do conjunto de erros diretamente observáveis (Quadro 2-6).

Quadro 2-6 - Classificação do erro de Rouse & Rouse (Cellier 1990)

| Categoria geral | Categoria específica |
|---------------------------------|---|
| Observação do estado do sistema | - excessiva - falsa interpretação - incorreta - incompleta - inapropriada - ausente |
| Definição das hipóteses | - inconsistente com os sintomas - consistente mas improvável - consistente mas custosa - funcionalmente irrelevante |
| Avaliação das hipóteses | - incompleta - aceitação de uma hipótese errada - rejeição de uma hipótese certa - ausente |
| Definição do objetivo | - incompleto - incorreto - supérfluo - ausente |
| Definição do procedimento | - incompleto - incorreto - supérfluo - ausente |
| Execução | - operação omissa - operação repetida - acréscimo de uma operação - operação fora de seqüência - intervenção em tempo não apropriado - posição da operação incorreta - execução incompleta - ação sem relação e inapropriada |

2.1.5 Norman (1983)

Segundo Norman, (apud (Naoya 2001) e (Norman 1983)) os erros podem ser classificados em equívocos, quando há um erro de intenção⁷ ou deslize quando há um erro na execução da intenção, sendo que estes erros ocorrem durante a seqüência da ação, que consiste em três estágios:

- **formação da intenção:** na qual nem todo erro ocorrido pode ser considerado um deslize, uma vez que, durante as etapas de *tomada de decisão e resolução de problemas* os erros são do tipo equívoco;

- **ativação;**

- **execução.**

Observa-se, portanto que há uma similaridade com a linha seguida pelos autores anteriormente apontados, uma vez que segue o princípio de que os erros ocorrem durante uma seqüência de ação e, tal seqüência pode ser vista como uma forma simplificada da seqüência proposta por Rasmussen.

Mais especificamente, Norman concentra o trabalho em torno dos deslizes, inicialmente apresentando uma classificação de deslizes possíveis em cada estágio da ação:

- **formação da intenção:**

- deslize de ação:

- erros de modo;
- erros de descrição.

- **ativação**, no qual os deslizes resultam da ativação defeituosa dos esquemas:

- ativação não intencional;
- erros de captura;
- ativação por dados;
- ativação associativa;
- perda de ativação;
- confundir a ordem, pular e repetição de passos na seqüência de ação.

- **execução** dos esquemas de seqüência de ação.

- falsa ativação;
- *spoonerisms*⁸;
- misturas;
- pensamentos resultam na ação;
- ativação prematura;

⁷ intenção, neste caso, remete ao nível mais alto de especificação de uma ação desejada ou de um processamento subconsciente (Norman 1983).

⁸ reversão de componentes do evento.

- falha de ativação.

Segundo o autor, os erros passíveis de prevenção na interação homem-computador, de modo geral, são: de modo, descrição, captura e ativação. Entretanto, observando-se sob o ponto de vista de identificação de conceitos que estejam relacionados à idéia de “erros visíveis”, percebe-se que há apenas os seguintes deslizes, diretamente relacionados:

- formação da intenção

- deslize de ação
 - erros de modo.

- ativação

- ativação não intencional;
- perda de ativação;
- confundir a ordem, pular e repetição de passos na seqüência de ação.

- execução

- falsa ativação;
- *spoonerisms*;
- misturas.

Os outros conceitos não levam a um tipo de erro, mas sim a vários tipos; inclusive podendo servir de agravantes para os conceitos que levam diretamente a um erro visível.

2.1.6 Reason (1987-1990)

Reason apresenta em (J. Reason 1990) conceitos para deslizes e equívocos de forma muito próxima aos utilizados por Norman; apontando que deslizes/lapsos estão relacionados a falhas de execução, enquanto que equívocos estão relacionados a falhas de planejamento.

Porém, diferentemente dos autores anteriores, que tomam como base a seqüência de execução para expor suas discussões, para Reason os equívocos subdividem-se de acordo com o nível de execução⁹, ou seja, naqueles ocorridos no nível da habilidade, no nível de regras e no nível do conhecimento (Quadro 2-7).

No decorrer da discussão presente em (J. Reason, A framework for classifying errors 1987a) e (J. Reason, A preliminary classification of mistakes 1987b), o autor aborda, de forma análoga ao trabalho de Norman, a questão do erro humano através da exposição das perspectivas, situações ou mesmo gatilhos, intimamente intrínsecos a forma de pensar e agir do ser humano que levam ao erro.

⁹ conceito proposto por Rasmussen (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981).

Quadro 2-7 - Relação entre tipos de erros e níveis de execução

| Nível de execução | Tipo de erro |
|--------------------------|---------------------|
| em nível de habilidade | deslizes e lapsos |
| em nível de regras | equivocos |
| em nível do conhecimento | equivocos |

No trabalho apresentado em (J. Reason 1990), Reason expõe os “identificadores de modos de falha” para cada etapa dos níveis de execução (baseado em habilidades, regras e conhecimento). Assim, tem-se:

- em nível de habilidades:

- desatenção:
 - distração;
 - omissões após interrupções;
 - intenção reduzida;
 - confusões de percepção;
 - erros por interferência: misturas e *spoonerism*.
- excesso de atenção (checagens inoportunas):
 - omissões;
 - repetições;
 - reversões.

- em nível de regras:

- aplicação inadequada de “regras boas”:
 - “a primeira exceção”;
 - sinais de contradição
 - sobrecarga de informação
 - regra forte;
 - regras gerais;
 - redundância;
 - inflexibilidade.
- aplicação de “regras ruins”:
 - deficiências de codificação;
 - deficiências de ação:
 - regras erradas;
 - regras deselegantes ou não graciosas;
 - regras desaconselháveis.

- **em nível de conhecimento:**

- seletividade;
- limitações do espaço de trabalho;
- fora do campo de visão, fora da mente;
- viés de confirmação
- confiança excessiva;
- revisão parcial;
- correlação ilusória;
- efeito Halo;
- problemas com a causalidade;

- **problemas com a complexidade:**

- problemas com realimentação atrasada;
- equívocos iniciais:
 - consideração insuficiente dos processos, em função do tempo;
 - dificuldades em tratar com o desenvolvimento exponencial;
 - pensamento em série causal em vez de em redes causais.
- equívocos cometidos por executores fracos:
 - temática errante;
 - *encysting*¹⁰.

Do ponto de vista dos “erros visíveis”, a discussão presente em (J. Reason 1990) é mais interessante em virtude de expor conceitos que claramente definem erros para uma classificação de erro.

Entretanto, é interessante notar que a maioria dos “erros visíveis”, na verdade, estão concentrados em nível das habilidades, tais como: (i) omissão por excesso de atenção, (ii) repetição por excesso de atenção, (iii) reversão por excesso de atenção e (iv) erros por interferência (tais como misturas e *spoonerisms*).

Já nas discussões referentes aos erros cometidos em nível de regras e conhecimento, novamente há uma forte tendência a exposição dos motivos e gatilhos que levam a erro, mas não a qual erro.

2.1.7 Hollnagel 1998

Hollnagel e Woods, em (Hollnagel and Woods, Cognitive systems engineering: New wine in new bottles 1983), apresentam uma proposta de estudo para desenvolvimento de sistemas homem máquina, focado em Sistema de Engenharia Cognitiva, segundo a qual, um

¹⁰ tendo o sentido de demorar-se demais sobre um tópico, ser excessivamente minucioso.

sistema deve ser “concebido, projetado, analisado e avaliado em termos de sistemas cognitivos”, ou seja, mais do que simplesmente considerar homem e máquina isoladamente, devem considerar a interação que ocorre da junção dos dois.

Já em (Hollnagel, Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM) 1998), Hollnagel expõe a proposta do CREAM (*Cognitive Reliability and Error Analysis Method*), que vem a ser uma proposta de evolução do método, exposto (Hollnagel and Woods, Cognitive systems engineering: New wine in new bottles 1983), que visa a análise da confiabilidade cognitiva dependente do contexto.

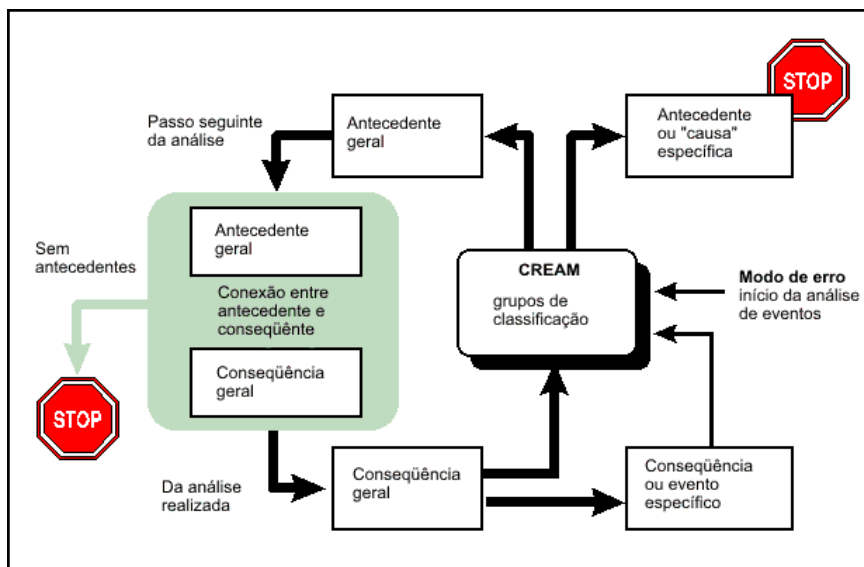


Figura 2-3 - Dinâmica de análise usando CREAM (extraído de (Hollnagel, Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM) 1998))

Ponto interessante a se ressaltar é que diferentemente da proposta de Rasmussen, que culmina no “erro visível”, na proposta de Hollnagel o “erro visível” é o ponto de partida, para então serem definidas as causas, nomeadas por Hollnagel como **antecedentes**, que por sua vez podem possuir uma ou mais **conseqüências**.

Outro ponto de similaridade com a proposta de Rasmussen é a definição de três categorias: Homem, Tecnologia e Organização; que abrangem os antecedentes contextuais e conseqüências dos erros. Hollnagel apresenta um conjunto de grupos, que por sua vez possuem os “erros visíveis” relacionados (Quadro 2-8).

Quadro 2-8 - Classificação do erro proposta por Hollnagel (Hollnagel, Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM) 1998)

| Grupos | Erros |
|-----------------------|-----------------------------|
| Direção | - direção errada |
| | - tipo errado de movimento |
| Distância / Magnitude | - muito longe |
| | - muito perto |
| Força | - força ou esforço de menos |
| | - força ou esforço demais |

| | |
|-------------------------|--------------------------------|
| Seqüência | - omissão |
| | - salto para frente |
| | - salto para trás |
| | - repetição |
| | - reversão |
| | - ação errada |
| | - parada prematura |
| | - continuar além do tempo |
| Velocidade | - rápido demais |
| | - lento demais |
| <i>Timing</i> / Duração | - <i>Timing</i> : cedo demais |
| | - <i>Timing</i> : tarde demais |
| | - <i>Timing</i> : omissão |
| | - duração: longo demais |
| | - duração: curto demais |
| Objeto errado | - vizinho |
| | - objeto/item similar |
| | - objeto/item sem relação |

Do ponto de vista do contexto de aplicação desta pesquisa (sistemas elétricos de automação industrial), observa-se que:

- erros do grupo “Distância/Magnitude”, podem ser relevantes para atuações no pátio (e.g. acionamento manual de disjuntores), mas no caso de ações na sala de comando, pode não ter uma relevância direta e sim mais como agravante para outros erros;

- erros do grupo “Força”, quando observados sob o ponto de vista de “força física”, podem seguir a mesma linha dos erros do grupo “Distância/Magnitude”. Desta forma, não possuem relevância direta, mas sim relevância como agravante. Já quando observados sob o ponto de vista de “esforço cognitivo”, então eles podem ser considerados como fator direto de ocorrência de erro (ex.: precisar se concentrar demais sobre um aspecto, levando a cansaço); mas também pode ser considerado como fator agravante que leva a um erro.

2.1.8 CHESF

A norma de operação NO-OC.01.05 define os tipos de falhas operacionais, que por sua vez possuem três dimensões distintas: quanto a sua natureza e quanto a sua circunstância; bem como quanto ao momento de ocorrência da manobra.

Quanto à natureza tem-se:

- **erro de omissão**, “quando se deixa de realizar algum item da tarefa”;
- **erro de comissão**, “quando algum item de tarefa é realizado incorretamente”;
- **erro de tempo**, “quando todos os itens da tarefa são realizados corretamente mas fora do tempo desejado”;
- **erro seqüencial**, “quando algum item da tarefa é realizado fora de seqüência”;
- **erro de inovação**, “quando é introduzido um item de tarefa que não deveria ser realizado”.

Considerar a “circunstância” e o “momento de ocorrência da manobra” são extremamente importantes para fins de auxílio na análise e determinação de “o que” e “quando” levou o operador ao erro. Porém, são desnecessários para fins de classificação do erro visando a identificação dos erros visíveis, bastando portanto a definição quanto a natureza.

2.1.9 Classificação do Erro proposta

O conjunto exposto na coluna mais a direita do Quadro 2-9, bem como sua transcrição, presente no Quadro 2-10, é o conjunto de erros visíveis propostos.

Para que fosse possível relacionar os erros visíveis, propostos pelos autores analisados, primeiramente foi necessário definir a amplitude de atuação de três termos: operação, tarefa e ação.

A maioria dos autores utiliza o termo **ação** em suas classificações do erro; Rasmussen e Rouse & Rouse, entretanto, usam o conjunto tarefa/ação e operação/ação, respectivamente. Tomando o texto de Rasmussen (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981), percebe-se uma distinção de âmbito entre tarefa e ação, uma vez que uma tarefa não executada pode ter sido devido a uma **omissão da tarefa** ou a uma **omissão da ação**. No caso de Rouse & Rouse (apud(Cellier 1990)), não há uma definição clara se o autor considera os termos operação e ação de forma distinta ou equivalente.

Para fins de construção do Quadro 2-9 optou-se, primeiramente, por considerar **tarefa** e **operação** como sendo do mesmo nível. Já com relação à diferença entre **ação** e **tarefa**, optou-se pela conceituação usada em modelagem de tarefa, na qual tem-se que:

- um modelo de tarefa é uma organização hierárquica, iniciando pela tarefa objetivo (de nível mais alto) até chegar às ações mais elementares (no nível das folhas).

Assim:

- **operação/tarefa** é conjunto mais alto do nível hierárquico ou tarefa objetivo (e.g. liberação de um disjuntor, normalizar subestação), sendo composto por subtarefas e ações;
- **subtarefa** são as tarefas complexas, compostas pelas ações elementares (e.g. confirmar 12D1 aberto, liberação de um disjuntor);
- **ação**, ou seja, as ações elementares em nível das folhas do modelo da tarefa (e.g. dirigir-se ao painel adequado, confirmar 12D1 aberto).

Quadro 2-9 - Comparativo de classificações do erro

| Rasmussen (1981) | Eekhout (1981) | Johnson (1982) | Rouse&Rouse (1983) | Norman (1983) | Reason (1987 - 1990) | Hollnagel (2006) | CHESF | |
|---|--|--|---------------------------------------|--|---|--|--------------------|--|
| - omissão da tarefa | | | - operação omissa | | | | | - omissão da tarefa |
| - ação omissa | - omissão de passos do procedimento | - omissão de passos do procedimento | | - saltando passos na seqüência de ação | - omissão por excesso de atenção | - seqüência: omissão | - erro de omissão | - omissão da ação |
| - execução inapropriada, inexata | - incompleta | | - execução incompleta | - perda de ativação | - reversão por excesso de atenção | - seqüência: pulo a frente - seqüência: parada prematura | | - execução incompleta |
| | | | - operação repetida | | | | | - repetição da tarefa |
| | | | | - repetição de passos na seqüência de ação | - repetição por excesso de atenção | - seqüência: pulo para trás - seqüência: repetição | | - repetição da ação |
| | | | - acréscimo de uma operação | | | | | - acréscimo de uma tarefa |
| | | | | | | | | - acréscimo de uma ação |
| - componente/equipamento errado | | | | | | - objeto errado: vizinho - objeto errado: objeto ou item similar - objeto errado: objeto ou item sem relação | - erro de comissão | - tarefa correta sobre o objeto errado |
| | | | - posição da operação incorreta | | | | | - ação correta sobre o objeto errado |
| - ação errada executada no componente/equipamento correto | | | | - “misturas” | - erros por interferência (“misturas”) | - direção | | - tarefa errada sobre o objeto certo |
| - tarefa no <i>timing</i> inapropriado/errado | - <i>timing</i> inapropriado | | - intervenção em tempo não apropriado | - falsa ativação | | - seqüência: seguir além do ponto de término - <i>timing</i> /duração - velocidade | - erro de tempo | - ação errada sobre o objeto certo |
| - ação no tempo errado | - passos executados muito antes ou tarde | - passos executados muito antes ou tarde | | | | | | - intervenção em tempo não apropriado |
| - ações na seqüência errada | - passos executados fora da seqüência | - passos executados fora da seqüência | | - desordem de passos na seqüência de ação | | | - erro seqüencial | - ação fora de seqüência |
| | | | - operação fora de seqüência | - <i>spoonerisms</i> | - erros por interferência (<i>spoonerism</i>) | - seqüência: reversão | | - tarefa fora de seqüência |
| - efeito é devido a uma ação estranha | - realiza ações discretas isoladas, aparentemente sem intenção | - realiza ações discretas isoladas, aparentemente sem intenção | - ação sem relação ou inapropriada | | - ações sem intenção | - seqüência: ação errada | | - ação sem relação ou inapropriada |
| | - ação descuidada | - ação descuidada | | - erros de modo - ativação sem intenção | | | | - tarefa sem relação ou inapropriada |
| - o efeito é devido a uma coincidência ou conjunto de eventos ou falhas | | | | | | | | - ação sem intenção |

Quadro 2-10 - Classificação de erros visíveis

| em nível da Tarefa ou Subtarefa | em nível da Ação | descrição |
|--|------------------------------------|--|
| omissão da tarefa | omissão da ação | - quando foi omitida uma tarefa/ação |
| repetição da tarefa | repetição da ação | - quando foi repetida uma tarefa/ação |
| acréscimo de uma tarefa | acréscimo de uma ação | - quando foi acrescentada uma tarefa/ação |
| tarefa fora de seqüência | ação fora de seqüência | - quando uma tarefa/ação foi executada fora da seqüência |
| intervenção em tempo não apropriado | | - quando o <i>timing</i> da execução foi inapropriado |
| tarefa errada sobre o objeto certo | ação errada sobre o objeto certo | - quando foi executada uma tarefa/ação errada sobre o objeto certo |
| tarefa correta sobre o objeto errado | ação correta sobre o objeto errado | - quando foi executada uma tarefa/ação correta sobre o objeto errado |
| execução incompleta | | - quando a execução foi feita de forma incompleta |
| tarefa sem relação ou inapropriada | ação sem relação ou inapropriada | - quando foi executada uma tarefa/ação sem relação ou inapropriada |
| ação sem intenção | | - quando foi executada uma tarefa/ação sem intenção |

2.1.9.1 Considerações sobre a classificação do erro proposta

O conjunto proposto possui 17 elementos, dois quais:

- grupo A:

- 07 dizem respeito a erros ocorridos em nível da tarefa ou subtarefa;
- 07 dizem respeito a erros ocorridos em nível da ação.

- grupo B:

- 02 dizem respeito a erros ocorridos na execução como um todo;
- 01 diz respeito a erros ocorridos em função de ações sem intenção.

Utilizar todos os 14 erros possíveis do grupo A significa, principalmente, uma necessidade na explicitação do nível de atuação em que o erro ocorreu. Em contrapartida, caso não seja necessário tamanho grau de definição, o conjunto pode ser reduzido pela metade (07 elementos).

Já com relação aos erros do grupo B, em primeira instância, sua existência é considerada majoritária, de modo que as configurações de erros visíveis propostas neste trabalho são:

- Grupo A + Grupo B, totalizando 17 elementos; ou
- Grupo A reduzido + Grupo B, totalizando 10 elementos.

Cabe observar que, para fins de uso na categorização do erro e taxonomia, optou-se por simplificar o conjunto de erros de modo que não há distinção entre erros abrangendo toda uma tarefa ou apenas uma ação. Assim, *erro por omissão* pode tanto representar a *omissão da tarefa* quanto da *ação*.

2.2 Categorização do erro

Associado a classificação do erro, tem-se a categorização do erro. Baseado no trabalho de (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981), van Eekhout & Rouse (van Eekhout and Rouse 1981) propuseram um modelo simplificado da seqüência de decisão humana resultando em uma lista seqüencial de categorias gerais e específicas (erros observáveis). Esta lista seqüencial de categorias foi modificada por (Johnson and Rouse 1982) e por fim Rouse & Rouse (apud(Cellier 1990)) expandiram o conjunto de categorias específicas (ver Quadro 2-12).

As duas categorias propostas por (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981) - *disfunção humana interna e modo de disfunção externa* - influenciaram o trabalho de (van Eekhout and Rouse 1981), (Johnson and Rouse 1982) e Rouse & Rouse (apud (Cellier 1990)), resultando em pequenas diferenças entre as categorias gerais propostas por estes autores (Quadro 2-11). A categoria proposta pelo grupo LIHM possui três categorias gerais adicionais (Quadro 2-11), que são: recuperação, conseqüências e causas; as quais foram adicionadas visando expor, respectivamente: (i) o tempo que um operador leva para se recuperar de um erro, (ii) as conseqüências resultantes do erro, e (iii) as causas do erro (o estado do operador e situações contextuais).

Diferentemente das categorias gerais, há diferenças significativas entre as categorias específicas, tal como pode ser observado no Quadro 2-12

Quadro 2-11 - Comparativo entre Categorias Gerais

| Rasmussen | Eekhout & Rouse | Johnson & Rouse | Rouse & Rouse | Categorização proposta |
|---|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <u>Ativação</u> | Observação do estado do sistema | Observação do estado do sistema | Observação do estado do sistema | Observação do estado do sistema |
| <u>Observação</u> | | | | |
| <u>Identificar</u> o estado atual do sistema | Identificação da falha/erro | - | | |
| <u>Interpretar</u> conseqüências para a tarefa atual, segurança, eficiência, etc. | - | Escolha da hipótese | Escolha da hipótese | Escolha de uma hipótese |
| <u>Avaliar</u> | - | - | Avaliação da hipótese | Avaliação da hipótese |
| <u>Definir a tarefa</u> | Escolha do objetivo | - | Escolha do objetivo | Escolha do objetivo |
| <u>Formular o procedimento</u> | Escolha do procedimento | Escolha do procedimento | Escolha do procedimento | Escolha do procedimento |
| <u>Executar</u> | Execução do procedimento | Execução do procedimento | Execução | Execução |
| - | - | - | - | Recuperação |
| - | - | - | - | Conseqüências |
| - | - | - | - | Causas |

Quadro 2-12 - Comparativo entre erros observáveis

| Categoria geral | Rasmussen | Eckhout & Rouse | Johnson & Rouse | Rouse & Rouse | Categorização proposta |
|---------------------------------|---|---|--|---|--|
| Observação do estado do sistema | - | - incompleta - inapropriada - ausente | - incompleta - falsa interpretação - repetida | - excessiva - falsa interpretação - incorreta - incompleta - inapropriada - ausente | - excessiva - falsa interpretação - incorreta - incompleta - inapropriada - ausente - desnecessária - correta |
| Escolha de uma hipótese | - | - incompleta - inapropriada - ausente | - inconsistente com os sintomas - consistente mas improvável - consistente mas custosa - funcionalmente irrelevante | - inconsistente com os sintomas - consistente mas improvável - consistente mas custosa - funcionalmente irrelevante | - inconsistente em relação à observação - consistente, mas pouco provável - consistente, mas muito custosa - consistente, mas insuficiente - funcionalmente não pertinente - ausente - desnecessária - correta |
| Avaliação da hipótese | - | - | - | - incompleta - aceitação de uma hipótese errada - rejeição de uma hipótese certa - ausente | - incompleta - aceitação de uma hipótese errada - rejeição de uma hipótese certa - ausente - desnecessária - correta |
| Escolha do objetivo | - | - incompleta - inapropriada - ausente | - | - incompleto - incorreto - supérfluo - ausente | - incompleto - incorreto - supérfluo - ausente - desnecessário - correto |
| Escolha do procedimento | - | - incompleta - inapropriada - ausente | - incompleta - inapropriada - ausente | - incompleto - incorreto - supérfluo - ausente | - incompleto - incorreto - supérfluo - ausente - desnecessário - correto |
| Execução | A tarefa não foi executada por: - omissão da tarefa; - omissão da ação; - execução inapropriada, inexacta; - timing inapropriado, errado; - ações na seqüência errada; O efeito é devido a um ato errôneo específico no sistema: - ação errada executada no componente/ equipamento correto; - componente/ equipamento errado; - tempo errado. O efeito é devido a uma ação estranha; O efeito é devido à coincidência ou co-afetado por outra atividade humana ou técnica (errada ou normal); Não definido, não aplicável. | - incompleta - tempo de execução inapropriado - ação descuidada | - omissão de passos - outra - ação descuidada | - operação omissa - operação repetida - acréscimo de uma operação - operação fora de seqüência - intervenção em tempo não apropriado - posição da operação incorreta - execução incompleta - ação sem relação e inapropriada | - omissão - repetição - inclusão - seqüência - ação errada sobre o objeto correto - ação correta sobre o objeto errado - ação sem relação ou inapropriada - intervenção em tempo não apropriado - execução incompleta - execução sem intenção |
| Recuperação | - | - | - | - | - muito tardia - tardia - imediata |
| Conseqüências | - | - | - | - | - não houve interrupção de carga - houve interrupção de carga - sobrecarga em equipamento - perdas e danos equipamentos - danos pessoais |
| Causas | - | - | - | - | - falta de concentração por pressa |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | <ul style="list-style-type: none"> - falta de concentração por excesso de autoconfiança - falta de concentração - pressa - estresse - confusão - pressão - ansiedade - improvisação - inexperiência - excesso de autoconfiança - problemas pessoais - falta de capacitação técnica - cansaço - excesso de concentração |
|--|--|--|--|--|--|

2.2.1 Categorização do Erro proposta

A extensão da categorização de Rouse & Rouse foi motivada pela análise do *corpus*¹¹ de relatórios de erro em operação de sistemas elétricos. Como pode ser observado pelo Quadro 2-11, a estrutura da categorização proposta manteve a mesma estrutura de *categorias gerais* definida por Rouse & Rouse, acrescido das categorias gerais (Recuperação, Causas e Conseqüências), definidas por Guerrero (Guerrero 2006). Entretanto, a estrutura de *categorias específicas* (Quadro 2-12) foi modificada visando melhor acomodar a análise do *corpus* de relatórios.

Observou-se que haviam situações descritas que não eram passíveis de mapeamento tanto na estrutura proposta por Rouse & Rouse, quanto na extensão proposta por Guerrero (ex.: quando um operador observa corretamente o estado do sistema ou quando a situação descrita implica na não necessidade de avaliar a hipótese).

Desta forma, foram incluídas as categorias específicas: *desnecessária* e *correta* a todas as categorias gerais da categorização do erro. Foi também observado que havia situações em que a escolha da hipótese era parcialmente consistente, porém não justificava a ação subsequente. Assim, incluiu-se a categoria específica *consistente, mas insuficiente* à categoria geral *escolha da hipótese*.

Quadro 2-13 - Categorização do erro proposta

| Categoria geral | Categoria específica |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| Observação do Estado do Sistema | Excessiva |
| | Falsa interpretação |
| | Incorreta |
| | Incompleta |
| | Inapropriada |
| | Ausente |
| | Desnecessária |
| | Correta |
| Escolha de uma Hipótese | Inconsistente em relação à observação |
| | Consistente, mas pouco provável |
| | Consistente, mas muito custosa |

¹¹ A composição exata do corpus será descrita em seção posterior.

| | |
|---------------------------|--|
| | Funcionalmente não pertinente |
| | Ausente |
| | Consistente, mas insuficiente |
| | Não necessária |
| | Correta |
| Avaliação de uma hipótese | Incompleta |
| | Aceitação de uma hipótese errada |
| | Rejeição de uma hipótese certa |
| | Ausente |
| | Não necessária |
| | Correta |
| Definição do objetivo | Incompleto |
| | Incorreto |
| | Supérfluo |
| | Ausente |
| | Não necessário |
| | Correto |
| Escolha do Procedimento | Incompleto |
| | Incorreto |
| | Supérfluo |
| | Ausente |
| | Não necessário |
| | Correto |
| Execução | Omissão |
| | Repetição |
| | Inclusão |
| | Seqüência |
| | Ação errada sobre o objeto correto |
| | Ação correta sobre o objeto errado |
| | Ação sem relação ou inapropriada |
| | Intervenção em tempo não apropriado |
| | Execução incompleta |
| | Execução sem intenção |
| Recuperação | Muito tardia |
| | Tardia |
| | Imediata |
| Conseqüências | Não houve interrupção de carga |
| | Houve interrupção de carga |
| | Sobrecarga em equipamento |
| | Perdas e danos equipamentos |
| | Danos pessoais |
| Causas | Falta de concentração por pressa |
| | Falta de concentração por excesso de autoconfiança |
| | Falta de concentração |
| | Pressa |
| | Estresse |
| | Confusão |
| | Pressão |
| | Ansiedade |
| | Improvisação |
| | Inexperiência |
| | Excesso de autoconfiança |
| | Problemas pessoais |
| | Falta de capacitação técnica |
| | Cansaço |
| | Excesso de concentração |

Capítulo 3 - Perfis de usuário

Atualmente o usuário é definido como peça chave para o projeto e implementação de sistemas, tal como pode ser observado nos diversos processos e métodos (RUP¹² e XP¹³) ou mesmo em processos de gerência (PMP¹⁴) e sistemas que visam o controle de qualidade (CMMI¹⁵).

Entretanto, deve-se observar que a maioria dos métodos de desenvolvimento da engenharia de software recomendam as seguintes premissas:

- utilizar um desenvolvimento centrado no usuário;
- considerar o contexto de uso;
- considerar as características do usuário.

Sem fornecer uma definição clara sobre *o que* ou *como* considerar o usuário, excetuando-se recomendações de que sejam criados **user stories** ou **use cases**.

Por outro lado, métodos para o projeto de interfaces, tais como: ADEPT (Markopoulos, et al. 1992), TRIDENT (Bodart, et al. 1994) e MCIE (Turnell 2004) recomendam a criação de perfis de usuário em conjunto com o modelo da tarefa, como parte da fase de análise de requisitos. Desta forma, os perfis de usuário são a base para o processo de concepção da interface.

De modo geral, os perfis de usuário propostos consistem em um conjunto de características do usuário (tais como: idade, gênero, experiência e habilidades) que não levam em conta a dinâmica da interação com o sistema e muito menos os erros que podem decorrer desta interação. Entretanto é importante observar que um perfil estático pode ser suficiente para o projeto de diversos sistemas, porém quando é necessário um nível maior de confiabilidade e uma baixa incidência de erros, o conhecimento sobre o comportamento do usuário torna-se peça fundamental para o projeto da interface.

Visando expandir o perfil do usuário, buscou-se considerar o trabalho de Reason (J. Reason 1990), Hollnagel (Hollnagel, Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM) 1998) e Rasmussen (Rasmussen, Pejtersen and Goodstein, Cognitive Systems Engineering 1994) no estudo do erro humano, bem como pesquisas por taxonomias e modelos que permitissem representar e analisar as causalidades do erro. Igualmente foram considerados os trabalhos de Shappel e Wiegmann (Shappel and Wiegmann 2000) e Paletz

¹² Rational Unified Process(IBM n.d.)

¹³ eXtreme Programming(Wells n.d.)

¹⁴ Project Management Professional(PMI n.d.)

¹⁵ Capability Maturity Model Integration(Software Engineering Institute n.d.)

(Paletz, et al. 2009), os quais apontam a importância dos fatores sociais e psicológicos no Sistema de Análise e Classificação de Fatores Humanos (HFACS).

Além disto, foram consideradas as abordagens: Análise Ergonômica do Trabalho (WAE¹⁶) (Guérin, et al. 2001); e modelos cognitivos do comportamento do usuário (Leplat and Cuny 1977), (Rasmussen, Pejtersen and Goodstein, Cognitive Systems Engineering 1994), (Card, Moran and Newell 1983).

Neste trabalho, considera-se que conhecendo-se características cognitivas e a influência do contexto no comportamento do usuário, pode-se trazer informações relevantes para o projeto da interface. Assim como informações psicológicas e sociais são relevantes para a tomada de decisão do usuário (Paletz, et al. 2009).

3.1 O Perfil do Usuário

Como apontado anteriormente, buscou-se identificar trabalhos na literatura que possibilitassem a definição de um perfil que além de informações estáticas compreendesse também informações sobre o comportamento do usuário. O Perfil Objetivo e Cognitivo do Usuário (POCUs) foi definido a partir do cruzamento entre as abordagens de modelagem do comportamento cognitivo e o estudo do erro humano.

O perfil é baseado nos seguintes aspectos, definidos na literatura (Courage and Baxter 2005):

- características pessoais;
- interesses e preferências;
- habilidades;
- objetivos;
- crenças;
- padrões de comportamento;
- contexto de interação.

Sendo que, o perfil criado possui a seguinte estrutura:

- **Perfil Pessoal**, conjunto de informações de caráter individual e pessoal do usuário (e.g. nome, idade, gênero, entre outros).
- **Perfil Físico**, conjunto de informações sobre o condicionamento físico do usuário, tanto em termos de restrições de capacidade física, quanto de destreza manual ou problemas de equilíbrio.

¹⁶ Work Analysis Ergonomic

- **Perfil Psicológico**, conjunto de informações sobre a situação psíquica do usuário, podendo ser considerado o veio principal para determinação do comportamento do usuário.
- **Perfil Clínico**, conjunto de informações sobre o estado clínico do usuário, principalmente no que tange as questões que envolvem as funções de memória, linguagem e mentais em geral.
- **Perfil Profissional**, conjunto de informações sobre o grau profissional do usuário, tanto em termos de qualificações como experiências com o cargo/atividade desempenhada.
- **Perfil Contextual**, conjunto que pode ser controverso para ser apresentado no modelo do usuário, porém em uma primeira análise optou-se por mantê-lo, dada sua influência no possível comportamento do usuário.

Como norte para a definição dos elementos que comporiam o POCUs foi escolhidos o perfil adotado pelo MCIE (de Queiroz, de Oliveira and Turnell 2005), o perfil definido por Courage & Baxter (Courage and Baxter 2005), o perfil proposto na norma ISO 9241 (ISO 1998) e a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde¹⁷ (WHO n.d.).

O DePerUSI é perfil adotado pelo MCIE e é essencialmente um perfil clássico. De forma sucinta ele concentra as informações mais pertinentes para o perfil elementar, abrangendo o físico, o conhecimento/experiência da tarefa e características demográficas pessoais.

Já o modelo apresentado por Courage & Baxter (Courage and Baxter 2005) segue a linha mais generalista, apontando a necessidade de expor sobre características demográficas (tal qual o modelo DePerUSI), porém definindo alguns pontos extras, tais como: informações sobre a empresa, tecnologia disponível, valores e atitudes, entre outros conjuntos gerais de informações que podem dar uma visão mais ampla do usuário e seu contexto.

Em contrapartida, a norma ISO 9241 (ISO 1998) já delineia um modelo de usuário mais complexo, abrangendo o nível pessoal, da tarefa e sobre o contexto da atividade do usuário. Porém, a norma não abrange informações sobre um modelo cognitivo (Perfil Psíquico/Clínico), dado seu foco ser nas questões profissionais e ambientais.

Por fim, buscando complementar o perfil desejado, estudou-se o ICF, proposto pela OMS¹⁸ (WHO n.d.). De grande amplitude e com um conjunto extenso de elementos e parâmetros definidos, mostra-se como uma boa base para a construção de um modelo de usuário. Entretanto, deve-se observar que, por ser um modelo para área médica, os elementos

¹⁷ ICF – International Classification of Functioning, Disability and Health

¹⁸ Organização Mundial da Saúde

são focalizados segundo necessidades específicas da área. Houve desta forma a necessidade de se analisar, tanto os elementos quanto o conjunto de parâmetros definidos, de maneira a adequá-los aos objetivos deste projeto.

No Quadro 3-1 temos a relação entre a quantidade de elementos existentes em cada um dos perfis estudados e os perfis existentes no POCUs. No Anexo D tem-se um quadro com o comparativo completo entre os elementos de cada um dos perfis estudados x os perfis existentes no POCUs.

Quadro 3-1 - Relação da quantidade de elementos por perfis

| | Courage&Baxter | DePerUSI | ISO 9241-11 | ICF |
|----------------|----------------|-----------|-------------|-----------|
| Pessoal | 3 | 2 | 2 | 6 |
| Clínico/Físico | 0 | 2 | 2 | 15 |
| Psicológico | 3 | 0 | 3 | 34 |
| Profissional | 12 | 9 | 10 | 5 |
| Contextual | 2 | 1 | 28 | 6 |
| Total | 20 | 14 | 45 | 66 |

3.2 Perfil Objetivo e Cognitivo do Usuário - POCUs

Como apontado, o conjunto de elementos que compõe o POCUs originou-se dos perfis propostos por: Courage & Baxter, DePerUSI, ISO 9241 Parte 11 e ICF, sendo que o conjunto resultante abrange 76 elementos, agrupados em 6 perfis distintos. Obter toda esta informação somente pelo projetista ou pelo usuário acabaria por ser uma tarefa demasiadamente cansativa. Certas informações precisam de uma visão especializada (tal como um projetista ou um profissional mais específico) para seu correto preenchimento. Assim, optou-se por dividir os elementos em dois grupos, associados a dois métodos para obtenção das informações:

- um **questionário** contendo 42 itens, para ser respondido pelo usuário; e
- um **checklist** contendo 34 itens, para ser respondido pelo projetista, com eventual auxílio de especialista.

Importante esclarecer que o perfil de usuário proposto neste trabalho (Quadro 3-3 e Quadro 3-4) resulta do agrupamento de informações relevantes buscando, além do perfil clássico, um ponto de vista cognitivo (Quadro 3-2). Desta forma, as informações referentes ao *perfil psicológico* e *perfil clínico* foram essencialmente extraídas do ICF. Já as informações referentes ao *perfil físico* e *perfil pessoal* foram extraídas dos elementos propostos pelo ICF, Courage & Baxter e DePerUSI. O *perfil contextual* teve seus itens baseados nos dados propostos pela Norma ISO 9241 parte 11. Finalmente, o *perfil profissional* foi baseado nos dados advindos do DePerUSI e Courage & Baxter.

Deve-se ressaltar que a informação incluída no perfil proposto é apenas um extrato dos perfis originais e foram simplificados e redefinidos de modo a adequar a proposta de fornecer suporte ao processo de concepção de interfaces.

Quadro 3-2 - Relação entre Perfis, Distribuição dos Elementos por artefato e Perfil de origem

| Perfis | Distribuição de Elementos | Bibliografia de origem |
|--------------|---------------------------|---|
| Pessoal | 08 elementos | Questionário DePerUSI, Courage & Baxter, ICF |
| Físico | 09 elementos | |
| Contextual | 15 elementos | |
| Profissional | 10 elementos | |
| | 02 elementos | Checklist ICF |
| Psicológico | 20 elementos | |
| Clínico | 12 elementos | |

Outro ponto é que a estrutura do POCUs foi baseada em uma classificação em termos de relevância para o desenvolvimento de interfaces do usuário, uma vez que nem todas as informações disponibilizadas são realmente necessárias. Optou-se por classificá-los em quatro níveis de relevância, sendo que os itens classificados como **A** são os elementos base (considerados essenciais na maioria dos casos).

Já os itens classificados nos níveis (**B**, **C**, **D**) podem ser adicionados ou subtraídos do perfil de acordo com a abrangência do perfil pretendido (Quadro 3-3 e Quadro 3-4). Para simplificar e facilitar a coleta de informações do perfil, cada item possui uma escala ou conjunto de instâncias associadas¹⁹.

Quadro 3-3 - Questionário para levantamento de dados

| Questionário | | | Descrição do elemento | Escala ou parâmetro |
|----------------|---------|--|---|---|
| Perfil Pessoal | Nível A | Idade / Gênero | | |
| | | Qualidade do repouso | Freqüência de um repouso mal sucedido | <ul style="list-style-type: none"> • freqüentemente ruim • as vezes ruim • nem ruim nem bom • as vezes bom • normalmente bom • não aplicável |
| | Nível B | Nome / Endereço / Estado civil | | Nome / Endereço / Estado civil |
| | Nível C | Comunidade, sociedade e vida cívica Major life areas | Grau de acesso a vida em comunidade, ou seja, a vida fora do círculo familiar. Reflete no bem estar em termos de acesso social. | <ul style="list-style-type: none"> • não tem acesso • algumas dificuldades de acesso • tem acesso parcialmente • tem acesso plenamente • não se aplica |
| Perfil Físico | Nível A | Restrições <ul style="list-style-type: none"> • visão • audição • olfato • tátil • mobilidade • equilíbrio | Restrições físicas que o usuário possui. Grau de influência negativa de cada restrição física na realização das tarefas | <ul style="list-style-type: none"> • nenhuma influência negativa • pouca influência negativa • muita influência negativa • não aplicável |
| | Nível B | Destreza manual, Peso e Altura | Grau de influência destes elementos na execução da tarefa. | <ul style="list-style-type: none"> • nenhuma influência negativa • pouca influência negativa • muita influência negativa • não aplicável |

¹⁹ maiores detalhes disponíveis no Anexo F.

| | | | | |
|---------------------|-------------------|---|---|--|
| | | | | <ul style="list-style-type: none"> • valor |
| Perfil Profissional | Nível A | Nível acadêmico Cargo atual | Atual nível acadêmico e cargo ocupado | |
| | | Habilidade e conhecimento com o produto Habilidade e conhecimento com o sistema Experiência na tarefa Experiência no cargo | Grau de experiência nestes elementos | <ul style="list-style-type: none"> • nenhuma • pouca • média • boa • muita • não se aplica |
| | | Possui treinamento | O usuário possui treinamento no sistema/tarefa? | <ul style="list-style-type: none"> • sim / não |
| | Nível B | Conhecimento de informática | Grau de conhecimento de informática | <ul style="list-style-type: none"> • nenhuma • pouca • média • boa • muita • não se aplica |
| | | Qualificações | O usuário possui qualificações extras | <ul style="list-style-type: none"> • sim / não |
| | | | | |
| Perfil Contextual | Nível A | Horas de trabalho | Tamanho do turno de trabalho (quantidade em horas) | |
| | | Grupo/Individual | Se o trabalho é para ser realizado em grupo ou individualmente | <ul style="list-style-type: none"> • grupo • individual |
| | | Auxílio no transporte | A empresa fornece transporte? | <ul style="list-style-type: none"> • sim / não |
| | | Apoio logístico | A empresa fornece apoio logístico? | <ul style="list-style-type: none"> • sim / não |
| | | Pressão por monitoramento | Como é feito o monitoramento feito pela empresa? | <ul style="list-style-type: none"> • adequado • parcialmente adequado • inadequado |
| | | Feedback | Como é o feedback feito pela empresa? | |
| | | Segurança no ambiente de trabalho | Como é a segurança no ambiente de trabalho? | |
| | | Equipamento | Condição operacional do equipamento | <ul style="list-style-type: none"> • funcional • defeituoso |
| | | Interrupções externas | Existem interrupções? | <ul style="list-style-type: none"> • sim / não |
| | Ritmo de trabalho | O ritmo de trabalho imposto é ruim? | <ul style="list-style-type: none"> • sim • as vezes • não | |
| | Nível B | Flexibilidade | Características organizacionais | <ul style="list-style-type: none"> • adequado • parcialmente adequado • inadequado |
| | | Autonomia | | |
| | | Estrutura gerencial | | |
| | Nível C | Estrutura de comunicação | | |
| | | Espaço físico | Espaço físico é adequado? | <ul style="list-style-type: none"> • adequado • parcialmente adequado • inadequado |
| Localização | | Onde o trabalho se localiza causa interferência? | <ul style="list-style-type: none"> • não interfere • interfere um pouco • interfere • não aplicável | |

Quadro 3-4 - Checklist para levantamento de dados

| Checklist | | Descrição dos elementos | Escala ou Parâmetros |
|--------------------|---------|-------------------------|---|
| Perfil psicológico | Nível A | Motivação | <ul style="list-style-type: none"> • nenhuma • pouca • média |
| | | Atenção | |

| | | | | |
|----------------|---------|---|--|---|
| | | | | <ul style="list-style-type: none"> • boa • muita • não se aplica |
| | | Temperamento e personalidade <ul style="list-style-type: none"> • extrovertido/ introvertido • cooperativo/ hostil • responsável / irresponsável • estável/instável • curioso/estagnado • otimista/pessimista • autoconfiante/tímido • fiel/infiel • impulsivo/não impulsivo | Funções mentais gerais referentes a forma do indivíduo reagir em direção a um certo caminho ou situação. | |
| | Nível B | Funções cognitivas de alto nível | | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • abstração | Capacidade de criar idéias gerais | <ul style="list-style-type: none"> • sim • sim, mas limitada • não |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • organização e planejamento | Capacidade de desenvolver/estruturar um método de execução ou ação | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • gerenciamento de tempo | Capacidade de ordenar eventos em uma seqüência cronológica; de alocar espaços de tempo para eventos e atividades | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • flexibilidade cognitiva | Capacidade de mudar de estratégia ou alternar conjuntos mentais, especialmente quando envolvido em resolução de problema | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • insight | Capacidade de perceber e compreender em termos de si e seu comportamento | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • julgamento de situações | Capacidade de discriminar entre e avaliar diferentes opções | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • resolução de problemas | Capacidade de identificar, analisar e integrar informações incongruentes ou conflitantes em uma solução | |
| | Nível C | Orientação | Capacidade de se localizar frente ao tempo, espaço e pessoas | <ul style="list-style-type: none"> • sim • sim, mas limitada • não |
| Perfil Clínico | Nível A | Memória | Pessoa tem problemas de memória? | <ul style="list-style-type: none"> • sim / não |
| | Nível B | Funções de percepção | A pessoa consegue perceber o que está acontecendo? | <ul style="list-style-type: none"> • sim • sim, mas limitada • não |
| | | Funções psicomotoras | A pessoa consegue pensar e agir; ou tomar uma atitude frente a uma situação? | |
| | Nível C | Funções mentais e de linguagem | A pessoa consegue ler símbolos, identificar/reconhecer algo? | <ul style="list-style-type: none"> • sim • sim, mas limitada • não |
| | | Funções de produção sonora e discurso | A pessoa consegue transmitir e se fazer entender? | |
| | | Funções psicossociais globais | A pessoa consegue interagir? ex.: Problemas pessoais; Operador prefere manobrar só | |
| | Nível D | Consciência | A pessoa se mantém vigilante, consciente? | <ul style="list-style-type: none"> • sim • sim, mas |

| | | | | |
|---------------------|---------|---|--|--|
| | | | | limitada • não |
| | | Funções clínicas gerais | A pessoa possui alguma doença (cardíaca, etc.) | • sim / não |
| Perfil Profissional | Nível A | Habilidades de linguagem e comunicação Aprendendo e aplicando conhecimento | Grau em que consegue se fazer entender e entender os outros Grau de dificuldade em se aprender o que é ensinado | • nenhuma • pouca • média • boa • muita • não se aplica |

3.3 Representação do POCUs em XIML

Uma forma de promover a interoperabilidade de informações entre ferramentas é através da codificação em eXtensible Markup Language (XML). Atualmente o Grupo de Interfaces Homem-Máquina (GIHM) utiliza o XIML²⁰ como codificação padrão para comunicação entre os artefatos pertencentes ao método MCIE (perfil do usuário, modelo da tarefa, descrição do contexto), havendo já uma ferramenta desenvolvida para intercâmbio tanto entre modelos da tarefa gerados nas ferramentas iTAOS (Medeiros, Cordeiro and Lula 2002) e CTTE (Paternò 2002), quanto dos modelos de tarefas para a ferramenta Design/CPN (Design/CPN 2002). Desta forma, representar o perfil do usuário em XIML possibilitaria o uso dos dados ao longo do processo do MCIE, assim como entrada para o modelo do usuário, desenvolvido em Redes de Petri Coloridas (Netto, et al. 2009).

Na Figura 3-1 temos a estrutura do XIML com ênfase no trecho relacionado à modelagem do usuário. Os elementos e parâmetros do perfil do usuário deverão ser criados através do campo *FEATURES* da codificação XIML, tal como pode ser observado no extrato de código ilustrado no Quadro 3-5.

²⁰ eXtensible Interface Markup Language

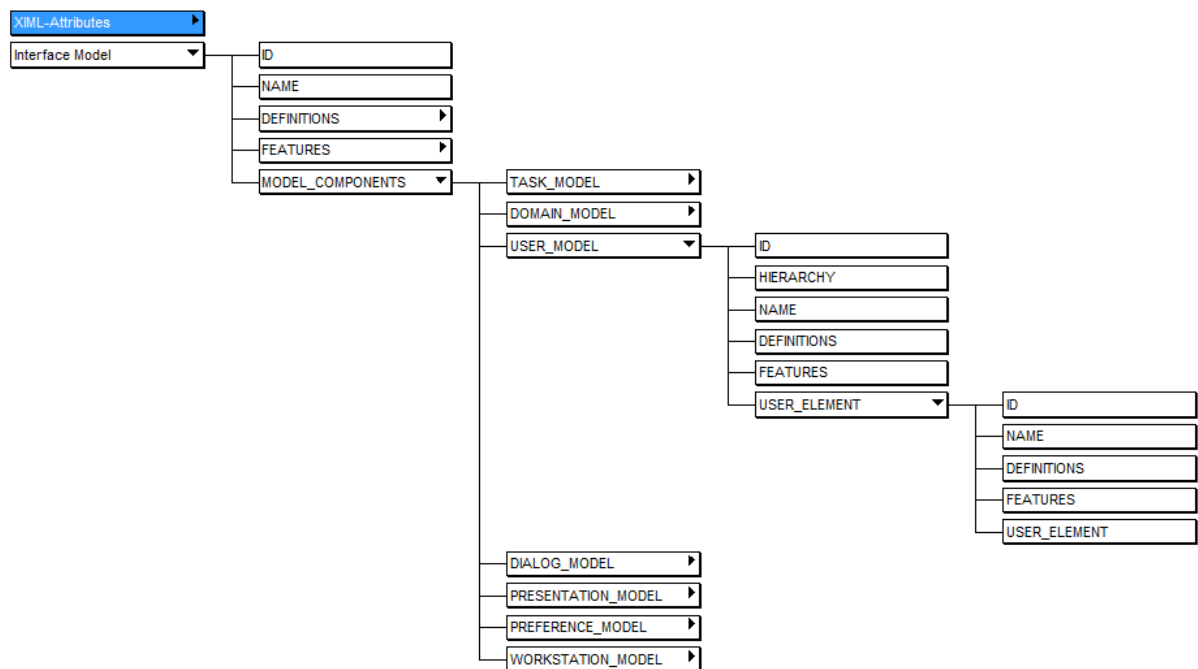


Figura 3-1 - Estrutura XIML, com ênfase no trecho relacionado ao Modelo do Usuário

Quadro 3-5 - Trecho de código em XIML para elemento *qualidade do repouso*

```

...
<ATTRIBUTE_DEFINITION NAME="qualidade_repouso">
  <TYPE>Enumeration</TYPE>
  <DEFAULT>moderate</DEFAULT>
  <ALLOWED_VALUES>
    <VALUE>frequentemente ruim</VALUE>
    <VALUE>as vezes ruim</VALUE>
    <VALUE>nem ruim nem bom</VALUE>
    <VALUE>as vezes bom</VALUE>
    <VALUE>frequentemente bom</VALUE>
    <VALUE>nao se aplica</VALUE>
  </ALLOWED_VALUES>
</ATTRIBUTE_DEFINITION>
...

```

3.4 Modelo programável do operador

Buscando meios de replicar cenários de erros ocorridos ou mesmo experimentar novos cenários desenvolveu-se um modelo programável do operador, em Redes de Petri Coloridas, de modo a simular a relação entre certas características pessoais e contextuais frente à execução de tarefas (Netto, et al. 2009).

Em sua versão atual o modelo abrange um conjunto bastante reduzido de variáveis relacionadas ao estado do operador e tem como objetivo maior simular o comportamento do operador em um turno de trabalho. Para tanto, existem algumas características modeladas: tempo, tipo da manobra, estado da manobra, fatores externos, entre outras (Figura 3-2).

Figura 3-2 - Relação entre fatores (contextuais/pessoais) e variáveis relacionadas ao estado do operador

| | | Fatores interferentes | | | | | Contexto de trabalho | | | |
|--------------------|----------|--------------------------|----------------------|-----------|--------------------|---------|----------------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| | | Interrupção por telefone | Tarefa de emergência | Ansiedade | Problemas pessoais | Cansaço | Ciclo de trabalho | Tempo da tarefa | Complexidade da tarefa | Resultado da tarefa |
| Estado do operador | Atenção | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | ✓ | |
| | Estresse | | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ |
| | Cansaço | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| | Confusão | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | | |

A relação apresentada no Quadro 3-6 visa expor os pontos de conexão entre os dados oriundos do POCUs e alguns parâmetros do modelo programável, bem como as características que podem influenciar estes parâmetros (Scherer, Netto, et al. 2010).

Quadro 3-6 - Relação entre elementos do POCUs e o Modelo Programável

| POCUs | | Modelo Programável |
|--------------|---|---|
| Perfis | Características | Fatores |
| Pessoal | <ul style="list-style-type: none"> Qualidade do repouso | <p>Se a <i>qualidade do repouso é freqüentemente ruim</i> ou <i>às vezes ruim</i>, então o valor associado a variável Problemas pessoais e Cansaço ficará maior.</p> <p>Por outro lado, se a <i>qualidade do repouso é freqüentemente bom</i> ou <i>às vezes bom</i>, então o valor associado a variável Problemas pessoais e Cansaço ficará menor.</p> |
| Profissional | <ul style="list-style-type: none"> Experiência no cargo | Se a experiência do operador (na tarefa, sistema e cargo atual) é alta, então Confusão tenderá a ser menor. |
| | <ul style="list-style-type: none"> Habilidade e conhecimento no sistema | Entretanto, se a experiência do operador (na tarefa, sistema e cargo atual) for baixa, então Confusão tenderá a ser maior. |
| | <ul style="list-style-type: none"> Experiência na tarefa | |
| Contextual | <ul style="list-style-type: none"> Tamanho do turno de trabalho | Determina o valor da variável Ciclo de trabalho |
| | <ul style="list-style-type: none"> Interrupções | Determina se haverá ou não Interrupção por telefone durante a simulação |
| | <ul style="list-style-type: none"> Hora Extra | Determina se haverá ou não Hora Extra durante a simulação |
| Psicológico | <ul style="list-style-type: none"> Motivação Atenção | Se o operador possui um baixo nível de Motivação/Atenção, então a variável Atenção será reduzida. |
| | | Por outro lado, se o operador possui um alto nível de Motivação/Atenção, então a variável Atenção será aumentada. |
| | <ul style="list-style-type: none"> Agreeableness (cooperativo, amigável) | Se o operador for considerado como <i>cooperativo/amigável</i> , então o valor da variável Problemas pessoais será reduzida. |
| | <ul style="list-style-type: none"> Agreeableness (não cooperativo, hostil) | Se o operador for considerado como <i>não cooperativo/hostil</i> , então o valor da variável Problemas pessoais será aumentada. |
| | <ul style="list-style-type: none"> Conscientiousness (trabalhador, metódico) | Se o operador for considerado como <i>trabalhador/metódico</i> , então o valor da variável Ansiedade será reduzido. |
| | <ul style="list-style-type: none"> Estabilidade psicológica (estável) | Se o operador for considerado como <i>estável</i> , então a influência do fator Ansiedade e Estresse será reduzido para a ocorrência de uma tarefa do tipo Emergência . |
| | <ul style="list-style-type: none"> Estabilidade psicológica (instável) | Se o operador for considerado como <i>instável</i> , então a influência do fator Ansiedade e Estresse será aumentado para a ocorrência de uma tarefa do tipo Emergência . |

Capítulo 4 - Taxonomias

Uma vez que é difícil observar e analisar o erro humano em todas as suas nuances, usualmente a análise baseia-se no que pode ser diretamente observado e relatado. A causa do erro precisa ser inferida a partir dos relatos. Como já discutido anteriormente, no estudo aqui apresentado, o erro humano está intrinsecamente relacionado à dinâmica entre o contexto de trabalho, o estado comportamental do operador e o erro.

Rasmussen et al. (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981) expõe que para “quantificar a frequência de ações humanas inapropriadas de forma significativa”, é necessário separar os casos de típica variabilidade humana e erros humanos espontâneos, dos casos de reações psicologicamente normais frente a eventos externos ou a mudanças no trabalho.

Assim, segundo os autores, não é adequado simplesmente classificar o erro humano em referência a seqüência da tarefa (e.g.: omissão, comissão, erros de tempo, etc.), sendo necessário identificar as potenciais causas externas.

Relatórios de eventos, segundo os autores, são fontes importantes para a pesquisa, porém para este propósito é necessário o uso de uma taxonomia que sirva para representar as circunstâncias que precederam e sucederam o evento de “disfunção humana” e a sua relação com a tarefa executada.

4.1 Modelo de Classificação Eindhoven (ECM)

PRISMA (*Prevention and Recovery Information System for Monitoring and Analysis*) é um método desenvolvido por van der Schaaf (van der Schaaf and Habraken 2005) e consiste em:

- uma descrição de incidentes na forma de uma Árvore Causal;
- o modelo de classificação Eindhoven (Eindhoven Classification Model (ECM)); e
- uma matriz de Classificação/Ação.

Pela proposta do autor (van der Schaaf and Habraken 2005), os incidentes devem ser descritos, primeiramente, através de uma árvore causal, uma vez que, “árvores causais provêm uma representação visual do incidente e identificar quais fatores subjacentes, circunstâncias e decisões contribuíram para o evento descrito” (van der Schaaf). De modo *top-down*, a descrição inicia pelo evento observado ou consequência direta; sendo que abaixo deste a árvore deve ser dividida em duas: a falha e recuperação. A partir deste ponto as informações devem ser associadas cronologicamente e segundo sua relação com o resultado do incidente.

O passo seguinte determina que as causas diretas devam ser classificadas de acordo com uma das categorias do ECM²¹. A taxonomia proposta por van der Schaaf abrange três categorias de causas de erro:

- fatores técnicos;
- fatores organizacionais;
- comportamento humano.

Sendo que cada uma das categorias possui subcategorias associadas. Além disto, sua organização baseia-se em distinguir os tipos de erros em dois:

- falhas ativas: ações executadas por pessoas e que podem resultar em erros que impactam diretamente no sistema analisado;
- condições latentes: decisões tomadas por terceiros (desenvolvedores, projetistas, responsáveis pela escrita de procedimentos) que podem impactar em algum momento no sistema.

Cabe ainda observar que as falhas ativas são representadas pelo erro humano e que o autor as organizou segundo o modelo SRK²² de Rasmussen (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981). Já as condições latentes dizem respeito a fatores organizacionais ou fatores técnicos.

Por fim, o autor aponta que devem ser associados códigos a cada ocorrência exposta na etapa anterior (segundo uma tabela de códigos para cada categoria específica ocorrida) e tais dados devem ser armazenados em uma Base de Dados. Na medida em que a base aumenta, poderão ser feitas relações e cruzamento de informações para obtenção de padrões e combinações.

4.1.1 Discussões sobre o ECM e a proposta do trabalho

Diversos pontos da proposta de van der Schaaf são parecidos com o modo de análise que será proposto neste trabalho. Van der Schaaf utiliza uma organização sucinta para a taxonomia (fatores técnicos, organizacionais e comportamentais) e propõe uma representação visual para explicitar as relações entre os fatores que levaram ao erro.

Entretanto ao se utilizar da árvore causal e, principalmente, em se relacionar ao ECM, a descrição do incidente fica atrelada a apenas uma categoria (fator). Em princípio, isto implica que não há inter-relação entre as categorias (técnicos, organizacionais e comportamental).

Um ponto realmente promissor é o conjunto de categorias e definições propostas por van der Schaaf, pois ele opta por restringir a variedade de opções, o que possibilita emergir mais facilmente a existência de combinações e padrões que levem ao erro.

²¹ uma instância do ECM para a área médica pode ser encontrado no Anexo C.

²² Skill, Rule, Knowledge.

4.2 TRACER

O HERA (Erro Humano no projeto ATM) (Isaac, Shorrock and Kirwan 2002) é baseado no framework TRACER e possui um conjunto equivalente de taxonomias ao definido na taxonomia proposta neste trabalho, tais como:

- modo de erro externo;
- modo de erro interno;
- mecanismos de erro psicológico;
- fatores que delineiam o desempenho;
- tarefas;
- informação;
- equipamento.

Seu foco é em acidentes na área de aviação e a classificação de erros proposta segue uma linha genérica equivalente ao que foi proposto neste documento de Tese (ex.: omissão, seqüência e quebra de regras). Entretanto, a descrição do acidente segue um diagrama de decisão similar ao proposto pelo ECM. Desta forma, o resultado obtido também é equivalente, ou seja, a informação é pontual e linear, sem recursos para inter-relacionamentos complexos.

4.2.1 Discussões sobre TRACER e o trabalho proposto

Um ponto problemático levantado pelos autores com relação ao TRACER é o fato dele ser muito complexo e de difícil aplicação. Motivo este que levou a equipe a desenvolver o TRACER lite (Shorrock 2002). Além disto, como apontado anteriormente, apesar das categorias e da classificação do erro propostas serem similares ao que se propõe neste trabalho, o TRACER aborda a descrição do erro de forma equivalente ao ECM. Portanto apresenta dificuldades em se explicitar inter-relacionamentos entre categorias (uso de uma representação visual, na forma de um diagrama de fluxo, que possui um caminhamento único).

4.3 TRACER lite

Shorrock (Shorrock 2002) propôs o TRACER²³ lite como uma alternativa menos complexa ao TRACER. O TRACER lite é uma técnica para classificar erros baseado em seis taxonomias: erro da tarefa, erro externo, erro interno, informação, fatores que delineiam o desempenho e recuperação.

Segundo Shorrock, a classificação do erro através do TRACER lite é representado a partir de quatro passos. Além disto ele tem dois pontos de vista:

²³ Technique for the Retrospective and Predictive Analysis of Cognitive Errors'

- ponto de vista retrospectivo, abrange as taxonomias: erro da tarefa, erro interno, informação e fatores que delineiam o desempenho;
- ponto de vista preditivo: fatores que delineiam o desempenho, erro externo, erro interno e recuperação.

Sendo que:

- erro da tarefa: descreve o erro em termos da tarefa que não foi executada satisfatoriamente;
- erro externo: descreve o erro observável, em termos de momento de execução, seqüência, seleção e qualidade da execução;
- erro interno (modos e mecanismos): descreve que função cognitiva falhou ou pode falhar e como ela pode falhar;
- informação: diz respeito às quais informações o operador possuía e que estão relacionadas ao erro.
- fatores que delineiam o desempenho: fatores que influenciam ou podem influenciar o desempenho, agravando a ocorrência do erro;
- recuperação: o autor considera que a informação sobre a detecção do erro e correção dizem mais respeito à análise preditiva e não retrospectiva (alvo principal do trabalho discutido em (Shorrock 2002)), bem como tal informação pode aumentar a complexidade do método retrospectivo.

4.3.1 Discussões sobre TRACEr lite e a proposta de trabalho

Interessante observar que tal como a proposta de trabalho apresentada neste documento de tese, o TRACEr lite permite a atribuição de múltiplos fatores para a causa de um erro, sendo entretanto específico para a aviação. Observa-se em (Shorrock 2002) que a categoria *erro interno* do TRACEr lite relaciona *modos de erro e mecanismos de erro* segundo quatro domínios: percepção, memória, tomada de decisão e ação. No trabalho aqui apresentado, a taxonomia proposta também permite explorar esta relação, porém de forma mais abrangente, uma vez que permite considerar outros fatores, tais como contextuais, pessoais, comportamentais e as ações resultantes.

Um ponto a se considerar é a taxonomia para *erros internos* para análise retrospectiva (Quadro 4-1), proposta por Shorrock, uma vez que o autor relaciona *modos de erro* com *mecanismos de erro*. Observa-se que tal relação, se incorporada (tendo sido devidamente adaptada ao contexto) pela taxonomia proposta neste trabalho, pode indicar meios para identificar mais claramente o mecanismo humano associado a uma determinada atuação.

Quadro 4-1 - Modo e Mecanismo do Erro Interno para análise retrospectiva (Shorrock 2002)

| Modo do erro | Mecanismo do erro |
|--------------------------------|---|
| Percepção | |
| Confusão quanto ao que escutou | Expectativa |
| Confusão quanto ao que viu | Confusão |
| Não identificou (audição) | Falha de identificação/discriminação |
| Não identificou (visualmente) | <i>Tunnelling</i> |
| | Sobrecarga |
| | Distração/Preocupação |
| Memória | |
| Omissão ou ação atrasada | Confusão |
| Informação esquecida | Sobrecarga |
| <i>Misrecall information</i> | Aprendizagem insuficiente |
| | Bloqueio mental |
| | Distração/Preocupação |
| Tomada de Decisão | |
| <i>Misprojection</i> | Interpretação confusa |
| Decisão pobre ou plano pobre | Falha em considerar efeitos secundários |
| Decisão tardia ou plano tardio | Conjunto mental |
| Nenhuma decisão ou sem plano | Problema de conhecimento |
| | <i>Decision freeze</i> |
| Ação | |
| Erro de seleção | Variabilidade |
| Informação obscura | Confusão |
| Informação incorreta | <i>Intrusion</i> |
| | Distração/Preocupação |
| | Outro lapso |

4.4 Taxonomia de Rasmussen

Seguindo uma linha equivalente as taxonomias apresentadas até o momento, Rasmussen em (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981) apresentam uma série de categorias para relato de incidentes e eventos industriais envolvendo *disfunções humanas*. Esta taxonomia (Figura 4-1) possui um conjunto de categorias que converge em direção ao Modo de Disfunção Externa, ou seja, um conjunto de erros humanos diretamente observáveis ocorridos durante a execução da atividade. Esta taxonomia possui a seguinte organização:

- **Causas da Disfunção Humana:** eventos potenciais externos que levam ao erro. Os autores apontam que, em geral, causas externas podem ser ambíguas. Assim, é especialmente importante definir quais causas podem ter uma conexão com os eventos analisados;

- **Fatores da Situação:** situações de trabalho em geral que podem alterar o desempenho e a probabilidade de falha humana. Os autores sugerem que esta categoria deve ser usada para descrever as situações relacionadas com características da tarefa, do ambiente físico e jornada de trabalho, que tendem a afetar o estado do operador. Afirma-se em (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981) que “os fatores da situação mais importantes são aqueles relacionados com a disponibilidade do operador para um determinado evento”;
- **Fatores que Delineiam o Desempenho:** envolvem uma análise de fatores humanos. Tem como objetivo, apresentar a informação relacionada a uma situação de trabalho em geral que podem alterar o desempenho e a probabilidade de falha humana. Em (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981) afirmam que a “distinção entre *Fatores de Situação* e *Fatores que Delineiam o Desempenho* foi estabelecida apenas para separar as informações que podem ser obtidas imediatamente, por meio de *checklist*, da informação que depende de análise”;
- **Mecanismos de Disfunção Humana:** nesta categoria busca-se representar os mecanismos de erro humano através de um conjunto genérico e independente de tarefas;
- **Disfunção Humana Interna:** organizado segundo a seqüência de tomada de decisão e é utilizado para classificar passos/etapas que não foram adequadamente executadas;
- **Tarefa Pessoal:** visão geral de todas as tarefas/atividades que são executadas pelo operador;
- **Modo de Disfunção Externa:** descreve a disfunção humana diretamente observável quando da execução de uma tarefa.

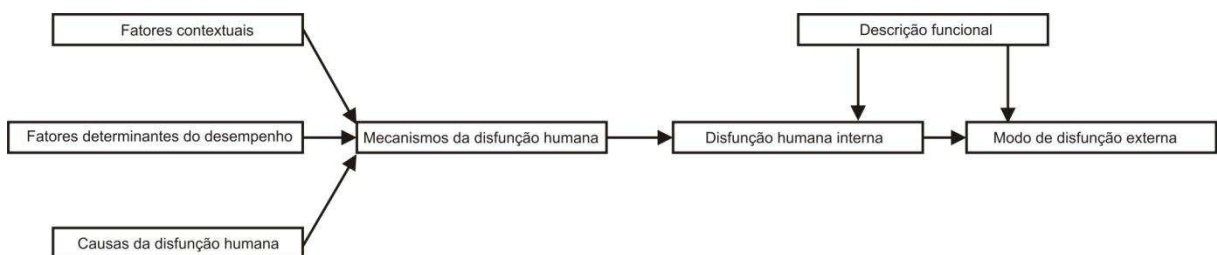


Figura 4-1 - Taxonomia de Rasmussen(Rasmussen, Pedersen, et al. 1981)

A correlação entre as categorias *Disfunção Humana Interna* e *Mecanismo de Disfunção Humana* é importante, uma vez que prediz os efeitos da *Disfunção Humana Externa* sobre determinada tarefa e/ou sistema, sendo que, “no caso de disfunções humanas simples, há uma relação direta entre estas três categorias e a estrutura da tarefa”. Já “em

situações mais complexas, envolvendo uma seqüência de decisões humanas críticas, não há esta relação direta” (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981).

4.4.1 Discussões sobre Taxonomia de Rasmussen e o trabalho proposto

Como pode-se perceber, diversas taxonomias mais recentes seguem linhas muito próximas da taxonomia proposta por Rasmussen et al., seja em termos de sua estrutura, como encontrado em TRACER (Isaac, Shorrock and Kirwan 2002); seja em termos de forma de análise, como observado pelo projeto PRISMA (van der Schaaf and Habraken 2005).

Além disto, a taxonomia proposta por Rasmussen (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981) é mais simples, de aplicação mais direta e genérica do que as taxonomias estudadas. Entretanto, como pode ser observado na discussão sobre a classificação do erro, houve a necessidade de aprimorar o conjunto originalmente proposto por Rasmussen et al. de modo a melhor acomodar as situações encontradas durante o trabalho de análise do *Corpus*.

4.5 Taxonomia da CHESF (segundo a norma)

A empresa brasileira CHESF (Companhia Hidro Elétrica do São Francisco) possui um documento interno que regulamenta operações (CHESF, Análise do desempenho humano na operação em tempo real 1997) visando “estabelecer conceitos, critérios, responsabilidades e procedimentos a serem seguidos pelos setores de operação da empresa, objetivando o suporte e a análise do desempenho humano”.

Igualmente, como observado na seção 2.1.8, a empresa possui um conjunto de *erros humanos na operação do sistema*. A norma aponta a seguinte seqüência de procedimento para o relato de um acidente:

- Análise da tarefa:
 - Tipos de tarefas;
 - Risco nominal;
 - Agravantes do risco;
 - Nível de agravamento;
 - Risco estimado.
- Análise psicossocial;
- Identificação das causas fundamentais;
- Elaboração do plano de melhorias e bloqueios;
- Elaboração de relatório.

Sendo que, para fins de taxonomia, podemos destacar os seguintes grupos de elementos:

- **Tipos de tarefas:** conjunto de termos que permitem especificar o tipo de tarefa executada;
- **Fatores determinantes do desempenho humano:** conjunto de termos que permitem especificar a nível:
 - contextual, podendo ser referente a:
 - ambiente;
 - normativo.
 - individual, podendo ser referente a:
 - homem;
 - estressores (pessoais/contextuais/organizacionais).
- **Natureza das falhas operacionais:** conjunto de termos que permitem classificar uma falha operacional;
- **Circunstância das falhas operacionais:** conjunto de termos que permitem definir a circunstância em que a falha ocorreu;
- **Momento das falhas operacionais:** conjunto de termos que permitem definir o momento da manobra em que a falha ocorreu.

A norma ainda aponta que devem ser relatadas recomendações complementares, as quais devem abranger:

- normativo/procedimentos;
- capacitação;
- comportamental;
- ambiente;
- equipamentos/sistemas;
- gestão/administração;
- infra-estrutura;
- segurança do trabalho;

Entretanto, ao se analisar o corpus de 35 relatórios de falhas humanas, observou-se que havia uma variação considerável nos termos utilizados entre os relatórios. Além disto a forma de relato é diversificada, não seguindo efetivamente a norma de descrição de ocorrências; composto basicamente pelas recomendações complementares. No Quadro 4-2 e no Quadro 4-3 são apresentadas respectivamente as listas de termos para categoria pessoal e para a categoria contextual; encontradas em alguns dos relatórios analisados (Scherer and Vieira, Accounting for the Human Error when Building the User Profile 2008).

Quadro 4-2 - Taxonomia CHESF: conjunto de termos para a categoria "pessoal"

| |
|---|
| <p>Programação planejamento inadequado dos recursos deficiência de análise funcional tempo inadequado para análise ausência de coordenação de intervenção descontinuidade comunicação deficiente</p> <p>Execução desconhecimento da configuração descumprimento do normativo improvisação falta de padronização sinalização inadequada falta de entrosamento e comunicação entre órgãos ferramental inadequado</p> <p>Mão de obra desatenção desmotivação imperícia falta de capacidade técnica inexperiência autoconfiança estresse relacionamento deficiente problema fisiológico dificuldade financeira</p> |
|---|

Quadro 4-3 - Taxonomia CHESF: conjunto de termos para a categoria "contextual"

| |
|---|
| <p>Equipamento: fadiga ou deterioração de componentes instrumental deficiente equipamento não confiável/inadequado</p> <p>Meio Ambiente: Movimentação de terceiros influência agentes físicos e químicos iluminação deficiente Espaço físico inadequado (layout)</p> <p>Material: instruções técnicas/normativas deficientes desenhos desatualizados/inexistentes projeto inadequado falta de sobressalentes</p> |
|---|

4.6 Taxonomia da CHESF (segundo os relatórios)

Durante a análise do *corpus* de relatórios de falhas, observou-se que há uma diferença entre a taxonomia definida na (CHESF, Análise do desempenho humano na operação em tempo real 1997) e o que realmente se utiliza. Possivelmente devido à falta de uma ferramenta para apoio aos relatos, percebeu-se uma simplificação excessiva de alguns conjuntos de

termos. Como exemplo, a norma define 8 *tipos de tarefas*; mas nos relatórios são encontrados apenas 4 destes tipos e ainda de forma incompleta.

Outro ponto observado após o estudo comparativo (Quadro 4-4), é que há diferenças na organização dos relatos. A norma determina dois grandes grupos de elementos:

- características das tarefas;
- os fatores determinantes do desempenho humano.

Já nos relatórios, os erros tendem a ser analisados e descritos de acordo com 5 categorias:

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

Quadro 4-4 - Comparativo entre taxonomia normatizada e a encontrada nos relatórios

| Taxonomia CHESF | Análise do <i>Corpus</i> |
|---|--|
| Tipos de tarefas | Tempo inadequado para análise |
| Natureza das falhas operacionais | Planejamento inadequado dos recursos de tempo |
| Circunstância das falhas operacionais | Planejamento inadequado dos recursos de material |
| Momento das falhas operacionais | Descontinuidade |
| Fatores determinantes do desempenho humano - Individuais - Homem e Estressores | Deficiência de análise funcional |
| Fatores determinantes do desempenho humano - Contextuais - Ambiente e Normativo | Comunicação deficiente |
| | Ausência de coordenação de intervenção |
| | Improvisação |
| | Falta de padronização |
| | Sinalização inadequada |
| | Descumprimento do normativo |
| | Falta de entrosamento e comunicação entre órgãos |
| | Ferramental inadequado |
| | Desconhecimento da configuração |
| | Sinalização inadequada |
| | Demanda fisiológica |
| | Desatenção |
| | Desmotivação |
| | Imperícia |
| | Falta de capacidade técnica |
| | Inexperiência |
| | Estresse |
| | Relacionamento deficiente |
| | Autoconfiança |
| | Dificuldade financeira |
| Fatores determinantes do desempenho humano - Contextuais - Ambiente e Normativo | Instruções técnicas/normativas deficientes |
| | Desenhos desatualizados/ inexistentes |
| | Projeto inadequado |
| | Falta de sobressalentes |
| | Fadiga ou deterioração de componentes |
| | Instrumental deficiente |

| | |
|--|--|
| | Equipamento não confiável / inadequado |
| | Influência agentes físicos e químicos |
| | Iluminação deficiente |
| | Movimentação de terceiros |
| | Espaço físico inadequado (layout) |

4.7 Taxonomia Proposta

A taxonomia foi construída a partir de uma abordagem *top-down* e organizada em uma estrutura em árvore, com categorias (classes), as quais são detalhadas em elementos (subclasses), aos quais estão associados atributos ao nível da folha.

Cabe observar que uma categoria pode também ser considerada uma folha e, desta forma, ter seus próprios atributos. Os atributos podem ser dos seguintes tipos: booleano; valores (ex.: idade); escala de valores; ou um conjunto predefinido de valores.

A taxonomia foi elaborada com duas estruturas relacionadas:

- a visual, que é utilizada para o relato de acidentes e incidentes e é baseada no Diagrama de Ishikawa. Desta forma, facilita-se sua compreensão e aceitação pelos potenciais operadores, uma vez que esta visualização já é utilizada na confecção dos relatos da empresa;
- a que é utilizada no Banco de Dados associado a ferramenta desenvolvida (que será discutida posteriormente).

Como apontando anteriormente, muitas taxonomias embasam-se na taxonomia proposta por Rasmussen. A própria taxonomia da empresa CHESF (tanto a nível normatizado quanto a efetivamente utilizada na confecção dos relatórios) também possuem similaridades com a taxonomia proposta por Rasmussen.

Desta forma, a maioria dos nomes das categorias na taxonomia proposta, foram advindos da taxonomia de Rasmussen. Uma vez que eram menos ambíguos do que os adotados pela taxonomia da empresa CHESF e eram suficientemente abrangentes em relação às demais taxonomias.

Ainda quanto a estrutura, é importante expor que a taxonomia proposta diferencia-se da taxonomia de Rasmussen pois possui uma categoria extra: *Equipamento*. Outro ponto, diz respeito a distribuição dos elementos, uma vez que buscou-se uma organização que fosse evidente, sem ambigüidades e de fácil compreensão. O objetivo era evitar a existência de categorias confusas, como *Fatores de Situação* e *Fatores que Delineiam o Desempenho*, em que a distinção existe apenas para separar as informações que podem ser obtidas imediatamente através de um *checklist*, das informações que precisam de uma análise.

Importante destacar que a taxonomia suporta dois tipos de situações: relato de acidentes ou incidentes e apoio a análise retrospectiva de relatórios de acidentes/incidentes. A versão mais simples da taxonomia visa dar suporte ao relato e contém as categorias:

- Programação;
- Execução;
- Mão de Obra;
- Equipamento;
- Material;
- Ambiente;
- Erro;

Já a versão completa visa dar suporte a análise dos relatos e compreende na inclusão das categorias:

- Mecanismos de Disfunção Humana;
- Perfil Psicológico;
- Disfunção Humana Interna.
- incluir as subclasses de Mão de Obra:
 - Perfil Pessoal;
 - Perfil Físico;
 - Perfil Profissional;
 - Dados Organizacionais.

A versão exposta na Figura 4-2 compreende o conjunto total de termos, englobando desta forma tanto os termos para relato quanto análise. Visando maior clareza, alguns atributos foram omitidos e estão representados por: (...). Cabe ainda observar que no Anexo E é apresentado o glossário para a versão Relato da Taxonomia.

4.7.1 Ferramenta desenvolvida, Banco de Dados e reestruturação da taxonomia

Buscando um suporte computacional à atividade de relatar e posteriormente analisar incidentes e acidentes foi desenvolvido um software para auxiliar o relato de acidentes (Scherer, da Costa, et al. 2010).

Importante observar que a taxonomia representada no BD possui os mesmos elementos daqueles definidos na estrutura do Diagrama de Ishikawa. Porém, a estrutura em termos de categorias é diferente. Ao invés dos elementos estarem organizados segundo as categorias para o relato e análise de ocorrências, eles estão organizados em 4 grandes categorias:

- **Operador**, elementos relacionados ao operador (ex.: condição física, conhecimento da configuração, estado, entre outros);
- **Atuação**, elementos relacionados à forma de execução da atividade (ex.: improvisação, descontinuidade, falta de verificação, entre outros);
- **Tarefa**, elementos relacionados à tarefa em si (ex.: circunstância da ocorrência, momento do dia, momento da manobra, erro ocorrido);
- **Organização**, elementos relacionados ao ambiente, material e equipamentos disponíveis para execução da tarefa (ex.: instruções técnicas e normativas, características do ambiente físico, estado do instrumental disponível, entre outros).

Optou-se por esta organização em virtude dela refletir diretamente a perspectiva utilizada neste trabalho, na qual o resultado obtido na execução de uma tarefa se deve a inter-relação entre circunstâncias pessoais e contextuais. Importante observar que o BD possui ambas as representações: a taxonomia versão Ishikawa e a taxonomia versão LIHM, cuja inter-relação pode ser vista na Figura 4-3.

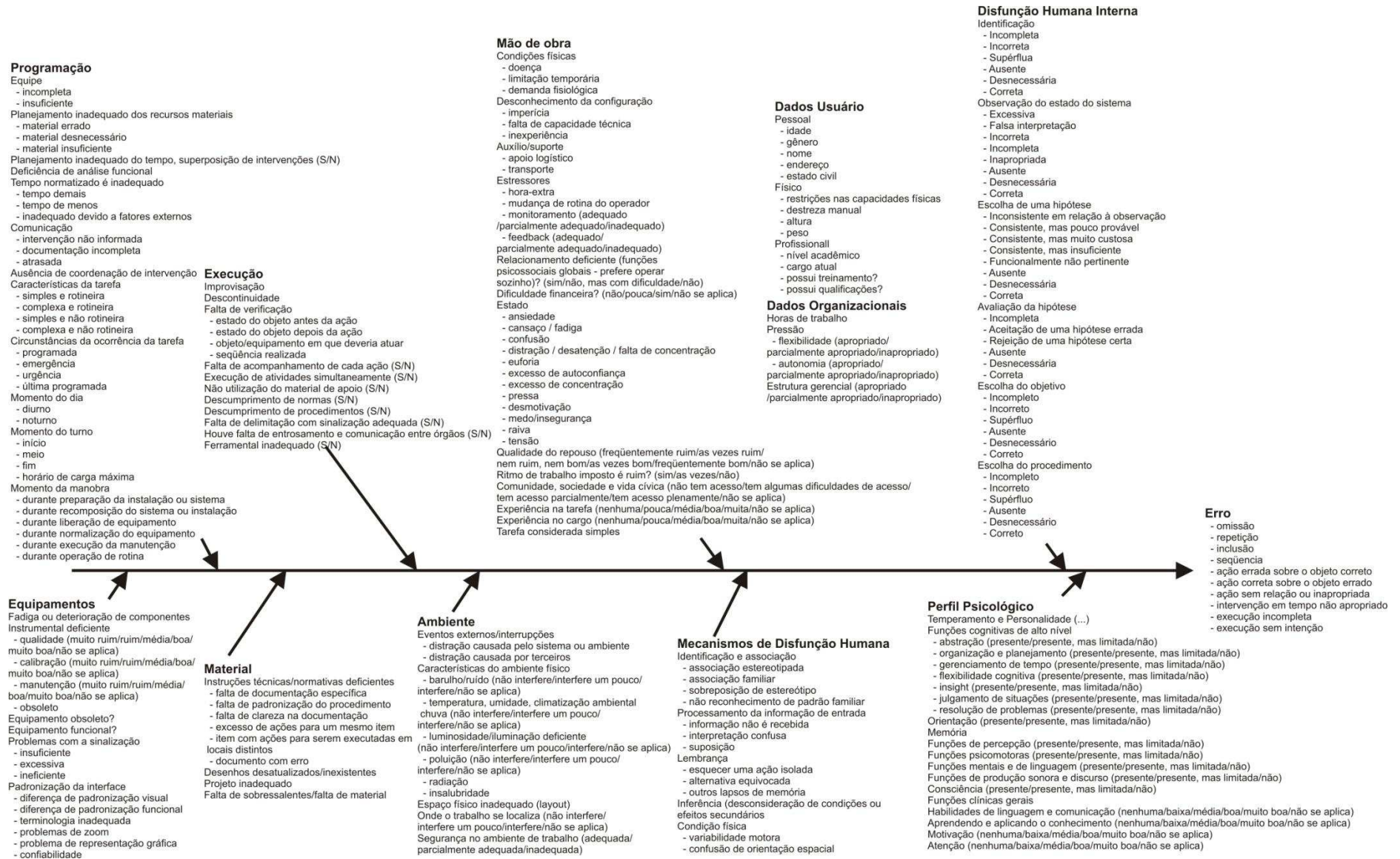


Figura 4-2 - Taxonomia para descrição de acidentes e incidente

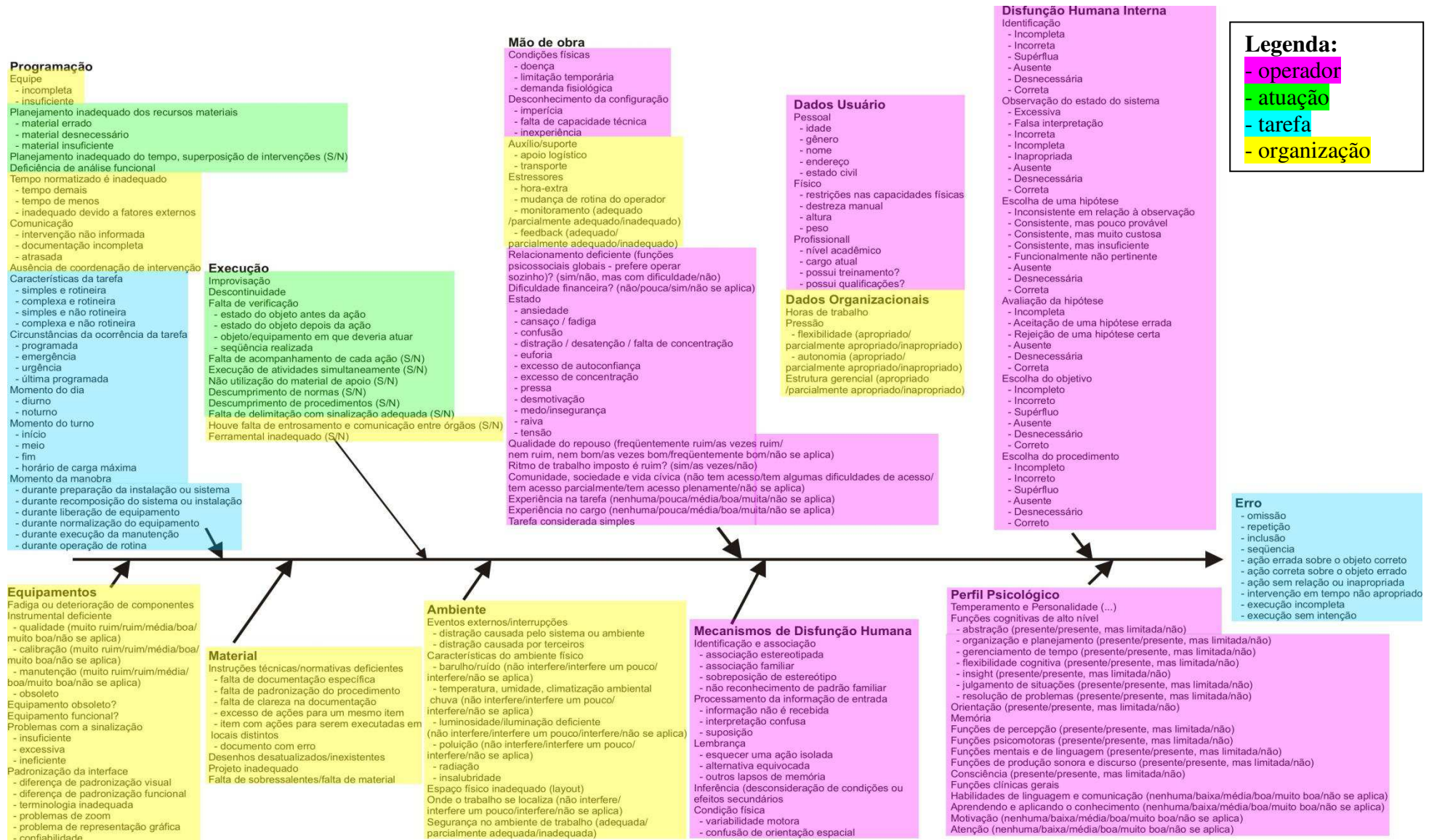


Figura 4-3 - Relação entre a taxonomia versão Ishikawa e a taxonomia versão LIHM

Capítulo 5 - Análise dos Corpora 1 e 2

No presente capítulo são apresentadas as análises realizadas sobre o *Corpus* 1 de relatórios e as hipóteses obtidas. Em seguida, são apresentadas as análises do *Corpus* 2 de relatórios, o confronto e a discussão das hipóteses: confirmadas; modificadas; não confirmadas; e a definição de novas hipóteses.

5.1 Análise do primeiro conjunto de 35 relatórios: *Corpus* 1

Na análise realizada em (Scherer, Análise da relação entre o contexto da atividade e o comportamento do usuário em situações de erro 2006) havia dois grupos de relatórios: 20 relatórios analisados por Guerrero (Guerrero 2006)²⁴ e 30 relatórios analisados por Lima (Lima 2006)²⁵. Visando facilitar a visão global dos relatórios abordados e homogeneizar o *corpus*, as nomenclaturas foram mapeadas em dois grupos de relatórios e então reorganizadas de forma que os relatórios fossem cronologicamente ordenados (**Erro! Fonte de referência não encontrada.** presente no Anexo G), resultando no *Corpus* 1 contendo 35 relatórios.

Neste primeiro conjunto, que será tratado como *Corpus* 1, foi feita uma análise utilizando-se a categorização do erro, estendida por Guerrero (Guerrero 2006). Entretanto, durante a análise foram observadas deficiências na categorização, tal como já apresentado na seção: 2.2.1 Categorização do Erro proposta. Após os ajustes, o resultado obtido, bem como a incidência de cada erro, encontra-se ilustrado no Quadro 5-1.

Quadro 5-1 - Resultado da análise feita no *Corpus* 1

| Categoria geral | Categoria específica | Incidência |
|---------------------------------|---------------------------------------|------------|
| Observação do Estado do Sistema | Excessiva | 1 |
| | Falsa interpretação | 8 |
| | Incorreta | 2 |
| | Incompleta | 10 |
| | Inapropriada | 0 |
| | Ausente | 14 |
| | Desnecessária | 1 |
| | Correta | 3 |
| Escolha de uma Hipótese | Inconsistente em relação à observação | 6 |
| | Consistente, mas pouco provável | 1 |
| | Consistente, mas muito custosa | 0 |
| | Funcionalmente não pertinente | 8 |
| | Ausente | 11 |
| | Consistente, mas insuficiente | 10 |
| | Desnecessária | 1 |
| | Correta | 0 |
| Avaliação da hipótese | Incompleta | 3 |

²⁴ Critério de escolha: (20 relatórios) situações de erro ocorridas durante a operação do sistema, no ambiente da sala de comando de subestações.

²⁵ Critério de escolha: (15 relatórios) situações de erro relacionadas a outras circunstâncias, visando estender o contexto no qual os erros ocorreram.

| | | |
|-------------------------|--|----|
| | Aceitação de uma hipótese errada | 21 |
| | Rejeição de uma hipótese certa | 0 |
| | Ausente | 11 |
| | Desnecessária | 2 |
| | Correta | 0 |
| Escolha do objetivo | Incompleto | 3 |
| | Incorreto | 7 |
| | Supérfluo | 0 |
| | Ausente | 0 |
| | Desnecessário | 0 |
| | Correto | 26 |
| Escolha do Procedimento | Incompleto | 9 |
| | Incorreto | 12 |
| | Supérfluo | 1 |
| | Ausente | 0 |
| | Desnecessário | 0 |
| | Correto | 17 |
| Execução | Omissão | 5 |
| | Repetição | 0 |
| | Inclusão | 0 |
| | Seqüência | 3 |
| | Intervenção em tempo não apropriado | 3 |
| | Ação errada sobre o objeto correto | 0 |
| | Execução incompleta | 5 |
| | Ação sem relação ou inapropriada | 4 |
| | Ação correta sobre o objeto errado | 15 |
| | Execução sem intenção | 2 |
| Recuperação | Muito tardia | 7 |
| | Tardia | 6 |
| | Imediata | 15 |
| Conseqüências | Não houve interrupção de carga | 15 |
| | Houve interrupção de carga | 19 |
| | Sobrecarga em equipamento | 0 |
| | Perdas e danos equipamentos | 0 |
| | Danos pessoais | 0 |
| Causas | Falta de concentração por pressa | 3 |
| | Falta de concentração por excesso de autoconfiança | 5 |
| | Falta de concentração | 14 |
| | Pressa | 4 |
| | Estresse | 5 |
| | Confusão | 7 |
| | Pressão | 2 |
| | Ansiedade | 3 |
| | Improvisação | 5 |
| | Inexperiência | 2 |
| | Excesso de autoconfiança | 11 |
| | Problemas pessoais | 2 |
| | Falta de capacitação técnica | 5 |
| | Cansaço | 5 |
| | Excesso de concentração | 1 |

Cabe observar que este conjunto possibilitou uma análise preliminar acerca da relação da incidência dos erros ocorridos, que por sua vez foram contabilizadas e identificadas. No

estudo, para as falhas que correspondiam a mais de 50% dos erros foram concebidas estratégias para buscar sua prevenção (Neto, et al. 2009).

A partir da análise foi possível identificar que em 31 dos 35 relatórios as falhas iniciaram na etapa *Observação do estado do sistema* (Figura 5-1). Sendo que, em 3 dos 35 relatórios a *Observação do estado do sistema* (Figura 5-1) foi correta, ocorrendo falhas em outras etapas da Sequência de Tomada de Decisão. Também pode-se observar que em 10 dos 35 relatórios houve falhas na *Escolha do objetivo* (Figura 5-2) e que a *Escolha do procedimento* (Figura 5-3) foi correta em 17 dos 35 relatórios.

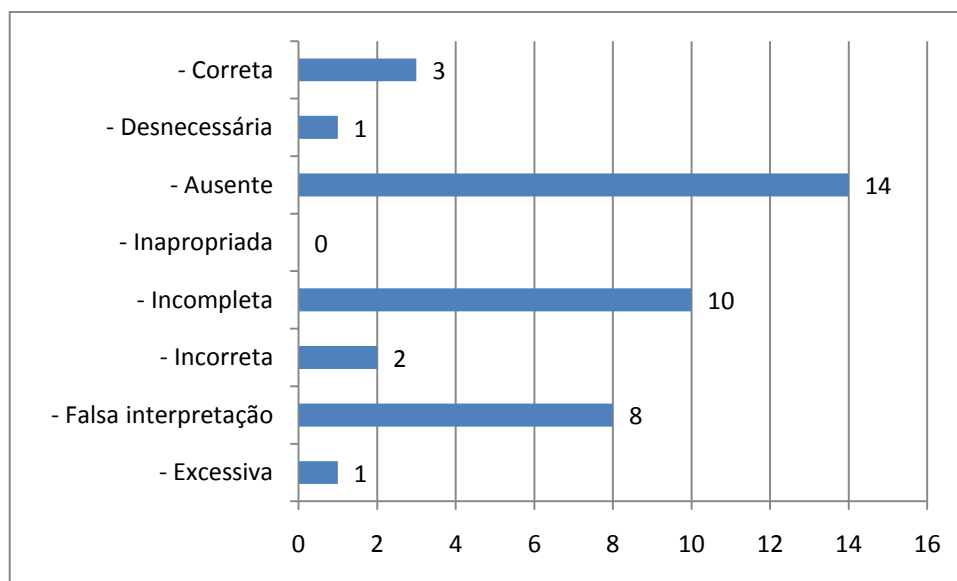


Figura 5-1 - Observação do estado do sistema

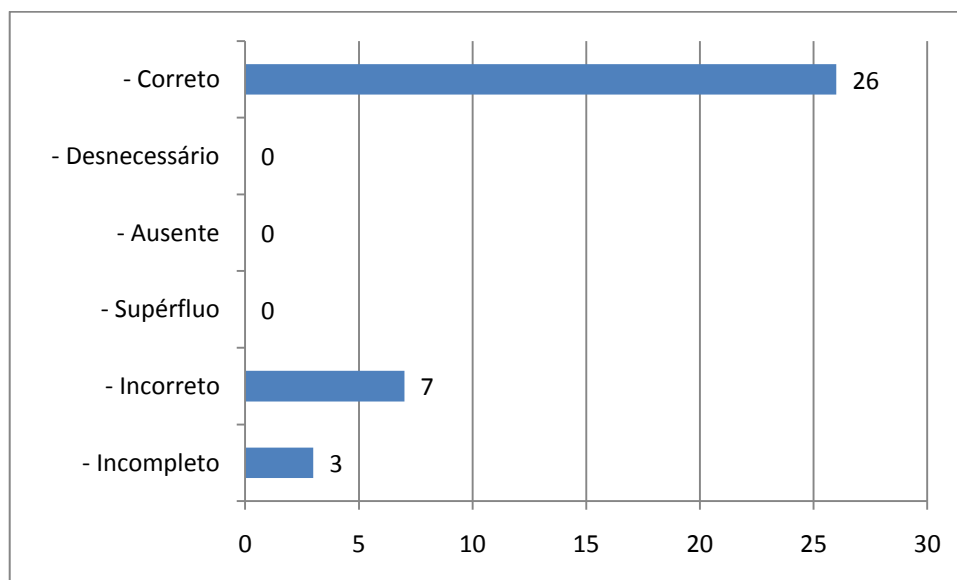


Figura 5-2 - Escolha do objetivo

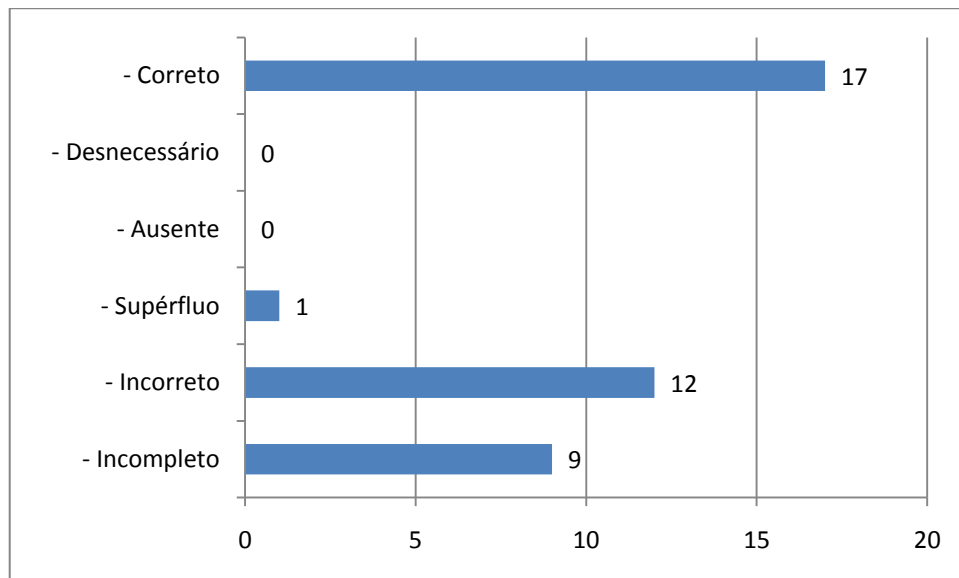


Figura 5-3 - Escolha do procedimento

Além desta análise, foi gerado um mapa conceitual²⁶, visando identificar as relações entre situações contextuais/pessoais, o estado/comportamento do operador e o erro resultante; uma vez que, para uma completa compreensão do erro humano é necessário associar o erro com a seqüência de ações tomadas pelo operador durante a realização da tarefa.

Para fins de exemplo, temos três relatórios (Quadro 5-2) nos quais houve tanto decisões corretas quanto erradas. Examinando a Seqüência de tomada de decisão para estes relatórios (Figura 5-4)²⁷, é evidente que houve problemas na *escolha da hipótese e avaliação da hipótese*. Em dois dos relatórios, o objetivo escolhido foi correto, bem como a escolha do procedimento também foi correta. Em contrapartida, no terceiro relatório (R34), o procedimento escolhido foi incompleto, possivelmente devido à escolha de uma *hipótese consistente, mas insuficiente*, levando a uma execução incompleta.

Entretanto, nos relatórios R20 e R25, mesmo o objetivo escolhido tendo sido o correto, a *ausência de hipóteses* culminou em uma ação sem intenção (R20). Já uma *hipótese inconsistente em relação à observação* levou a uma ação correta sobre o objeto errado.

O Quadro 5-2 contém trechos extraídos dos relatórios (R20, R25 e R34) visando ilustrar a incidência dos acertos e erros ao longo da seqüência de tomada de decisão.

Quadro 5-2 - Trechos dos relatórios R20, R25 e R34

R.20: “... resolveu deslocar-se ao equipamento para efetuar inspeção. Após abertura do armário de comando, direcionou suas atenções para a leitura da legenda (fixada na porta). Neste momento pisou em falso e na tentativa de segurar-se para não cair, provocou o desarme do equipamento”.

²⁶ Foi utilizado o software CMapTool para construção dos mapas conceituais.

²⁷ Importante observar que a figura compreende apenas a modelagem do mapa conceitual referente a trecho da seqüência de tomada de decisão.

R25: “... o operador conhece detalhadamente as manobras e estava com o programa de manobras em mãos.”, “ao fazer a seleção da chave X o operador se confundiu e selecionou a chave Y, face ambas serem fixadas no mesmo chassi”, “autoconfiança - manobra simples, padronizada e rotineira”, “perda momentânea de concentração em função da autoconfiança”, “seleção incorreta da chave a ser manobrada”.

R34: “Falta de concentração do operador durante a execução da manobra devido a não valorização do procedimento (tarefa considerada simples) e manobra na troca de turno”. “Falta do segundo operador para dupla conferência e acompanhamento”. “Falta de concentração do operador ... ocasionado a execução incompleta de um item de manobra, agravada pelo fato de termos neste mesmo item duas ações diferentes feitas em locais distintos”.

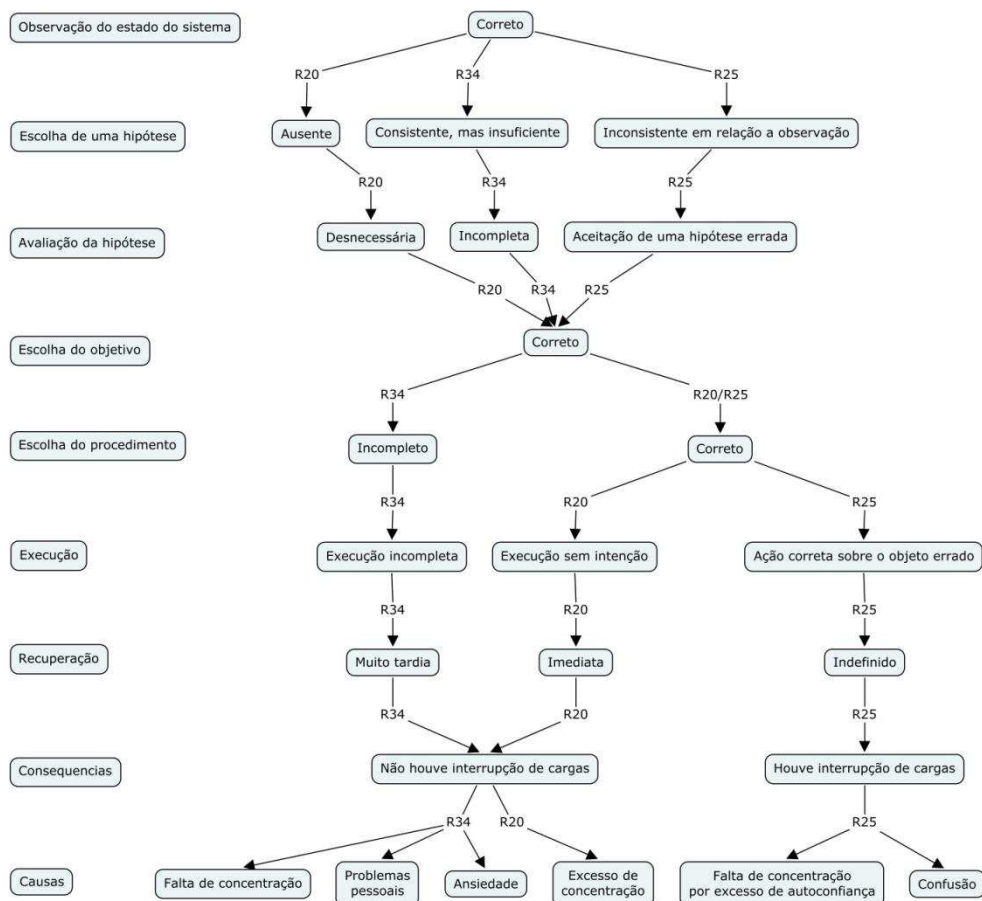


Figura 5-4 - Seqüência de tomada de decisão dos relatórios 20, 25 e 34

5.2 Conjunto de hipóteses

Com base na análise do *Corpus* 1 foram tecidas algumas hipóteses, baseadas principalmente na incidência da ocorrência destas circunstâncias em relação a cada erro

ocorrido. Cabe lembrar que o *Corpus 1* contém 35 relatórios²⁸, distribuídos segundo o exposto no Quadro 5-3.

Quadro 5-3 - Distribuição de relatórios por erro ocorrido para o *Corpus 1*

| Erro | Número de relatórios associados |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| Ação correta sobre o objeto errado | 15 relatórios |
| Omissão | 05 relatórios |
| Execução incompleta | 05 relatórios |
| Ação sem relação ou inapropriada | 04 relatórios |
| Seqüência | 03 relatórios |
| Intervenção tem tempo não apropriado | 03 relatórios |
| Execução sem intenção | 02 relatórios |

Para o erro: *Ação correta sobre o objeto errado*

- H1:** quando o operador considerar a tarefa simples (CONTEXTO PESSOAL), pelo excesso de autoconfiança (ESTADO DO USUÁRIO) irá distrair-se da atividade e se omitirá de observar adequadamente o sistema ou mesmo observará de forma incompleta (ERRO), *culminando na ação correta sobre o objeto errado. (ERRO).*
- H2:** quando houver planejamento inadequado do tempo para execução das atividades (CONTEXTO ORGANIZACIONAL), haverá superposição de intervenções (CONTEXTO ORGANIZACIONAL) e devido a isto a falta de concentração (ESTADO DO USUÁRIO), *culminando na ação correta sobre o objeto errado. (ERRO)*
- H3:** quando houver eventos externos (CONTEXTO PESSOAL/ ORGANIZACIONAL), estes poderão diretamente distrair o operador, ou mesmo causar uma descontinuidade na execução da tarefa (CONTEXTO PESSOAL/ORGANIZACIONAL) que levará a distração do operador (ESTADO DO USUÁRIO), *culminando na ação correta sobre o objeto errado. (ERRO)*
- H4:** se o contexto a ser operado não for delimitado adequadamente (CONTEXTO ORGANIZACIONAL), e o operador distrair-se (ESTADO DO USUÁRIO) acabará resultando em falsa interpretação ou em observação ausente (ERRO), *culminando na ação correta sobre o objeto errado. (ERRO)*

²⁸ o total de relatórios é 36, uma vez que o relatório 01 é subdividido em A e B.

H5: uma interface com deficiências de padronização (CONTEXTO ORGANIZACIONAL) contribuem negativamente para a distração do operador. (ESTADO DO USUÁRIO), *culminando na ação correta sobre o objeto errado. (ERRO)*

Para o erro: *Omissão*

H6: se o operador tiver pouca experiência no cargo (CONTEXTO PESSOAL), implicará em desconhecimento da configuração (CONTEXTO PESSOAL), resultando em distração (ESTADO DO USUÁRIO) e por conseguinte omissão na execução (ERRO).

H7: se o operador estiver com pressa (ESTADO DO USUÁRIO) ele executará atividades simultaneamente (CONTEXTO PESSOAL), resultando na omissão de tarefas (ERRO).

H8: quando houver excesso de autoconfiança (ESTADO DO USUÁRIO) o operador descumprirá o normativo (CONTEXTO PESSOAL) e culminará em omissão de tarefas (ERRO).

Para o erro: *Execução incompleta*

H9: se a tarefa for simples e rotineira (CONTEXTO ORGANIZACIONAL), haverá excesso de autoconfiança (ESTADO DO USUÁRIO) que levará a distração (ESTADO DO USUÁRIO) e por conseguinte a falta de verificação da execução (CONTEXTO PESSOAL), resultando em execução incompleta (ERRO).

H10: quando não houver a verificação do estado do objeto após ação (CONTEXTO PESSOAL), o operador irá fazer uma observação incompleta do estado do sistema (ERRO).

Para o erro: *Intervenção em tempo não apropriado*

H11: quando houver deficiência de análise funcional (CONTEXTO PESSOAL/ORGANIZACIONAL) ela levará à observação incompleta do estado do sistema (ERRO) ou a confusão (ESTADO DO USUÁRIO); para então levar à observação incompleta (ERRO), culminando em intervenção em tempo não apropriado (ERRO).

Para o erro: *Ação sem relação ou inapropriada*

H12: devido ao desconhecimento da configuração (CONTEXTO PESSOAL) haverá deficiência da análise funcional, (CONTEXTO PESSOAL) levando a ações sem relação ou inapropriadas (ERRO)

Para o erro: *Ação sem intenção*

H13: devido ao excesso de concentração (ESTADO DO USUÁRIO) o operador ficará distraído do contexto (ESTADO DO USUÁRIO) e executará uma ação sem intenção (ERRO).

Importante observar que a quantidade de hipóteses relacionadas a cada erro está diretamente relacionada à quantidade de relatórios associados, assim, quanto mais relatórios maior o número de hipóteses. Infelizmente, para *Seqüência* não foi possível definir uma hipótese considerada válida.

5.3 Análise do segundo conjunto de 31 relatórios: *Corpus 2*

O segundo *Corpus* de Relatórios (*Corpus 2*) abrange relatos ocorridos de Janeiro de 2006 a Maio de 2007, totalizando 31 relatórios. Diferentemente da composição do *Corpus 1*, o qual tinha por premissa englobar relatos de erros ocorridos durante a operação do sistema e, preferencialmente, ocorridos na sala de comando, o conjunto do *Corpus 2* teve como premissa de escolha a identificação evidente de qual erro estava sendo relatado (tais como: ação correta sobre o objeto errado, omissão, seqüência, etc.) (Anexo I).

O conjunto obtido (Quadro 5-4) abrange tanto erros ocorridos na operação do sistema (tanto dentro da sala de comando quanto no pátio) quanto erros ocorridos durante a manutenção de equipamentos.

Quadro 5-4 - Distribuição de relatórios por erro ocorrido para o *Corpus 2*

| Erro | Número de relatórios associados |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| Ação correta sobre o objeto errado | 11 relatórios |
| Omissão | 02 relatórios |
| Execução incompleta | 03 relatórios |
| Ação sem relação ou inapropriada | 02 relatórios |
| Seqüência | 01 relatório |
| Intervenção tem tempo não apropriado | 02 relatórios |
| Execução sem intenção | 06 relatórios |
| Ação errada sobre o objeto correto | 05 relatórios |

Primeiramente, observou-se que apesar da taxonomia mostrar-se adequada para a maioria dos relatórios do *Corpus 2*, houve a necessidade de pequenas alterações (Figura 5-5) de modo a melhor adequar os dados levantados. Cabe observar que estas alterações permitiram revisitar os resultados de análise do *Corpus 1* de modo a evidenciar algumas circunstâncias importantes, tais como: a tarefa ser considerada simples pelo operador; a ocorrência da tarefa no horário de carga máxima, entre outras.

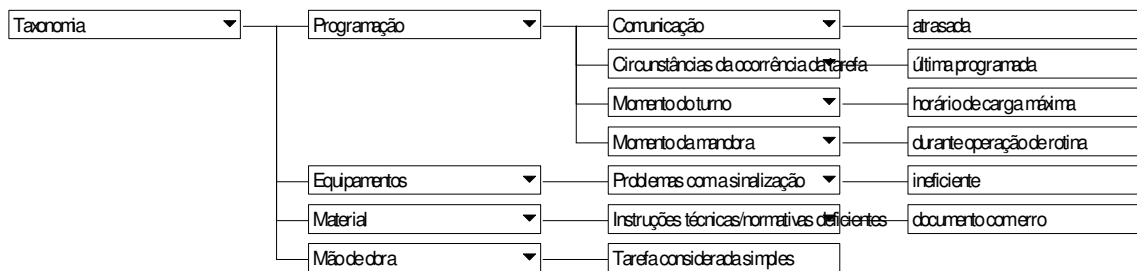


Figura 5-5 - Elementos incluídos após análise do *Corpus 2*

Outro ponto ao se analisar o *Corpus 2* era verificar se haveriam ocorrências repetidas na relação: circunstância - estado do operador - erro realizado. A partir da análise foram criados mapas conceituais para cada erro ocorrido, totalizando 7 mapas conceituais.

5.4 Relação de elementos por categoria que tiveram ocorrências tanto no *Corpus 1* quanto no *Corpus 2*.

Cabe observar que existiram elementos/atributos que ocorreram tanto para o *Corpus 1* quanto para o *Corpus 2*, tal como pode ser observado na Figura 5-6 (atributos/elementos que ocorreram tanto no *Corpus 1* quanto no *Corpus 2* para a categoria Programação). O mesmo vale para cada uma das demais categorias: Execução (Figura 5-7); Equipamentos (Figura 5-8); Material (Figura 5-9); Ambiente (Figura 5-10); e Mão de obra (Figura 5-11).

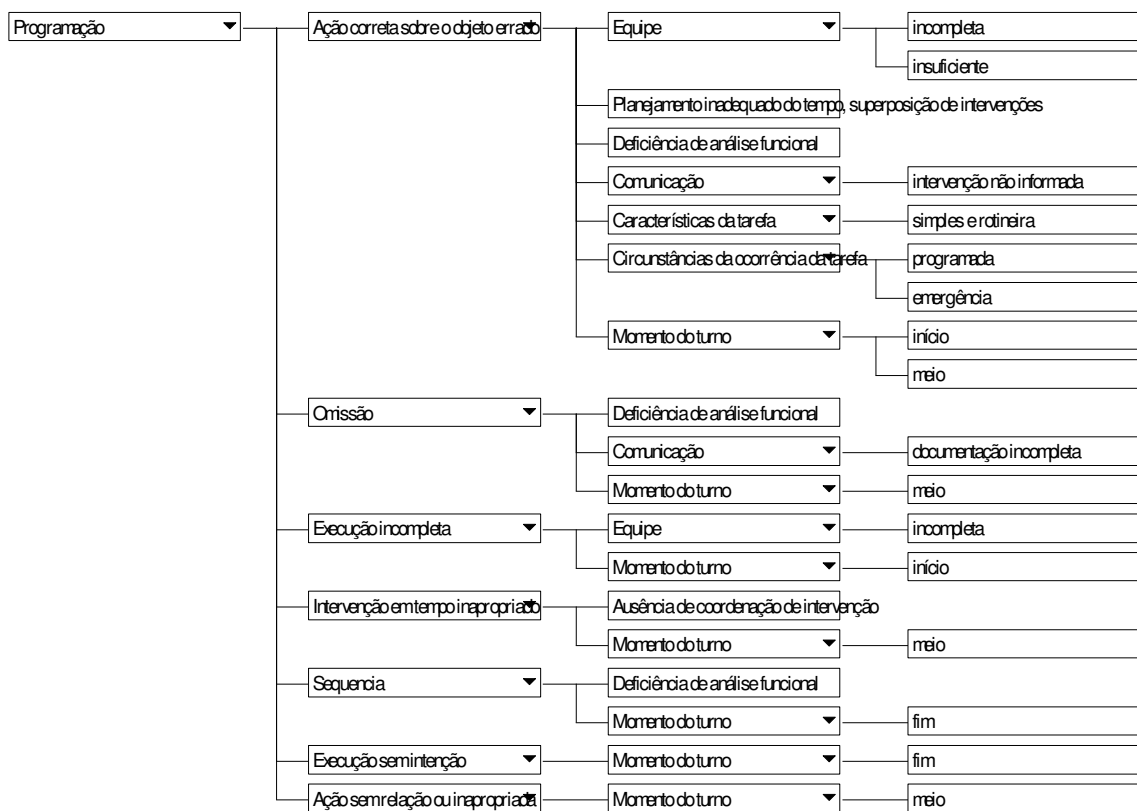


Figura 5-6 - Elementos/atributos que se repetiram para a categoria *programação*

Interessante observar que alguns elementos que se repetiram fazem parte das hipóteses tecidas a partir da análise do *Corpus 1*, tais como: *planejamento inadequado do tempo*,

superposição de intervenções, para Ação correta sobre o objeto errado; ou ainda falta de delimitação com sinalização adequada, igualmente para Ação correta sobre o objeto errado.

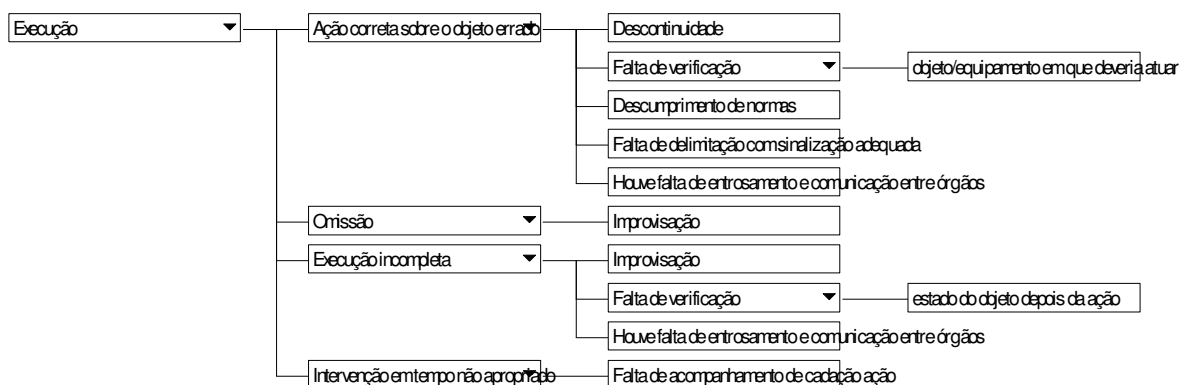


Figura 5-7 - Elementos/atributos que se repetiram para a categoria *execução*

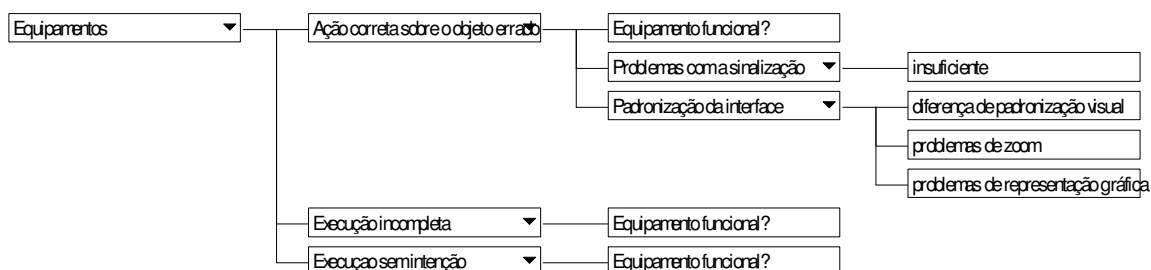


Figura 5-8 - Elementos/atributos que se repetiram para a categoria *equipamentos*

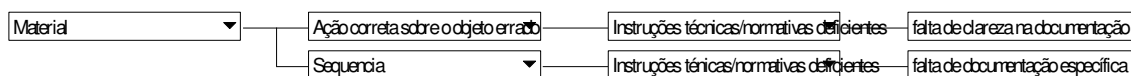


Figura 5-9 - Elementos/atributos que se repetiram para a categoria *material*

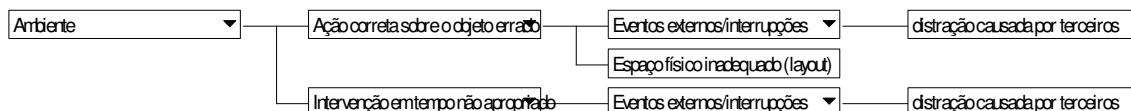


Figura 5-10 - Elementos/atributos que se repetiram para a categoria *ambiente*



Figura 5-11 - Elementos/atributos que se repetiram para a categoria *mão de obra*

Outra forma de analisar a relação entre os dados obtidos da análise do *Corpus 1* e os obtidos da análise do *Corpus 2* vem a ser a identificação de Elementos, Atributos ou mesmo

Categorias inteiras que não estão relacionadas a certos erros, tais como: para *Execução incompleta*, *Seqüência* e *Execução sem intenção*, não ocorreram problemas relacionados ao elemento *Comunicação*; para *Ação sem relação ou inapropriada* não ocorreram problemas associados à categoria *Material*.

Por outro lado, pode-se observar que existem circunstâncias, onde somente aquele erro está associado aquele Elemento ou Atributo, tais como: o elemento *Padronização da interface* ocorreu apenas para *Ação correta sobre o objeto errado* e *Ação sem relação ou inapropriada*.

Observa-se pelo Quadro 5-5 que os erros *Ação correta sobre o objeto errado*, *Omissão* e *Intervenção em tempo não apropriado* correspondem respectivamente ao maior número de incidências dentro da categoria *Programação* (tanto para o *Corpus 1 (I)* quanto o *Corpus 2 (II)*).

Quadro 5-5 - Relação ocorrências x erros para a categoria programação

| | Ação correta sobre o objeto errado | | Omissão | | Execução incompleta | | Intervenção em tempo não apropriado | | Seqüência | | Execução sem intenção | | Ação sem relação ou inapropriada | |
|--|------------------------------------|----|---------|----|---------------------|----|-------------------------------------|----|-----------|----|-----------------------|----|----------------------------------|----|
| | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II |
| Programação | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipe | 5 | 2 | 2 | - | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | 1 | - | 1 |
| Planejamento de material | - | 1 | 1 | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | 1 | - |
| Planejamento de tempo | 4 | 1 | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| Planejamento funcional | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | - | 2 | - | 1 | 1 | - | 1 | 3 | - |
| Tempo normatizado é inadequado | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - |
| Comunicação | 4 | 2 | 2 | 1 | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - |
| Ausência de coordenação de intervenção | - | 3 | 1 | - | - | - | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - |

Já, para a categoria *Execução* (Quadro 5-6), temos *Ação correta sobre o objeto errado*, *Omissão* e *Execução incompleta*.

Quadro 5-6 - Relação ocorrências x erros para a categoria execução

| | Ação correta sobre o objeto errado | | Omissão | | Execução incompleta | | Intervenção em tempo não apropriado | | Seqüência | | Execução sem intenção | | Ação sem relação ou inapropriada | |
|----------------------------|------------------------------------|----|---------|----|---------------------|----|-------------------------------------|----|-----------|----|-----------------------|----|----------------------------------|----|
| | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II |
| Execução | | | | | | | | | | | | | | |
| Improvisação | 3 | - | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | 2 | - | - |
| Descontinuidade | 3 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Falta de verificação | 3 | 3 | - | - | 3 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Falta de acompanhamento de | 2 | - | 2 | - | 1 | - | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| cada ação | | | | | | | | | | | | | | |
| Execução de atividades simultaneamente | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Não utilização do material de apoio | - | - | 1 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - |
| Descumprimento de normas | 3 | 2 | 4 | - | 1 | - | 1 | - | 2 | - | - | 1 | - | - |
| Descumprimento de procedimentos | - | - | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 | - | - |
| Falta de delimitação com sinalização adequada | 6 | 2 | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | 1 | - | - |
| Houve falta de entrosamento e comunicação entre órgãos | 1 | 3 | 1 | - | 1 | 1 | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - |
| Ferramental inadequado | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | 1 |

Para a categoria *Mão de obra* (Quadro 5-7), temos *Ação correta sobre o objeto errado*, com o maior número de incidências. Empatados, com 8 incidências cada, temos *Omissão* e *Ação sem relação ou inapropriada*.

Quadro 5-7 - Relação ocorrências x erros para a categoria mão de obra

| | Ação correta sobre o objeto errado | | Omissão | | Execução incompleta | | Intervenção em tempo não apropriado | | Seqüência | | Execução sem intenção | | Ação sem relação ou inapropriada | |
|--|------------------------------------|----|---------|----|---------------------|----|-------------------------------------|----|-----------|----|-----------------------|----|----------------------------------|----|
| | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II |
| Mão de obra | | | | | | | | | | | | | | |
| Condições físicas | - | - | 1 | - | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - |
| Desconhecimento da configuração | - | 1 | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | 1 | 3 | - |
| Estressores | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Relacionamento deficiente | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Dificuldade financeira | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - |
| Estado | | | | | | | | | | | | | | |
| - ansiedade | - | - | - | - | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - | 2 | - |
| - cansaço / fadiga | 5 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - confusão | 2 | 1 | 1 | - | - | 1 | 1 | - | 1 | - | - | - | 1 | - |
| - distração / desatenção / falta de concentração | 12 | 9 | 3 | 1 | 3 | - | 1 | 2 | - | 1 | 2 | 5 | 1 | 1 |
| - euforia | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - excesso de autoconfiança | 9 | 2 | 3 | - | 3 | - | 1 | - | 1 | - | - | - | 2 | - |
| - excesso de concentração | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - | - | - |
| - pressa | 3 | 2 | 2 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 | - |
| - desmotivação | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - medo/ insegurança | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - |
| - raiva | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - tensão | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Qualidade do repouso | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ritmo de trabalho | 1 | - | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| imposto é ruim? | | | | | | | | | | | | | | |
| Comunidade, sociedade e vida cívica | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Experiência na tarefa | - | - | - | - | - | 2 | - | - | 1 | - | - | - | - | - |
| Experiência no cargo | - | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - |
| Tarefa considerada simples | 5 | 1 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Já na categoria *Equipamentos* (Quadro 5-8), temos *Ação correta sobre o objeto errado* e *Execução sem intenção* como os que possuem maior incidência.

Quadro 5-8 - Relação ocorrências x erros para a categoria equipamentos

| | Ação correta sobre o objeto errado | | Omissão | | Execução incompleta | | Intervenção em tempo não apropriado | | Seqüência | | Execução sem intenção | | Ação sem relação ou inapropriada | |
|---------------------------------------|------------------------------------|----|---------|----|---------------------|----|-------------------------------------|----|-----------|----|-----------------------|----|----------------------------------|----|
| | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II |
| Equipamentos | | | | | | | | | | | | | | |
| Fadiga ou deterioração de componentes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Instrumental deficiente | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | - | - |
| Equipamento obsoleto? | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| Equipamento funcional? | 2 | 2 | - | - | 2 | 2 | 2 | - | 1 | - | 1 | 1 | - | - |
| Problemas com a sinalização | 4 | 1 | - | - | - | 3 | - | - | 1 | - | - | 1 | 1 | - |
| Padronização da interface | 8 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |

Para a categoria *Material* (Quadro 5-9), *Ação correta sobre o objeto errado* possuem 2 incidências, os demais possuem 1 incidência (exceto para *Ação sem relação ou inapropriada*, que não possui incidência).

Quadro 5-9 - Relação ocorrências x erros para a categoria material

| | Ação correta sobre o objeto errado | | Omissão | | Execução incompleta | | Intervenção em tempo não apropriado | | Seqüência | | Execução sem intenção | | Ação sem relação ou inapropriada | |
|--|------------------------------------|----|---------|----|---------------------|----|-------------------------------------|----|-----------|----|-----------------------|----|----------------------------------|----|
| | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II |
| Material | | | | | | | | | | | | | | |
| Instruções técnicas/normativas deficientes | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | - | 1 | - | - |
| Projeto inadequado | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Falta de sobressalentes/falta de material | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Para a categoria *Ambiente* (Quadro 5-10), *Ação correta sobre o objeto errado* e *Execução incompleta* possuem 3 incidências. Já os demais erros possuem duas incidências, excetuando-se *Seqüência* que possui 1 e *Execução sem intenção* que não possui incidência.

Quadro 5-10 - Relação ocorrências x erros para a categoria ambiente

| | Ação correta sobre o objeto errado | | Omissão | | Execução incompleta | | Intervenção em tempo não apropriado | | Seqüência | | Execução sem intenção | | Ação sem relação ou inapropriada | |
|------------------------------------|------------------------------------|----|---------|----|---------------------|----|-------------------------------------|----|-----------|----|-----------------------|----|----------------------------------|----|
| | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II |
| Ambiente | | | | | | | | | | | | | | |
| Eventos externos/interrupções | 5 | 1 | 1 | - | - | 1 | 1 | 2 | 2 | - | - | - | - | - |
| Características do ambiente físico | - | 1 | 1 | - | - | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | 1 |
| Espaço físico inadequado (layout) | 5 | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| Onde o trabalho se localiza | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Segurança no ambiente de trabalho | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

5.4.1 Considerações da Relação de ocorrências x categorias

Na tentativa de se encontrar padrões de ocorrências e não ocorrências de elementos ou categorias associadas aos erros cometidos, buscou-se expor as relações discutidas na seção 5.4. Percebeu-se que o número de relatórios para este tipo de análise ainda não é suficiente.

Porém percebe-se que se forem feitas análises mais extensas e for utilizada a ferramenta para relato de acidentes, provavelmente haverá um volume adequado de dados para extrair padrões de ocorrências ou não ocorrências de elementos e categorias a erros, a exemplo do que é proposto por van der Schaaf e o PRISMA.

5.5 Relação entre as Hipóteses e a análise do *Corpus 2*

Após análise do *Corpus 2*, foram construídos mapas conceituais específicos para cada conjunto de hipóteses, sejam comprovando as hipóteses tecidas a luz do *Corpus 1*, sejam hipóteses novas, definidas em função do aumento da amostra de relatórios analisados.

5.5.1 Para o erro *Ação correta sobre o objeto errado*

A hipótese H1 foi confirmada, uma vez que tanto pelo sentimento da tarefa ser simples, quanto pelo excesso de autoconfiança, o operador distrai-se observando o sistema de forma incompleta ou mesmo ausente.

Em virtude do aumento da amostra analisada a hipótese H1 pode ser expandida (H1') pois observou-se que devido à distração o operador não verifica adequadamente o sistema, resultando em uma falsa interpretação do estado do sistema (Figura 5-12).

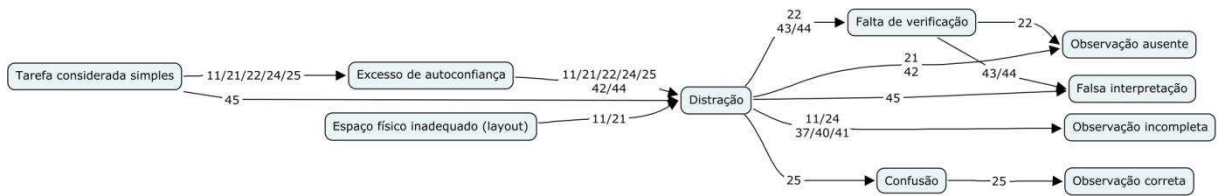


Figura 5-12 - Hipótese H1 e H1'

Para H2, houve a modificação pois observou-se (Figura 5-13) que quando houver planejamento inadequado do tempo, haverá superposição e resultará em distração, intensificada por instruções técnicas/normativas deficientes. Igualmente observou-se que a distração pode ser resultado de um espaço físico inadequado ou cansaço do operador.

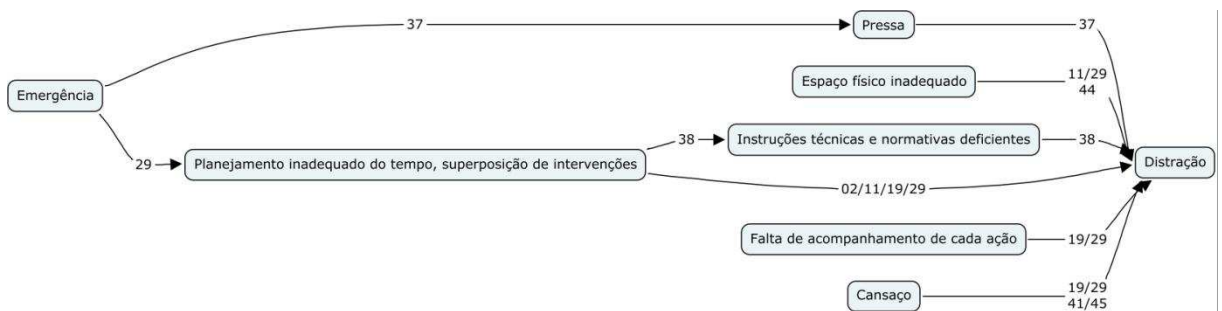


Figura 5-13 - Hipótese H2 e novos desdobramentos

Confirmou-se a H3 pois, observou-se a partir do novo *Corpus* que eventos externos podem diretamente distrair o operador (Figura 5-14).

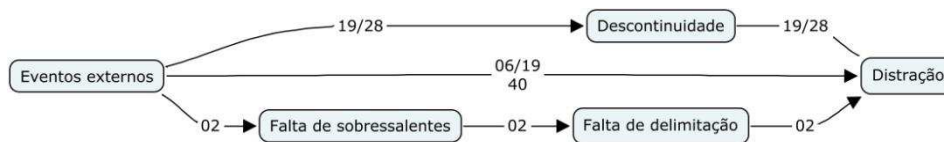


Figura 5-14 - Hipótese H3

Igualmente, confirmou-se a H4 pois, observou-se que se o contexto não for adequadamente delimitado, o operador poderá distrair-se (Figura 5-15).

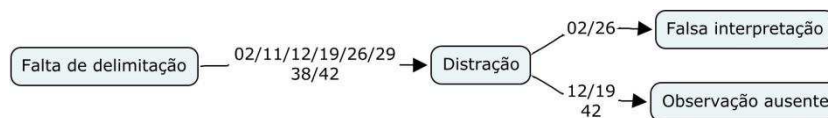


Figura 5-15 - Hipótese H4

Para H5 confirmou-se que interfaces com deficiências de padronização podem contribuir negativamente para a distração do operador ou mesmo por deixá-lo confuso (H5') (Figura 5-16).

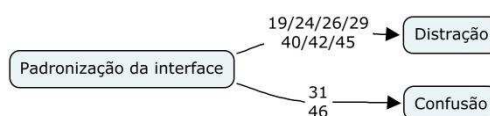


Figura 5-16 - Hipótese H5

5.5.2 Para o erro Omissão

A partir do conjunto do *Corpus 2* não foi possível verificar novas ocorrências para as hipóteses tecidas (H6, H7 e H8). Entretanto uma nova hipótese foi criada, segundo a qual:

H14: quando houver problemas na comunicação (envio de documentação incompleta) (CONTEXTO ORGANIZACIONAL/PESSOAL), isto levará à deficiência de análise funcional (CONTEXTO ORGANIZACIONAL/PESSOAL), que levará ao uso de instruções técnicas/normativas deficientes (CONTEXTO ORGANIZACIONAL) e culminará em omissão de tarefas (ERRO) (Figura 5-17).



Figura 5-17 - Hipótes H14

5.5.3 Para o erro Execução incompleta

Não foi possível verificar novas ocorrências para a hipótese H9 (Figura 5-18).

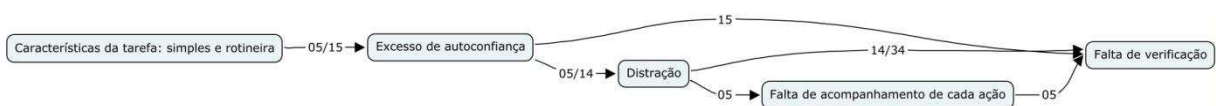


Figura 5-18 - Hipótese H9

Quando o operador não verificar adequadamente a execução, acabará observando o sistema de forma incompleta (Figura 5-19), sendo assim a H10 foi confirmada.

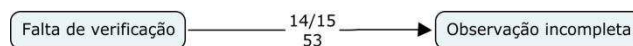


Figura 5-19 - Hipótese H10

5.5.4 Para o erro Intervenção em tempo não apropriado

Não foi possível verificar novas ocorrências para a hipótese H11. Entretanto, verificou-se a possibilidade de duas novas hipóteses:

H15: Poderá ocorrer distração do operador (ESTADO DO USUÁRIO) quando este não acompanhar cada ação executada (CONTEXTO PESSOAL), culminando em intervenção em tempo não apropriado (ERRO) (Figura 5-20).

H16: Poderá haver distração (ESTADO DO USUÁRIO) se houver eventos externos (CONTEXTO PESSOAL/ORGANIZACIONAL) , podendo ser agravado pela ausência de coordenação na intervenção (CONTEXTO ORGANIZACIONAL), culminando em intervenção em tempo não apropriado (ERRO) (Figura 5-21).

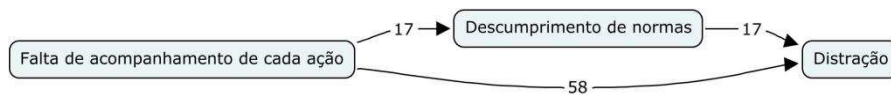


Figura 5-20 - Hipótese H15

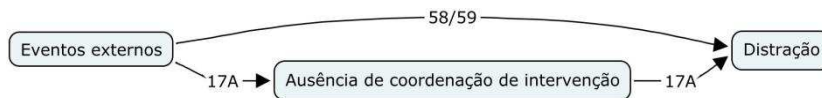


Figura 5-21 - Hipótese H16

5.5.5 Para o erro Seqüência

Mesmo com um conjunto maior de relatórios, ainda não foi possível tecer hipóteses adequadas que indiquem a causa da ocorrência de erro de seqüência.

5.5.6 Para o erro Ação sem intenção

Não foi possível confirmar a hipótese H13 devido a não ocorrência de circunstâncias equivalentes.

5.5.7 Para o erro Ação sem relação ou inapropriada

Não foi possível confirmar a hipótese H12 (Figura 5-22) devido a não ocorrência de circunstâncias equivalentes.

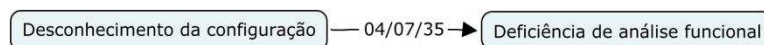


Figura 5-22 - Hipótese H12

5.5.8 Considerações acerca das hipóteses

Observa-se no Quadro 5-11 e no Quadro 5-12 que das 13 hipóteses tecidas a partir do *Corpus 1*, temos:

- 5/13 foram verificadas (tendo ocorrido novamente nos relatórios do *Corpus 2*);
- 3/13 foram modificadas. Aqui cabe uma observação, entende-se por modificada quando tiverem sido incluídos novos parâmetros que corroboram para a o mesmo direcionamento original da hipótese (ex.: no caso da hipótese H1, temos que “quando o operador considerar a tarefa simples, pelo excesso de autoconfiança, irá distrair-se da atividade e se ausentará de observar adequadamente o sistema ou mesmo observará de forma incompleta”; após análise do *Corpus 2*, tem-se a ocorrência do operador distrair-se devido à tarefa ser simples, porém não há menção direta da autoconfiança, porém ainda assim o operador distraiu-se devido à tarefa ser considerada simples);
- 8/13 das hipóteses não puderam ser verificadas a partir da análise do *Corpus 2*. Provavelmente isto se deve ao fato destas hipóteses estarem relacionadas aos erros com menor número de relatórios associados;

- 3 hipóteses novas, a partir da análise do *Corpus 2* foram observadas circunstâncias que ocorriam tanto para o *Corpus 1* quanto para o *Corpus 2*.

Quadro 5-11 - Relação entre hipóteses verificadas, modificadas, não verificadas e novas criadas

| Hipótese | Verificadas (ocorreu em ambos os Corpora) | Refinadas em função do <i>Corpus 2</i> | Não verificadas (ocorreu apenas no <i>Corpus 1</i>) | Criada em função do <i>Corpus 2</i> |
|----------|---|--|--|-------------------------------------|
| H1 | ✓ | ✓ | - | - |
| H2 | - | ✓ | ✗ | - |
| H3 | ✓ | - | - | - |
| H4 | ✓ | - | - | - |
| H5 | ✓ | ✓ | - | - |
| H6 | - | - | ✗ | - |
| H7 | - | - | ✗ | - |
| H8 | - | - | ✗ | - |
| H9 | - | - | ✗ | - |
| H10 | ✓ | - | - | - |
| H11 | - | - | ✗ | - |
| H12 | - | - | ✗ | - |
| H13 | - | - | ✗ | - |
| H14 | - | - | - | ✓ |
| H15 | - | - | - | ✓ |
| H16 | - | - | - | ✓ |

Legenda: ✓: ocorrência da relação -: sem ocorrência de relação ✗: não verificadas

Quadro 5-12 - Relação entre tipo do erro, quantidade de relatórios e hipóteses

| Categoria (erro) | Quantidade de Relatórios (Corpus 1 + Corpus 2) | Relação de Hipóteses | Hipóteses verificadas | Hipóteses refinadas | Hipóteses não verificadas | Hipóteses novas |
|-------------------------------------|--|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| Ação correta sobre o objeto errado | 26 relatórios | H1,H2,H3,H4,H5 | H1,H3,H4,H5 | H1,H2,H5 | - | - |
| Omissão | 07 relatórios | H6,H7,H8,H14 | - | - | H6,H7,H8 | H14 |
| Execução incompleta | 08 relatórios | H9,H10 | H10 | - | H9 | - |
| Ação sem relação ou inapropriada | 06 relatórios | H12 | - | - | H12 | - |
| Seqüência | 04 relatórios | - | - | - | - | - |
| Intervenção em tempo não apropriado | 05 relatórios | H11,H15,H16 | - | - | H13 | H15,H16 |
| Execução sem intenção | 08 relatórios | 01 (H13) | - | - | - | - |

5.6 Análise do *Corpus 1* e *2* a partir da Disfunção Humana Interna

Outra forma de analisar o *Corpus* final de 66 relatórios, vem a ser a partir dos dados advindos da Disfunção Humana Interna. Estes dados indicam a Seqüência de Tomada de

Decisão (STD)²⁹ feita pelo operador durante a execução. Primeiramente fica evidente que para um mesmo erro, as seqüências encontradas são bastante parecidas. Por exemplo, tomando-se o erro *Ação correta sobre o objeto errado* e tomando-se apenas os pontos nos quais houve maior incidência, temos o exposto no Quadro 5-13.

Quadro 5-13 - STD e a relação entre *Corpus 1* e *Corpus 2* para *Ação correta sobre o objeto errado*

| Disfunção Humana Interna (seqüência de tomada de decisão) | Ação correta sobre o objeto errado | |
|--|------------------------------------|----------------------------------|
| | <i>Corpus 1</i> 35 relatórios | <i>Corpus 2</i> 31 relatórios |
| Observação do estado do sistema | | |
| - Falsa interpretação | 6 | 4 |
| - Incompleta | 2 | 3 |
| - Ausente | 6 | 3 |
| Escolha de uma hipótese | | |
| - Inconsistente em relação à observação | 3 | 3 |
| - Funcionalmente não pertinente | 3 | 1 |
| - Ausente | 7 | 7 |
| Avaliação da hipótese | | |
| - Aceitação de uma hipótese errada | 8 | 3 |
| - Ausente | 7 | 8 |
| Escolha do objetivo | | |
| - Correto | 15 | 9 |
| Escolha do procedimento | | |
| - Correto | 14 | 9 |

Observa-se no Quadro 5-13 que a *Observação do estado do sistema* foi falsa ou ausente para o *Corpus 1* (6 ocorrências em cada). Já para o *Corpus 2* houve 4 ocorrências para falsa e 3 para ausente. Já para a *Escolha de uma hipótese* houveram 7 ocorrências para ausente tanto para o *Corpus 1* quanto para o *Corpus 2*. Quanto a *Avaliação da hipótese* temos 7 e 8 ocorrências para ausente para o *Corpus 1* e *Corpus 2*, respectivamente. Por fim, temos para a *Escolha do objetivo* e para *Escolha do procedimento* as maiores incidências, tanto para o *Corpus 1* quanto para o *Corpus 2*.

O que se pode concluir é que para **ação correta sobre o objeto errado** há uma tendência de que a *Observação do estado do sistema* seja falsa ou ausente. Evolua para uma *Escolha de uma hipótese* e *Avaliação da hipótese* sejam ausentes. Sendo correta a *Escolha do objetivo* e a *Escolha do procedimento*. Porém, culminando na **ação correta sobre o objeto errado**.

Os demais erros e suas respectivas relações entre *Corpus 1* e *2* com a Seqüência de tomada de decisão, possivelmente por terem um número menor de relatórios (do que o que foi encontrado para *Ação correta sobre o objeto errado*) não permitem esta relação com quantidade, mas mantém a relação com a ocorrência. Partindo do princípio do número de incidências apuradas a partir da análise do *Corpus 1*, teríamos para omissão os dados expostos

²⁹ Para fins de simplificação, Seqüência de Tomada de Decisão será referenciada como STD.

no Quadro 5-14, no qual pode-se observar que para Observação do estado do sistema não há qualquer relação (nem de número de incidências nem de relação entre incidências). Já as demais etapas da STD possuem uma maior relação.

Quadro 5-14 - STD e a relação entre *Corpus 1* e *Corpus 2* para Omissão

| Disfunção Humana Interna (seqüência de tomada de decisão) | Omissão | |
|--|-----------------|-----------------|
| | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> |
| Observação do estado do sistema | | |
| - Incompleta | 3 | - |
| - Ausente | 3 | - |
| - Desnecessária | - | 1 |
| - Correta | - | 1 |
| Escolha de uma hipótese | | |
| - Consistente, mas insuficiente | 2 | - |
| - Funcionalmente não pertinente | 2 | - |
| - Ausente | 1 | 1 |
| Avaliação da hipótese | | |
| - Aceitação de uma hipótese errada | 3 | 1 |
| - Ausente | 3 | 1 |
| Escolha do objetivo | | |
| - Incompleto | 2 | - |
| - Correto | 3 | 2 |
| Escolha do procedimento | | |
| - Incompleto | 5 | 2 |
| - Incorreto | 2 | - |

Esta mesma relação pode ser observada nos demais erros, tal como disposto no Quadro 5-15 (para execução incompleta), Quadro 5-16 (para intervenção em tempo não apropriado), Quadro 5-17 (para seqüência), Quadro 5-18 (para execução sem intenção) e no Quadro 5-19 (para ação sem relação ou inapropriada).

Quadro 5-15 - STD e a relação entre *Corpus 1* e *Corpus 2* para Execução incompleta

| Disfunção Humana Interna (seqüência de tomada de decisão) | Execução incompleta | |
|--|---------------------|-----------------|
| | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> |
| Observação do estado do sistema | | |
| - Falsa interpretação | - | 1 |
| - Incompleta | 2 | 1 |
| - Ausente | 2 | |
| - Correta | 1 | 1 |
| Escolha de uma hipótese | | |
| - Consistente, mas insuficiente | 4 | 1 |
| - Ausente | 1 | 2 |
| Avaliação da hipótese | | |
| - Incompleta | 2 | - |
| - Aceitação de uma hipótese errada | 2 | 1 |
| - Ausente | 1 | 2 |
| Escolha do objetivo | | |
| - Correto | 5 | 3 |
| Escolha do procedimento | | |
| - Incompleto | 4 | 2 |
| - Correto | 1 | 1 |

Quadro 5-16 - STD e a relação entre *Corpus 1* e *Corpus 2* para Intervenção em tempo não apropriado

| Disfunção Humana Interna (seqüência de tomada de decisão) | Intervenção em tempo não apropriado | |
|--|-------------------------------------|-----------------|
| | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> |
| Observação do estado do sistema | | |
| - Incompleta | 2 | 1 |
| - Ausente | 1 | - |
| - Correta | - | 1 |
| Escolha de uma hipótese | | |
| - Inconsistente em relação à observação | 1 | - |
| - Consistente, mas insuficiente | 1 | 2 |
| - Ausente | 1 | - |
| Avaliação da hipótese | | |
| - Aceitação de uma hipótese errada | 3 | 1 |
| - Ausente | - | 1 |
| Escolha do objetivo | | |
| - Incompleto | 1 | - |
| - Incorreto | 2 | - |
| - Correto | - | 2 |
| Escolha do procedimento | | |
| - Incompleto | 1 | 1 |
| - Incorreto | 2 | 1 |
| - Correto | 1 | - |

Quadro 5-17 - STD e a relação entre *Corpus 1* e *Corpus 2* para Sequencia

| Disfunção Humana Interna (seqüência de tomada de decisão) | Seqüência | |
|--|-----------------|-----------------|
| | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> |
| Observação do estado do sistema | | |
| - Falsa interpretação | 1 | - |
| - Incompleta | 1 | 1 |
| - Ausente | 1 | - |
| Escolha de uma hipótese | | |
| - Inconsistente em relação à observação | 1 | - |
| - Consistente, mas insuficiente | 2 | 1 |
| Avaliação da hipótese | | |
| - Incompleta | 1 | - |
| - Aceitação de uma hipótese errada | 2 | 1 |
| Escolha do objetivo | | |
| - Incompleto | 1 | - |
| - Incorreto | 1 | - |
| - Correto | 1 | 1 |
| Escolha do procedimento | | |
| - Incompleto | - | 1 |
| - Incorreto | 3 | - |

Quadro 5-18 - STD e a relação entre *Corpus 1* e *Corpus 2* para Execução sem intenção

| Disfunção Humana Interna (seqüência de tomada de decisão) | Execução sem intenção | |
|--|-----------------------|-----------------|
| | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> |
| Observação do estado do sistema | | |
| - Excessiva | 1 | - |
| - Incompleta | - | 2 |

| | | |
|---|---|---|
| - Inapropriada | - | 1 |
| - Ausente | - | 2 |
| - Correta | 1 | 1 |
| Escolha de uma hipótese | | |
| - Inconsistente em relação à observação | 1 | - |
| - Consistente, mas pouco provável | - | 1 |
| - Consistente, mas insuficiente | - | 2 |
| - Ausente | 1 | - |
| - Desnecessária | - | 2 |
| - Correta | - | 1 |
| Avaliação da hipótese | | |
| - Aceitação de uma hipótese errada | 1 | 1 |
| - Ausente | - | 1 |
| - Desnecessária | 1 | 3 |
| - Correta | - | 1 |
| Escolha do objetivo | | |
| - Incorreto | 1 | - |
| - Correto | 1 | 6 |
| Escolha do procedimento | | |
| - Incompleto | - | 1 |
| - Incorreto | 1 | 3 |
| - Supérfluo | 1 | - |
| - Correto | 1 | 3 |

Quadro 5-19 - STD e a relação entre *Corpus 1* e *Corpus 2* para Ação sem relação ou inapropriada

| Disfunção Humana Interna (seqüência de tomada de decisão) | Ação sem relação ou inapropriada | |
|--|--|-----------------|
| | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> |
| Observação do estado do sistema | | |
| - Falsa interpretação | 1 | 1 |
| - Incompleta | 1 | - |
| - Ausente | 1 | - |
| - Desnecessária | 1 | - |
| Escolha de uma hipótese | | |
| - Consistente, mas insuficiente | - | 1 |
| - Funcionalmente não pertinente | 3 | - |
| - Desnecessária | 1 | - |
| Avaliação da hipótese | | |
| - Aceitação de uma hipótese errada | 3 | - |
| - Ausente | - | 1 |
| - Desnecessária | 1 | - |
| Escolha do objetivo | | |
| - Incorreto | 3 | - |
| - Correto | 1 | 1 |
| Escolha do procedimento | | |
| - Incorreto | 4 | 1 |

5.7 Considerações sobre as relações encontradas na seqüência de tomada de decisão

Ao se observar os quadros anteriores (de Quadro 5-13 a Quadro 5-19), pode-se identificar que para um mesmo erro (ex.: ação correta sobre o objeto errado, omissão, execução incompleta, etc.) tem-se seqüências de tomada de decisão bastante parecidas. O passo seguinte passa por observar, via mapa conceitual, as relações de modo a identificar as relações entre as etapas da seqüência de tomada de decisão, buscando identificar padrões.

Desta forma, tomando-se como exemplo o erro: *ação correta sobre o objeto errado*; ao se observar o mapa conceitual correspondente (Figura 5-23) e tomando-se como base as seqüências com maior grau de incidência, temos:

- (Falsa interpretação/Observação ausente) → Hipótese ausente → Avaliação ausente → Objetivo correto → Procedimento correto → Ação correta sobre o objeto errado.

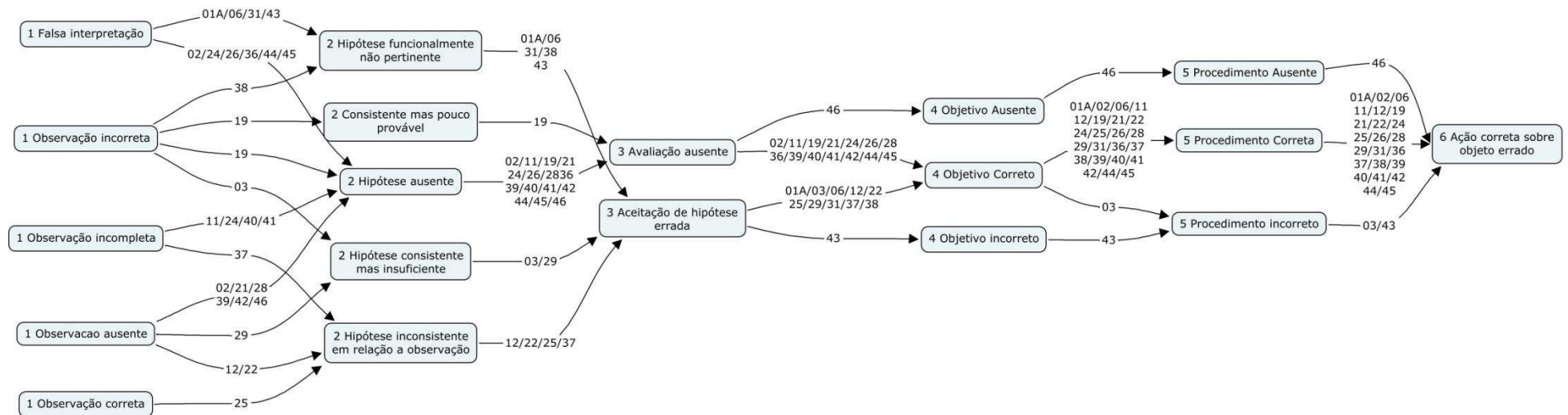


Figura 5-23 - Mapa conceitual da sequência de tomada de decisão para ação correta sobre o objeto errado

Neste caso, reforça a hipótese H1, uma vez que a seqüência de tomada de decisão inicia com *Falsa interpretação* ou *Observação ausente*.

Para *omissão* (Figura 5-24), temos:

- Hipótese ausente → Avaliação ausente → Objetivo correto → Procedimento incompleto → Ação omissa;
- Aceitação de hipótese errada → Objetivo incompleto → Procedimento incompleto → Ação omissa.

Cabe observar que para ambos os casos acima houve uma tendência a *observar o sistema de forma incompleta* ou mesmo de *não observá-lo (observação ausente)*. Relacionando-se com a hipótese H6, tem-se que a observação incompleta ou mesmo ausente levará a omissão.

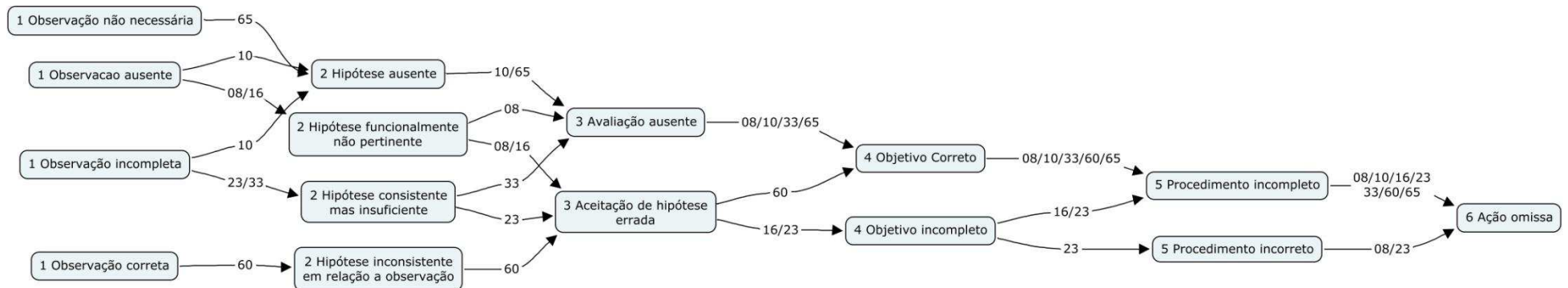


Figura 5-24 - Mapa conceitual da sequência de tomada de decisão para *omissão*

Para *execução incompleta* (Figura 5-25), temos:

- (Observação incompleta/Observação correta) → Hipótese consistente, mas insuficiente → Aceitação de hipótese errada → Objetivo correto → Procedimento incompleto → Execução incompleta;
- Hipótese ausente → Avaliação ausente → Objetivo correto → Procedimento incompleto → Execução incompleta.

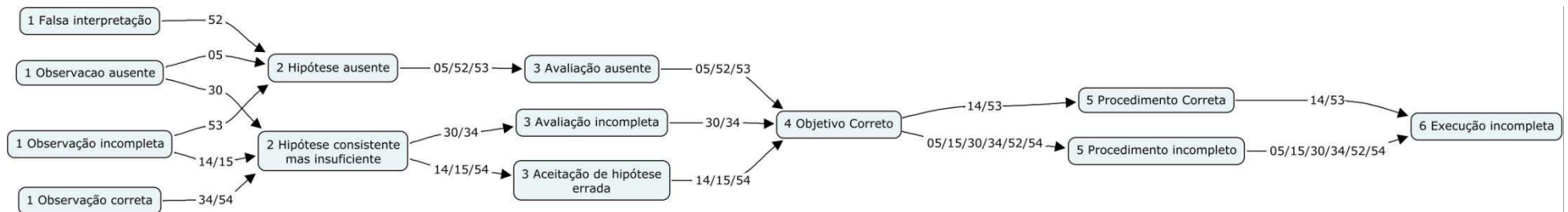


Figura 5-25 - Mapa conceitual da sequência de tomada de decisão para *execução incompleta*

Para *ação sem relação ou inapropriada* (Figura 5-26), temos:

- Hipótese funcionalmente não pertinente → Aceitação de uma hipótese errada → Objetivo incorreto → Procedimento incorreto → Ação sem relação ou inapropriada.

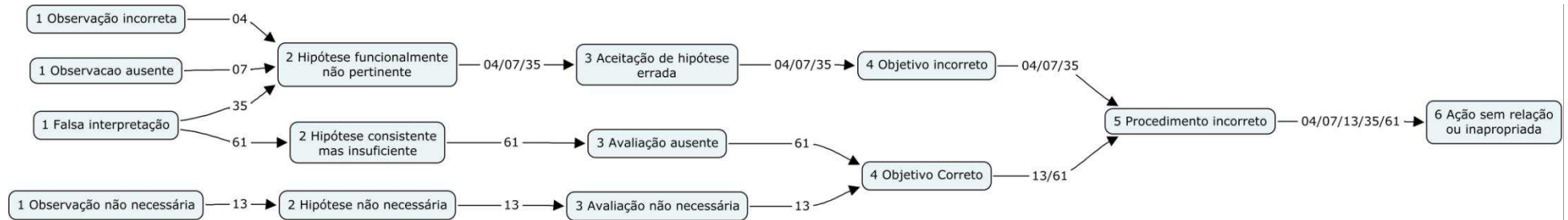


Figura 5-26 - Mapa conceitual da sequência de tomada de decisão para ação sem relação ou inapropriada

Para *execução sem intenção* (Figura 5-27), temos:

- Observação ausente → Hipótese não necessária → Avaliação não necessária → Objetivo correto → Procedimento correto → Ação sem intenção.

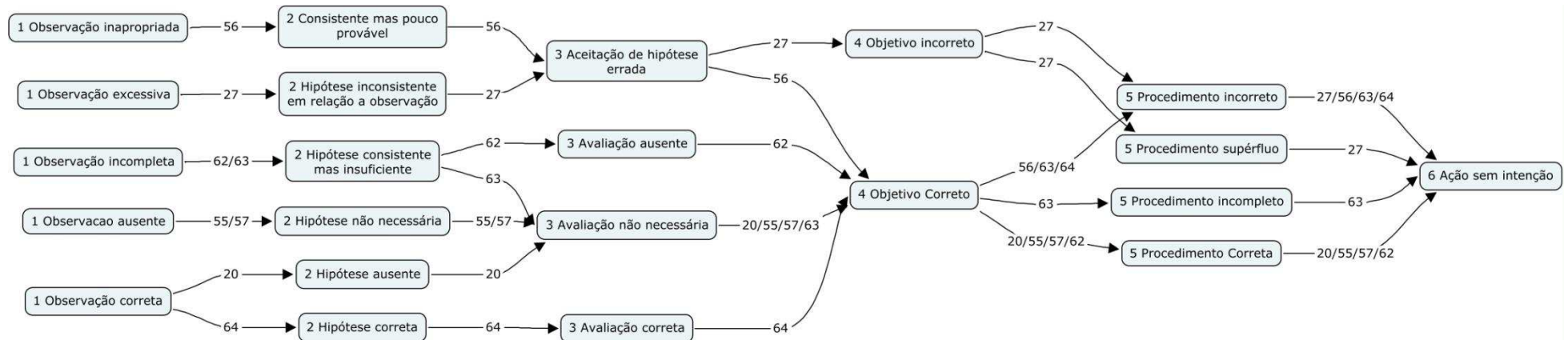


Figura 5-27 - Mapa conceitual da sequência de tomada de decisão para execução sem intenção

Para *Operação fora de seqüência* (Figura 5-28) não há relações com grande grau de incidência, mas percebe-se que:

- a Aceitação de hipótese errada → ... → Procedimento incorreto → Intervenção em tempo não apropriado.

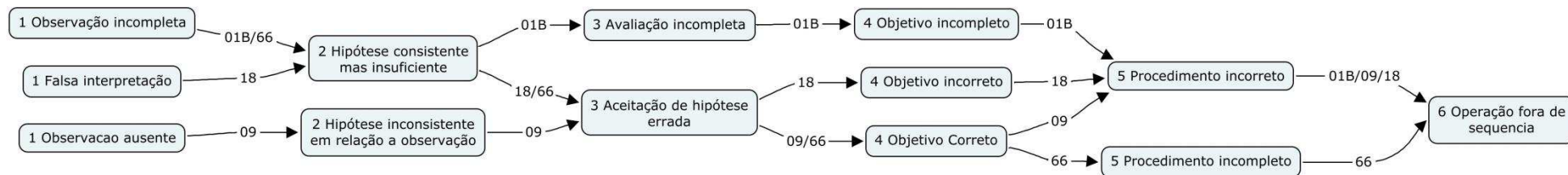


Figura 5-28 - Mapa conceitual da sequencia de tomada de decisão para *sequencia*

Já para *Intervenção em tempo não apropriado* (Figura 5-29), não há relações com grande grau de incidência, mas percebe-se que:

- a Observação incompleta → Hipótese consistente, mas insuficiente → Aceitação de hipótese errada → ... → Procedimento incorreto → Intervenção em tempo não apropriado.

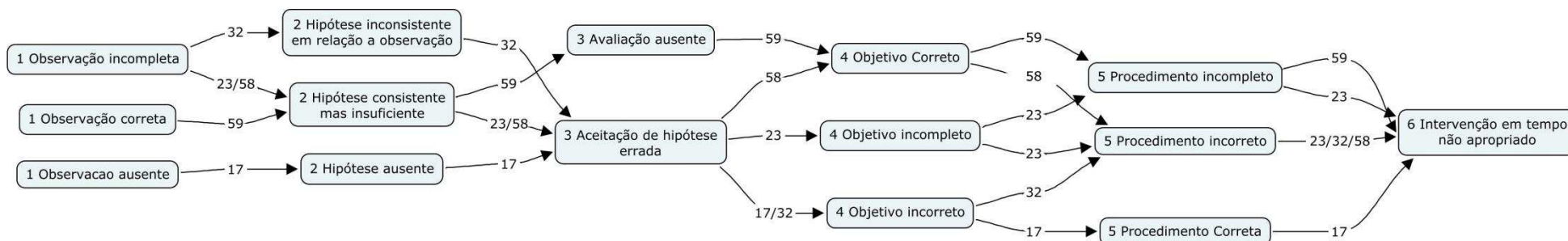


Figura 5-29 - Mapa conceitual da sequencia de tomada de decisão para *intervenção em tempo não apropriado*

Capítulo 6 - Estudo de caso: análise de um relatório

Neste capítulo serão descritas as etapas que foram seguidas para realizar a análise dos relatórios, tanto do *Corpus 1* quanto do *Corpus 2*, visando investigar a relação entre: situações contextuais/pessoais, o estado comportamental e a ocorrência do erro, no contexto da operação de sistemas elétricos. As etapas estão ilustradas Figura 6-1, e são detalhadas ao longo deste capítulo.

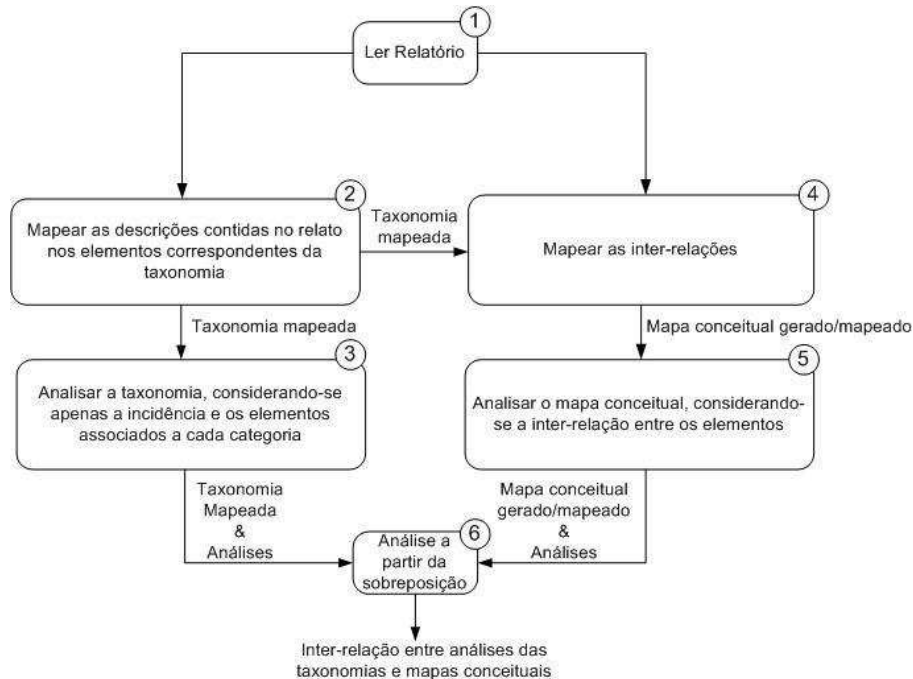


Figura 6-1 - Visão simplificada das etapas seguidas para analisar os relatórios

6.1 Relação entre o relato e a taxonomia

A primeira etapa consiste na leitura do relatório de modo a mapear situações citadas na descrição e os elementos da taxonomia.

Na etapa 2, a partir da leitura realizada foram extraídos os trechos do relatório, e sua correspondência com os elementos da taxonomia, conforme ilustra o Quadro 6-1. Os trechos foram extraídos do relatório 34 (do *Corpus 1*). O mapeamento evidencia certas relações entre circunstâncias contextuais/pessoais e o comportamento do operador, que resultaram no erro (falha) descrito no relatório.

Quadro 6-1 - Relatório 34 / *Corpus 1* - Erro Execução incompleta

| Trechos extraídos do relatório | Elementos da taxonomia |
|---|---------------------------------|
| Na normalização do 14T2 o operador cometeu a falha de não concluir a manobra do item 2.4, ao esquecer de efetuar o comando de fechamento das chaves 34T2-4 e 34T2-5. ... | Erro: execução incompleta |
| O operador encontrava-se sozinho na SE para efetuar as | Programação: Equipe: incompleta |

| | |
|---|---|
| <p>manobras de normalização, pois o encarregado, que estava no turno neste mês, seria o seu rendeiro às 12:00h. Este encarregado chegou um pouco atrasado no turno, pois estava mostrando o apartamento na cidade de Ribeirão aos 3 novos operadores que acabavam de chegar do Concurso.</p> <p>...</p> <p>Como o operador decidiu por cumprir a orientação do SLOR em efetuar o fechamento das chaves pelo comando elétrico remoto ele teria que ter voltado ao pátio para confirmar o fechamento das chaves. Ao não proceder o fechamento o operador também não voltou para a confirmação.</p> <p>...</p> <p>O operador em questão encontrava-se neste dia bastante feliz e eufórico (segundo ele próprio retratou) em função de 2 razões: a chegada dos 3 novos operadores para a SE RIB (Concurso) e a confirmação de uma devolução de Imposto de Renda que estava atrasada.</p> <p>...</p> <p>Na cabeça do operador a chegada dos novos contratados significava a possibilidade do SLOR transferi-lo em breve para uma SE de Recife (pleito antigo e impossibilitado de ter sido atendido, até a entrada dos novos operadores no turno).</p> <p>...</p> <p>Duas ações diferentes, num mesmo item do PGM ou RTM, e realizadas em locais diferentes (pátio e sala de comando).</p> <p>...</p> <p>Falta de concentração do OPI durante a execução da manobra.</p> <p>...</p> <p>Não confirmação do estado das chaves e disjuntores através dos dispositivos de sinalização e medição dos painéis.</p> <p>...</p> <p>Euforia do operador (devolução de IR-2003 e chegada dos novos operadores).</p> <p>...</p> <p>Ausência do segundo operador - cotejamento/dupla conferência e acompanhamento.</p> <p>...</p> <p>Manobra no horário de troca de turno.</p> <p>...</p> <p>Falta de valorização de manobras simples.</p> <p>...</p> <p>Não levou o PGM para o pátio.</p> | <p>Material: Instruções técnicas/normativas deficientes: item com ações para serem executadas em locais distintos</p> <p>Mão de obra: Estado: euforia</p> <p>Mão de obra: Estado: distração</p> <p>Mão de obra: Estado: ansiedade</p> <p>Material: Instruções técnicas/normativas deficientes: item com ações para serem executadas em locais distintos</p> <p>Material: Instruções técnicas/normativas deficientes: excesso de ações para um mesmo item</p> <p>Mão de obra: Estado: distração</p> <p>Execução: Falta de verificação: estado do objeto depois da ação</p> <p>Mão de obra: Estado: euforia</p> <p>Programação: Equipe: incompleta</p> <p>Programação: Momento do turno: início</p> <p>Mão de obra: Tarefa considerada simples</p> <p>Execução: Não utilização do material de apoio</p> |
|---|---|

A representação visual dos elementos na taxonomia pode ser vista na Figura 6-2 (marcados por retângulos), sendo importante ressaltar que nesta etapa ainda não é possível identificar a relação entre os elementos.

Programação

- Equipe
 - incompleta
 - insuficiente
- Planejamento inadequado dos recursos materiais
 - material errado
 - material desnecessário
 - material insuficiente
- Planejamento inadequado do tempo, superposição de intervenções (S/N)
- Deficiência de análise funcional
- Tempo normatizado é inadequado
 - tempo demais
 - tempo de menos
 - inadequado devido a fatores externos
- Comunicação
 - intervenção não informada
 - documentação incompleta
 - atrasada
- Ausência de coordenação de intervenção

Características da tarefa

- simples e rotineira
- complexa e rotineira
- simples e não rotineira
- complexa e não rotineira

Circunstâncias da ocorrência da tarefa

- programada
- emergência
- urgência
- última programada

Momento do dia

- diurno
- noturno

Momento do turno

- início
- meio
- fim

Momento da manobra

- durante preparação da instalação ou sistema
- durante recomposição do sistema ou instalação
- durante liberação de equipamento
- durante normalização do equipamento
- durante execução da manutenção
- durante operação de rotina

Equipamentos

- Fadiga ou deterioração de componentes
- Instrumental deficiente
 - qualidade (muito ruim/ruim/média/boa/muito boa/não se aplica)
 - calibração (muito ruim/ruim/média/boa/muito boa/não se aplica)
 - manutenção (muito ruim/ruim/média/boa/muito boa/não se aplica)
 - obsoleto
- Equipamento obsoleto?
- Equipamento funcional?
- Problemas com a sinalização
 - insuficiente
 - excessiva
 - ineficiente
- Padronização da interface
 - diferença de padronização visual
 - diferença de padronização funcional
 - terminologia inadequada
 - problemas de zoom
 - problema de representação gráfica
 - confiabilidade

Execução

- Improvisação
- Descontinuidade
- Falta de verificação
 - estado do objeto antes da ação
 - estado do objeto depois da ação
 - objeto/equipamento em que deveria atuar
 - seqüência realizada
- Falta de acompanhamento de cada ação (S/N)
- Execução de atividades simultaneamente (S/N)
- Não utilização do material de apoio (S/N)
- Descumprimento de normas (S/N)
- Descumprimento de procedimentos (S/N)
- Falta de delimitação com sinalização adequada (S/N)
- Houve falta de entrosamento e comunicação entre órgãos (S/N)
- Ferramental inadequado (S/N)

Mão de obra

- Condições físicas
 - doença
 - limitação temporária
 - demanda fisiológica
- Desconhecimento da configuração
 - imperícia
 - falta de capacidade técnica
 - inexperiência
- Auxílio/suporte
 - apoio logístico
 - transporte
- Estressores
 - hora-extra
 - mudança de rotina do operador
 - monitoramento (adequado
 - /parcialmente adequado/inadequado)
 - feedback (adequado/parcialmente adequado/inadequado)
- Relacionamento deficiente (funções psicossociais globais - prefere operar sozinho)? (sim/não, mas com dificuldade/não)
- Dificuldade financeira? (não/pouca/sim/não se aplica)
- Estado
 - ansiedade
 - cansaço / fadiga
 - confusão
 - distração / desatenção / falta de concentração
 - euforia
 - excesso de autoconfiança
 - excesso de concentração
 - pressa
 - desmotivação
 - medo/insegurança
 - raiva
 - tensão
- Qualidade do repouso (frequentemente ruim/as vezes ruim/nem ruim, nem bom/as vezes bom/frequentemente bom/não se aplica)
- Ritmo de trabalho imposto é ruim? (sim/as vezes/não)
- Comunidade, sociedade e vida cívica (não tem acesso/tem algumas dificuldades de acesso/tem acesso parcialmente/tem acesso plenamente/não se aplica)
- Experiência na tarefa (nenhuma/pouca/média/boa/muita/não se aplica)
- Experiência no cargo (nenhuma/pouca/média/boa/muita/não se aplica)
- Tarefa considerada simples

Material

- Instruções técnicas/normativas deficientes
- falta de documentação específica
- falta de padronização do procedimento
- falta de clareza na documentação
- excesso de ações para um mesmo item
- item com ações para serem executadas em locais distintos
- documento com erro
- Desenhos desatualizados/inexistentes
- Projeto inadequado
- Falta de sobressalentes/falta de material

Disfunção Humana Interna

- Identificação
 - Incompleta
 - Incorreta
 - Supérflua
 - Ausente
 - Desnecessária
 - Correta
- Observação do estado do sistema
 - Excessiva
 - Falsa interpretação
 - Incorreta
 - Incompleta
 - Inapropriada
 - Ausente
 - Desnecessária
 - Correta
- Escolha de uma hipótese
 - Inconsistente em relação à observação
 - Consistente, mas pouco provável
 - Consistente, mas muito custosa
 - Consistente, mas insuficiente
 - Funcionalmente não pertinente
 - Ausente
 - Desnecessária
 - Correta
- Avaliação da hipótese
 - Incompleta
 - Aceitação de uma hipótese errada
 - Rejeição de uma hipótese certa
 - Ausente
 - Desnecessária
 - Correta
- Escolha do objetivo
 - Incompleto
 - Incorreto
 - Supérfluo
 - Ausente
 - Desnecessário
 - Correto
- Escolha do procedimento
 - Incompleto
 - Incorreto
 - Supérfluo
 - Ausente
 - Desnecessário
 - Correto
- Erro
 - omissão
 - repetição
 - inclusão
 - seqüência
 - ação errada sobre o objeto correto
 - ação correta sobre o objeto errado
 - ação sem relação ou inapropriada
 - intervenção em tempo não apropriado
 - execução incompleta
 - execução sem intenção

Figura 6-2 - Estudo de caso relatório 34

É importante ressaltar que o preenchimento da categoria *Disfunção Humana Interna* exige um maior conhecimento acerca da tarefa e, principalmente, de como ela normalmente é executada (Quadro 6-2). Cabe ainda observar que apesar dos elementos marcados por elipses (Figura 6-2) fazerem parte do relato, não são apontados como diretamente relacionados ao erro.

Quadro 6-2 - Relação entre a Disfunção Humana Interna e o relato R34

| Seqüência de Tomada de Decisão | Ação tomada | Inferências e/ou fatos que sustentam a análise |
|---------------------------------|-------------------------------|---|
| Observação do estado do sistema | Correta | O operador estava seguro da situação do sistema e da tarefa a ser realizada. |
| Escolha de uma hipótese | Consistente, mas insuficiente | Deveria executar o item 2.4, porém o operador não lembrou que o item possuía duas etapas. |
| Avaliação da hipótese | Incompleta | Executou a primeira etapa do item 2.4 e considerou a ação como finalizada. |
| Escolha do objetivo | Correto | Sabia que deveria normalizar o 14T2. |
| Escolha do procedimento | Incompleto | Face que mentalmente o procedimento tinha menos passos que o procedimento real. |

Na Etapa 3, a partir da análise do relatório com base na taxonomia, é obtida uma síntese dos problemas ocorridos, associados a cada categoria. Esta síntese é apresentada no Quadro 6-3.

Quadro 6-3 - Problemas associados a cada categoria

| Categoria | Problemas associados |
|--------------|--|
| Programação | Equipe incompleta. Tarefa programada para o início do turno (em troca de turno). |
| Execução | Falta de verificação do estado do objeto depois da ação. Não utilização do material de apoio. Tarefa era considerada como sendo simples. |
| Mão de Obra | O operador estava ansioso, eufórico e distraído. |
| Equipamentos | Não houve. |
| Material | A instrução tinha excesso de ações para um mesmo item e ações para serem executadas em locais distintos. |
| Ambiente | Não houve. |

Comparando-se com o resultado das análises de outros (8) relatórios, do *Corpus 1*, nos quais também houve *execução incompleta*, obtém-se o seguinte resultado:

- *equipe incompleta* (2/8 relatórios);
- *não verificação do estado do objeto, depois da ação* (4/8 relatórios);
- *não utilização do material de apoio* (2/8 relatórios).

Reduzindo a granularidade, constata-se que no Relatório 34, sob análise neste capítulo, há problemas relacionados à documentação (*instruções técnicas/normativas deficientes*) (4/8 relatórios). Pode-se ainda observar que a maior parte dos problemas descritos no Relatório 34 está relacionada a aspectos pessoais (programação, execução e mão de obra).

A partir da análise realizada na etapa anterior ainda não é possível identificar quais dentre as relações de situações pessoais ou contextuais resultam em um estado/comportamento do operador.

Para tanto, na Etapa 4, constrói-se um mapa conceitual (Figura 6-3).

Na Etapa 5, é feita a análise do Mapa Conceitual da Figura 6-3, no qual observa-se que os fatores relacionados à *Programação e Material* influenciaram o operador (*Mão de obra*), o que por sua vez influenciou a *Execução*. Destaca-se que a falta da padronização no relato (falta de uma taxonomia) tornou difícil a análise e conseqüentemente a extração de conclusões mais significativas.

Na Etapa 6, é feito o cruzamento das análises realizadas na Etapa 3 com as análises realizadas na Etapa 5.

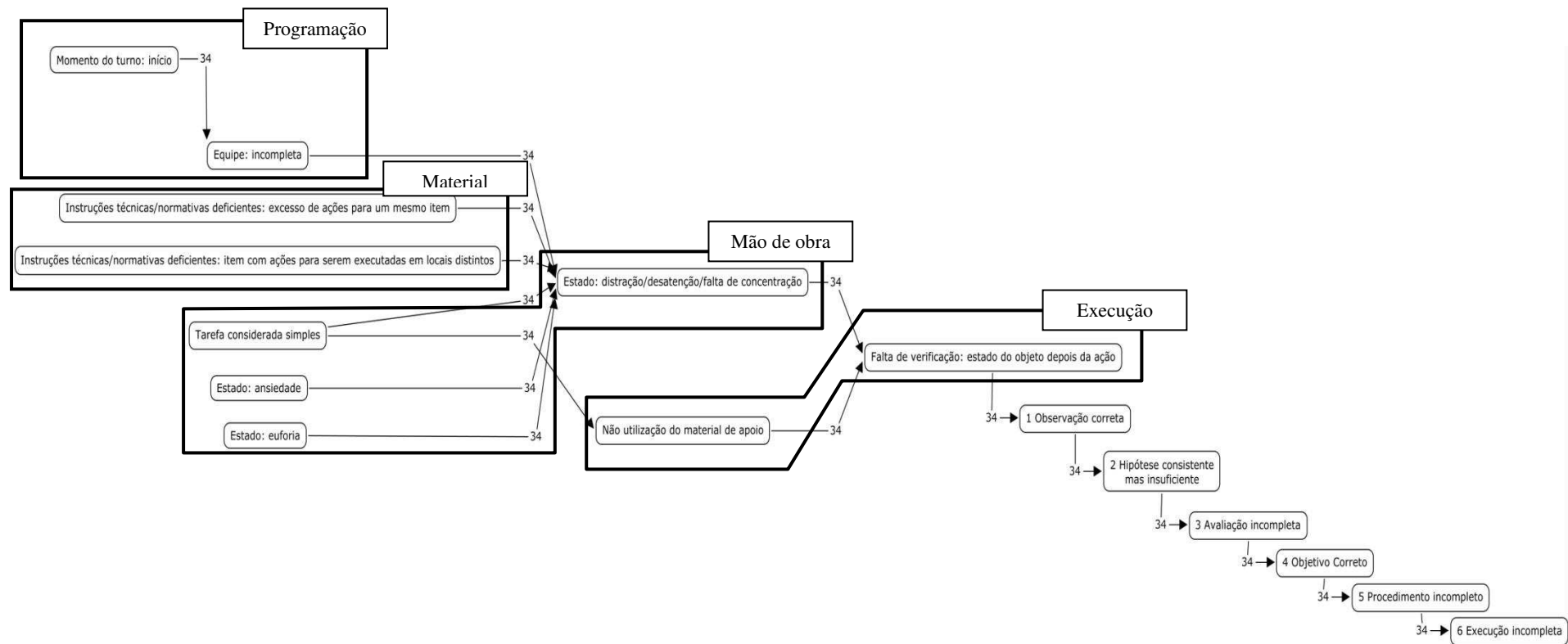


Figura 6-3 - Mapa conceitual do Relatório 34

Capítulo 7 - Considerações

Nesta pesquisa buscou-se estender a compreensão do erro humano e sua inter-relação com a tarefa, o contexto de trabalho e a conduta do operador, na operação de subestações do sistema elétrico. Segue a discussão do alcance dos resultados face aos objetivos propostos no início deste trabalho, os quais são retomados a seguir.

O trabalho teve como objetivo investigar e propor meios de explicitar a relação entre os aspectos (contextuais e pessoais), a conduta do operador e a ocorrência do erro, a partir da análise de relatos de acidentes. Como objetivos específicos foram propostos: elaborar uma categorização do erro adequada ao contexto de aplicação da pesquisa; associar a categorização do erro à seqüência de tomada de decisão adotada pelo operador, incluindo erros e acertos; elaborar uma taxonomia adequada ao contexto de operação de sistemas elétricos; refinar a descrição do perfil do operador, para incluir dados sobre o seu comportamento e conceber uma abordagem para análise de relatos de erro capaz de explicitar a inter-relação entre contexto, a conduta e o erro.

7.1 Os objetivos da pesquisa

Segue uma breve discussão dos resultados alcançados neste trabalho, com base na citada lista de objetivos.

7.1.1 Taxonomia e Mapa Conceitual

A composição do *Corpus 1*, selecionado sobre um período de dez anos de relatos, foi realizada para reunir situações de erro ocorridas durante a operação do sistema, no ambiente da sala de comando de subestações (Guerrero 2006). Este *corpus* foi estendido em seguida para incorporar relatórios de erros ocorridos em outras circunstâncias, visando estender o contexto no qual os erros ocorreram (Lima 2006). O conjunto final de relatórios do *Corpus 1* é composto de 35 relatórios de erros, ocorridos no período compreendido entre 1998 e 2005. As análises realizadas no âmbito deste trabalho, sobre o *Corpus 1*, possibilitaram os seguintes resultados: (a) a proposição da primeira versão da taxonomia; (b) o direcionamento para a proposição de um perfil de operador abrangendo aspectos objetivos e cognitivos (POCUs) e (c) a construção de um mapa conceitual que serviu de base para a elaboração das hipóteses acerca da relação entre contexto, conduta e erro.

A partir destes resultados preliminares foi selecionado um segundo *corpus* de relatos (*Corpus 2*), composto por 31 relatórios de erros, ocorridos entre 2006 e 2007. No *Corpus 2* optou-se por incluir todo relatório cuja ocorrência do erro estivesse claramente descrita. O

conjunto resultante abrange relatos de erros ocorridos no âmbito da operação e da manutenção do sistema elétrico.

A partir da análise do *Corpus 2*, utilizando a taxonomia, observou-se que:

- a estrutura (categorias, elementos e parâmetros) e o conteúdo da taxonomia foi adequado para a maioria dos relatos, tendo resultado na inclusão de apenas 7 elementos novos. Cabe ressaltar que não houve necessidade de incluir novas categorias ou em modificar a estrutura original;
- o processo de análise do *Corpus 2* foi relativamente mais rápido do que do *Corpus 1*, dado que foi apoiada por uma taxonomia;
- as totalizações resultantes do agrupamento de relatos com os mesmos erros evidencia a existência de situações e elementos taxonômicos recorrentes, ajudando a identificar elementos deficientes no sistema que induzem situações de erro.

É importante ressaltar que a taxonomia pode ser utilizada tanto para apoiar a geração de relatos quanto para apoiar a etapa de análise. Contrastando com outras taxonomias ((van der Schaaf and Habraken 2005) ou (Shorrocks 2002)), a taxonomia não impõe um preenchimento linear, permitindo que o relator inclua os elementos de acordo com sua memória ou conveniência. A ferramenta de apoio à taxonomia oferece uma visão global dos elementos selecionados para compor um relato e, a que categoria pertencem. Este é um aspecto que contrasta com a restrição imposta na aplicação do CREAM (Hollnagel, Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM) 1998).

A construção de mapas conceituais para cada grupo de erro, levou aos seguintes resultados:

- associar a categorização do erro à Sequência de Tomada de Decisão (Rasmussen);
- identificar quais termos estão relacionados à ocorrência de um erro em particular:
 - o tanto em um relatório;
 - o quanto em vários relatórios do corpus (através da sobreposição).
- verificar as hipóteses a partir do confronto das ocorrências do *Corpus 1* com as ocorrências do *Corpus 2*.
 - o cinco das treze hipóteses foram confirmadas em ambos os corpora;
 - o três das treze hipóteses originalmente formuladas foram modificadas em função de novas ocorrências que compõem o *Corpus 2*;
 - o oito das treze hipóteses não puderam ser confirmadas, pois as situações descritas só foram observadas no *Corpus 1*. Entretanto deve-se levar em conta que estas hipóteses dizem respeito ao conjunto de erros de menor

grau de incidência, demandando um número maior de relatórios com estes tipos de erro para evidenciar um padrão de relação;

- a partir da análise do *Corpus 2* foram formuladas três novas hipóteses.

Cabe observar que a construção de um só mapa conceitual para representar os erros ocorridos em todo um *corpus* é uma tarefa árdua. Portanto optou-se pela construção de mapas conceituais individuais, a exemplo do mapa ilustrado no exemplo do Capítulo 6. Por outro lado, a sobreposição de mapas conceituais possibilita identificar padrões de relação entre fatores presentes no contexto, a conduta do operador e o erro, tal como discutido no Capítulo 5 - Análise dos Corpora 1 e 2, na seção 5.4.

Com base no mapa conceitual é possível evidenciar as relações entre elementos, consistindo em uma importante ferramenta de análise de ocorrências, mais frequentes ou mais graves. Recomenda-se a adoção de mapas conceituais como uma estratégia complementar a análise do erro com base em taxonomia.

7.1.2 Perfil do usuário e o estudo do erro

A proposição de um perfil de usuário abrangendo aspectos objetivos e cognitivos (POCUs) resultou da pesquisa bibliográfica. Este foi complementado por termos advindos da análise dos relatórios. Neste trabalho, além de complementar a taxonomia e apoiar a análise do erro, o perfil do usuário foi utilizado para alimentar os parâmetros de um modelo programável do operador, utilizado no estudo do erro.

7.2 Limitações existentes

A taxonomia tem como foco o contexto de operação de sistemas elétricos, mais especificamente a operação de subestações destes sistemas. Uma vez que a taxonomia foi concebida para apoiar o relato de acidentes, pode não ser adequada ao relato de incidentes. Esta limitação pode ser superada com a inclusão de novos termos/elementos na estrutura existente.

7.2.1 Resiliência, Confiança, Segurança

Resiliência é “a habilidade de prevenir que algo indesejável aconteça; a habilidade de prevenir que algo indesejável se torne ainda pior; ou a habilidade de se recuperar quando algo indesejável acontece” (Westrum 2006). Ainda segundo Westrum, a engenharia da resiliência busca não apenas explicar o que aconteceu e o que deveria ter sido feito quando da ocorrência, mas principalmente aprender com os incidentes para entender as variabilidades e os limites do sistema, e assim poder prever e preparar sistema e operador para ocorrências futuras.

Uma discussão sobre resiliência e seu papel no projeto de sistemas buscando segurança pode ser encontrada em (Falzon 2007). O autor aborda a dificuldade em considerar a resiliência no projeto de sistemas, sugerindo a necessidade de seguir o ponto de vista de Woods, ou seja, “distinguir a resiliência entre dois tipos de objetivos organizacionais: *acute goals* relacionados à produtividade e *chronic goals* relacionados à segurança e confiança”. Segundo Falzon, a partir desta distinção é necessário selecionar entre um objetivo e outro e, encontrar um ponto de equilíbrio. “Caso contrário, as organizações operam, inconscientemente, a um nível de risco superior ao que estão dispostos a aceitar” (Falzon 2007).

A colocação de Falzon corrobora com os trabalhos de Hollnagel (Hollnagel, Woods and Leveson, Resilience Engineering: Concepts And Precepts 2006) e Dekker (Dekker 2007), nos quais são encontradas definições e debates sobre o que é, e o que cerca a resiliência. O estudo realizado na literatura é sintetizado no Quadro 7-1.

Quadro 7-1 -Relatórios de Acidentes vs Relatórios de Incidentes

| Relatórios de Acidentes | Relatórios de Incidentes |
|--|---|
| <p>Informações sucintas sobre a ocorrência</p> <p>De modo geral, tratam apenas:</p> <ul style="list-style-type: none"> + do erro, + das ações tomadas para recuperação e + as medidas para prevenção <p>Classificação de erros</p> <p>Taxonomia</p> | <p>Maior riqueza de detalhes</p> <p>Tratam:</p> <ul style="list-style-type: none"> + do quase erro, + do que levou a não errar, <p>+ as situações envolvidas no quase erro</p> <p>Classificação de quase erros</p> <p>Taxonomia</p> |

Neste trabalho o foco foi a análise de Relatórios de Acidentes em consequência do material disponível. Por outro lado durante esta pesquisa houve o acesso a um Banco de Dados de Incidentes da empresa. Mas, uma vez que não há uma taxonomia, nem uma estrutura ou padrão para os relatos, o conjunto de dados armazenado não contém informação suficiente para um estudo de resiliência, e possui inconsistências.

Como ilustrado no Quadro 7-1, para o projeto de sistemas resilientes são necessárias informações que não estão disponíveis. A partir da taxonomia proposta neste trabalho, e com o apoio da ferramenta desenvolvida para facilitar sua aplicação, espera-se poder registrar informações que permitam apoiar a concepção de sistemas resilientes.

7.3 Considerações finais

Seguem algumas limitações dos resultados alcançados.

Apesar da taxonomia possuir uma ferramenta desenvolvida, esta ainda não está atualizada com a versão mais recente da taxonomia; além de ainda não possuir o módulo para análise dos relatos.

A extensão do perfil do usuário (o POCUs) é válida para expor informações acerca da conduta do operador, porém a construção de um perfil de operador é uma atividade complexa necessitando maior aprofundamento e uma validação de seu conteúdo.

Não há uma forma automatizada para mapear a taxonomia em um mapa conceitual, o que representa um trabalho exaustivo ao transpor manualmente todos os dados e relações.

A taxonomia (e seu glossário) ainda não foram validados junto à empresa.

Apesar de ter sido possível comprovar algumas hipóteses, o volume de dados que resultou dos corpora estudados ainda é insuficiente para permitir uma análise estatística.

7.4 Trabalhos futuros

Segue uma lista com propostas de continuidade para este trabalho:

- validar a taxonomia e seus conceitos junto aos operadores, de modo a verificar se está correta e completa;
- completar a ferramenta de aplicação da taxonomia, incluindo novos elementos e o módulo de análise;
- mapear e analisar, utilizando a ferramenta, um terceiro *corpus* de relatórios, visando avaliar novas hipóteses elaboradas a partir da análise do *Corpus 2*, identificando as relações entre os elementos, a partir da construção de um mapa conceitual;
- aplicar o perfil do operador no projeto de interfaces, buscando validar os elementos comportamentais ali presentes;
- mapear e analisar um conjunto de incidentes com o apoio da ferramenta e da taxonomia;
- implementar na ferramenta o armazenamento do relato em XML para facilitar a exportação para a ferramenta de construção de mapas conceituais;
- ampliar o estudo acerca do TRACEr lite e sobre sua representação do mecanismo do erro visando adaptá-lo à taxonomia.

Do estudo realizado conclui-se que é possível identificar a relação entre o contexto, a conduta e o erro, com base na análise de relatórios de falhas ocorridas na operação de subestações elétricas, a partir do emprego de uma taxonomia e posterior mapeamento em um mapa conceitual. Para obter resultados estatísticos é necessário analisar um *corpus* contendo um número maior de relatórios que permita extrair padrões de relação. Propõe-se ainda a

adoção da abordagem da resiliência quando se tornar viável com a disponibilidade de relatos de incidentes.

Referências Bibliográficas

- Adamski, A.J., and R. Westrum. "Requisite Imagination: The Fine Art of Anticipating What Might Go Wrong." In *Handbook of Cognitive Task Design*, by E. Hollnagel. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 2003.
- Barbosa, J. G. "Relatório de Estágio Supervisionado." Relatório Técnico, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010, 72.
- Blandford, A., J. Back, P. Curzon, S.Y.W. Li, and R. Ruksenas. "Reasoning about human error by modeling cognition and interaction." *Resilience Engineering Symposium*. Juan les Pins, 2006.
- Bodart, F., A.M. Hennebert, J.M. Leheureux, and J. Vanderdonckt. "Towards a Dynamic Strategy for Computer-Aided Visual Placement." *Proc. of 2nd ACM Workshop on Advanced Visual Interfaces AVI'94*. New York: ACM Press, 1994. 78-87.
- Card, S.K., T.P. Moran, and A. Newell. *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1983.
- Cellier, J. M. "L'erreur humaine dans le travail." In *Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes*, by J. Leplat and G. De Terssac. Marseille, 1990.
- CHESF. "NO-OC.01.05." Norma de Operação, CHESF, 1997.
- . *Portal Corporativo da Chesf*. 2008.
http://www.chesf.gov.br/portal/page/portal/chesf_portal/paginas/inicio (accessed Junho 2010).
- Courage, C., and K. Baxter. *Understanding Your Users: A practical guide to user requirements*. Morgan Kaufmann Publishers - Elsevier, 2005.
- de Queiroz, J.E.R., R.C.L. de Oliveira, and M.de F.Q.V. Turnell. "WebQuest: A Configurable Web Tool to Prospect the User Profile and User Subjective Satisfaction." *11th International Conference on Human-Computer Interaction*. Las Vegas, 2005.
- Dekker, S. *Just Culture: Balancing Safety and Accountability*. Ashgate Publishing Company, 2007.
- Design/CPN. *Design/CPN Online Manuals*. University of Aarhus. August 2002.
www.daimi.au.dk/designCPN/ (accessed 2003).
- Falzon, P. "Enabling safety: issues in design and continuous design." *Cognition, Technology & Work*, April 05, 2007, 1 ed.
- Guérin, F., A. Laville, F. Daniellou, J. Duraffourg, and A. Kerguelen. *Comprendre le travail pour le transformer - La pratique de L'ergonomie*. Translated by G.M.J. Ingrassia. Ed. Edgard Blücher Ltda, 2001.
- Guerrero, C. V.S. *Modelo conceitual de cenários de acidentes causados pelo erro humano em sistemas industriais críticos com foco na concepção de interfaces ergonômicas*. Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande: UFCG, 2006.
- Guimarães, L.B.M. "Tomada de Decisão e Controle Cognitivo." In *Ergonomia Cognitiva*, by L.B.M. Guimarães. FEENG/UFRGS, 2004.
- Hollnagel, E. *Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM)*. Elsevier Science, 1998.
- . "Human Error." *NATO conference on human error*. Bellagio, Italy, 1983.
- Hollnagel, E., and D.D. Woods. "Cognitive systems engineering. New wine in new bottles." *International Journal of Man-Machine Studies*, 1983.
- . "Cognitive systems engineering: New wine in new bottles." *International Journal of Man-Machine Studies*, 1983.
- Hollnagel, E., D.D. Woods, and N. Leveson. *Resilience Engineering: Concepts And Precepts*. Ashgate Publishing, 2006.

- IBM. *IBM Rational Unified Process (RUP)*. www-01.ibm.com/software/awdtools/rup/.
- Isaac, A., S.T. Shorrock, and B. Kirwan. "Human Error in European Air Traffic Management: the HERA Project." *Reliability Engineering & System Safety*, 2002, 02 ed.
- ISO, International Organization for Standardization. "ISO 9241 - Ergonomic requirements for office work with visual display terminals." International Organization for Standardization, Geneva, 1998.
- Johnson, W. B., and W. B. Rouse. "Analysis and Classification of Human Errors in Troubleshooting Live Aircraft Power Plants." *IEEE Transactions on System, Man, and Cybernetics*, 1982, 3 ed.
- Leplat, J., and X. Cuny. *Introduction à la psychologie du travail*. Translated by H. Domingos. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1977.
- Lima, A. T.P. *Extração do contexto de trabalho para a concepção de interfaces ergonômicas*. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Campina Grande: UFCG, 2006.
- Markopoulos, P., J. Pycock, S. Wilson, and P. Johnson. "ADEPT - A task based design environment." *International Conference on System Sciences*. Hawaii: IEEE Computer Society Press, 1992. 587-596.
- Medeiros, F.P., P.B. Cordeiro, and B.J. Lula. "A graphical tool to support task description using TAOS formalism for UI design." *7th ERCIM Workshop*. 2002.
- Naoya, H. *Intention and Slips of Actions*. Technical Report, Kyoto: Kyoto University, 2001.
- Neto, J.A. do N. "Modelagem da Interface Homem-Máquina de uma Subestação Elétrica." Dissertação de Mestrado, Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2004.
- Neto, J.A.do N., M. de F.Q. Vieira, C. Santoni, and D. Scherer. "Proposing Strategies to Prevent the Human Error in Automated Industrial Environments." *HCI International 2009*. San Diego: Springer-Verlag, 2009. 279-288.
- Netto, A.V.S., Y.P.C. Aguiar, D. Scherer, and M. de F. Q. Vieira. "Context analysis during task execution: an operator model." *IADIS International Conference - Interfaces and human computer interaction 2009*. Portugal, 2009.
- Norman, D. A. "Design rules based on analyses of human error." *Communications of the ACM*, 1983, 4 ed.
- Novak, J.D., and A.J. Cañas. "The Theory Underlying Concept Maps and Howto Construct and Use Them." Technical Report IHMC CmapTools, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008.
- Paletz, S.B.F., C.R. Bearman, J. Orasanu, and J. Holbrook. "Socializing the Human Factors Analysis and Classification System: Incorporating social psychological phenomena into a human factors error classification system." *Human Factors*, 2009: 435-445.
- Paternò, F. "Tools for Task Modelling: Where we are, Where we are headed." *1st International Workshop on Task Models and DIAGrams for user interface design - TAMODIA*. Bucharest, 2002.
- PMI. *PMI - Project Management Institute*. <http://www.pmi.org/CareerDevelopment/Pages/AboutCredentialsPMP.aspx>.
- Rasmussen, J., A.M. Pejtersen, and L.P. Goodstein. *Cognitive Systems Engineering*. John Wiley & Sons, Inc., 1994.
- Rasmussen, J., O. M. Pedersen, A. Carmino, M. Griffon, and P. Gagnolet. *Classification system for reporting events involving human malfunctions*. RISO National Laboratory, Denmark: RISO National Laboratory, 1981.
- Reason, J. *Human Error*. Cambridge University Press, 1990.
- Reason, J. "A framework for classifying errors." In *New Technology and Human Error*, by J. Rasmussen, K. Dunkan and J. Leplat. John Wiley & Sons Ltd., 1987a.
- Reason, J. "A preliminary classification of mistakes." In *New Technology and Human Error*, by J. Rasmussen, K. Dunkan and J. Leplat. John Wiley & Sons Ltd., 1987b.

- Scherer, D. "Análise da relação entre o contexto da atividade e o comportamento do usuário em situações de erro." Relatório Projeto e Pesquisa 3, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.
- Scherer, D., A.V. Netto, M. de F.Q. Vieira, and Y.P.C. Aguiar. "Analyzing the behavior of electric systems operator through a formal programmable model derived from the user profile." *IADIS International Conference Interfaces and Human Computer Interaction 2010*. Freiburg, 2010.
- Scherer, D., and M. de F.Q. Vieira. "Accounting for the Human Error when Building the User Profile." *Proceedings of the third IASTED International Conference Human-Computer Interaction*. Zurich: ACTA Press, 2008.
- Scherer, D., R.C. da Costa, J.G. Barbosa, and M. de F.Q. Vieira. "Taxonomy Proposal for the Description of Accidents and Incidents in Electrical Systems Operation." *ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems*. Berlin, 2010.
- Schneiderman, B. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Addison Wesley, 2004.
- Shappel, S.A., and D.A. Wiegmann. "The Human Factors Analysis and Classification System - HFACS." FAA Civil Aeromedical Institute, 2000.
- Shorrock, S.T. "Error classification for safety management: Finding the right approach." *Proceedings of a Workshop on the Investigation and Reporting of Incidents and Accidents*. Glasgow: University of Glasgow, 2002.
- Software Engineering Institute. *Capability Maturity Model Integration*. <http://www.sei.cmu.edu/cmml/>.
- Turnell, M.de F.Q.V. "Accounting for Human Errors in a Method for the Conception of User Interfaces." *International Mediterranean Modelling Multi-Conference - I3M'04*. Genova, 2004. 122-130.
- van der Schaaf, T.W., and M.M.P. Habraken. "PRISMA-Medical - A brief description." Technische Universiteit Eindhoven, 2005.
- van Eekhout, J. M., and W. B. Rouse. "Human Errors in Detection, Diagnosis, and Compensations for Failures in the Engine Control Room of a Supertanker." *IEEE Transactions on System, Man, and Cybernetics*, 1981, 12 ed.
- Vidal, M.C.R., P.V.R. Carvalho, M.S. Santos, and I.J.L. Santos. "Collective work and resilience of complex systems." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 2009.
- Wells, D. *Extreme Programming: a gentle introduction*. <http://www.extremeprogramming.org/>.
- Westrum, R. "A Typology of Resilience Situations." In *Resilience Engineering: Concepts And Precepts*, edited by E. Hollnagel, D.D. Woods and N. Leveson. Ashgate Publishing, 2006.
- WHO, World Health Organization. *International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)*. www.who.int/classifications/icf/en/.

Anexo A. Modelo da Seqüência de Decisão Humana

Em um relatório técnico, Rasmussen et al. (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981), apresentam uma série de categorias para reportar incidentes industriais e eventos envolvendo *Erros Humanos*. Dentre as categorias expostas, uma delas é a *Disfunção Humana Interna*, cujo grafo, exposto na Figura A-1, explicita a seqüência da tomada de decisão, que por sua vez serve de base para a definição da classificação do erro humano em trabalhos de outros autores.

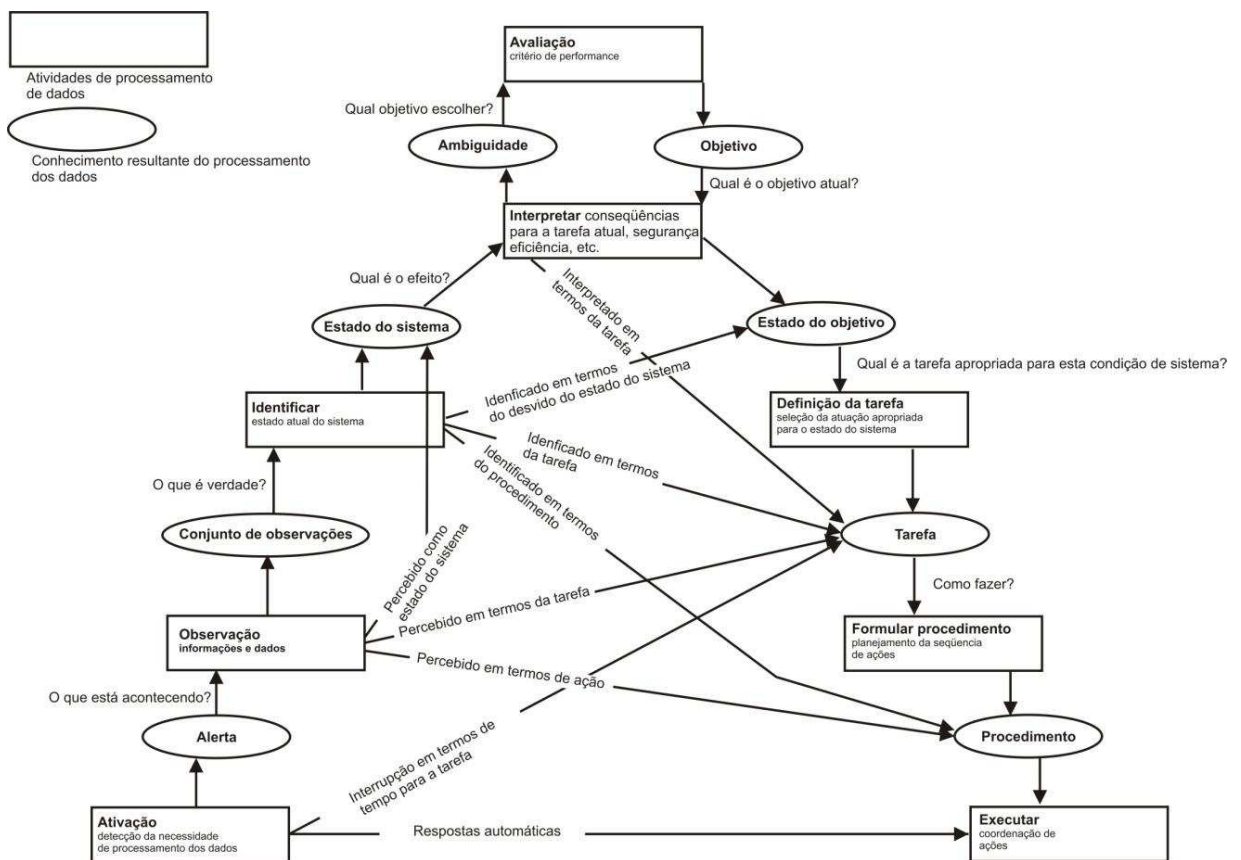


Figura A-1- Modelo da seqüência de decisão humana (extraído de (Rasmussen, Pedersen, et al. 1981))

Anexo B. Habilidade, Regras e Conhecimentos (SRK)

Rasmussen et al., apontam em (Rasmussen, Pejtersen and Goodstein, Cognitive Systems Engineering 1994), que “os seres humanos possuem modos diferentes de controlar a sua interação com o ambiente e os recursos cognitivos, bem como as preferências subjetivas, que dependem muito de um ponto de partida próprio entre as características do domínio de trabalho e as exigências dos vários modos de controle cognitivos”. Sendo que, segundo os autores, o controle cognitivo humano pode ser considerado como uma função de controle organizada em diversos níveis de percepção, ação e processamento da informação.

De forma mais resumida, os autores apontam que os modos de controle cognitivo das atividades podem ser divididos em três níveis (Quadro B-0-1).

Quadro B-0-1 - Níveis de controle cognitivo (SRK)

| | |
|---------------------------------|--|
| Controle baseado em habilidades | <ul style="list-style-type: none">- tido como o nível elementar de atividade cognitiva, abrange as habilidades sensório-motoras. A dinâmica baseia-se em “tempo real, multivariável e coordenação síncrona de movimentos físicos com um ambiente dinâmico”. Assim, o processo pode ser resumido como sendo um constante ajuste entre os estímulos recebidos e a sincronia com o modelo mental que o usuário possui da atividade.- cabe observar que determinados tipos de atividades puramente motoras podem ser executadas de forma que a mente esteja livre para atender a outras demandas.- os autores ressaltam que, durante atividades baseadas em habilidades, o controle de alto nível pode ser ativado, visando antecipar demandas e preparar o “sistema humano”.- este conhecimento é considerado tácito, ou seja baseado em um repertório de comportamentos sem um controle consciente. |
| Controle baseado em regras | <ul style="list-style-type: none">- tido como o sistema intermediário, basicamente é descrito como controlar a seqüência através de regras.- geralmente é um sistema que exige preparação prévia do usuário para que a performance da atividade não seja prejudicada.- diferentemente do sistema baseado em habilidades, neste caso há uma exigência maior de que usuário mantenha-se centrado na atividade, para se manter em sincronia com a interação.- de modo geral, há uma relação entre maior sucesso na |

| | |
|----------------------------------|--|
| | execução com o usuário ter tido mais experiência com cenários similares, uma vez que cerne deste controle está em o usuário associar uma ação a uma condição familiar. |
| Controle baseado no conhecimento | <ul style="list-style-type: none"> - tido como o sistema de mais alto nível é utilizado para criar alternativas para resolução de problemas. - neste nível, o controle é baseado em um modelo simbólico e mental que representa os conhecimentos internos e regulares do comportamento do ambiente de trabalho. Desta forma a informação é interpretada simbolicamente com referência a este modelo. |

Os autores ressaltam que tarefas, geralmente, são analisadas em termos de seqüências de ações separadas, porém diversas funções do “sistema humano” são ativadas ao mesmo tempo (Quadro B-0-2), de modo que os diversos níveis de atividade interagem dinamicamente com o ambiente que rodeia o indivíduo (Figura B-2).

Quadro B-0-2 - A interação entre os níveis de modo de controle cognitivo (Rasmussen, Pejtersen and Goodstein, Cognitive Systems Engineering 1994)

| Modo de controle cognitivo | Funções mentais | Características temporais | Relacionado ao mundo real |
|-----------------------------------|---|---|----------------------------------|
| Conhecimento | planejamento em termos do raciocínio funcional por meios do modelo simbólico | <i>Achronic</i> , escala temporal não é mantida em um raciocínio causal | como pode ser |
| Regras | planejamento em termos de revisão do passado e teste do futuro, predição de cenários | Assíncrono, escala temporal é mantida mas não sincronizada | como foi e pode ser |
| | atenção sobre classificação baseada em dicas e mudança de ações alternativas | Síncrono, operação no atual espaço de tempo, porém não sincronizado | como é |
| Habilidades | encadeamento baseado em dados de sub-rotinas com interrupção do consciente, escolha baseada em regras em caso de ambigüidade ou desvio do estado atual do modelo de mundo interno | Sincronizado com o mundo real, operação em tempo real. | como é |

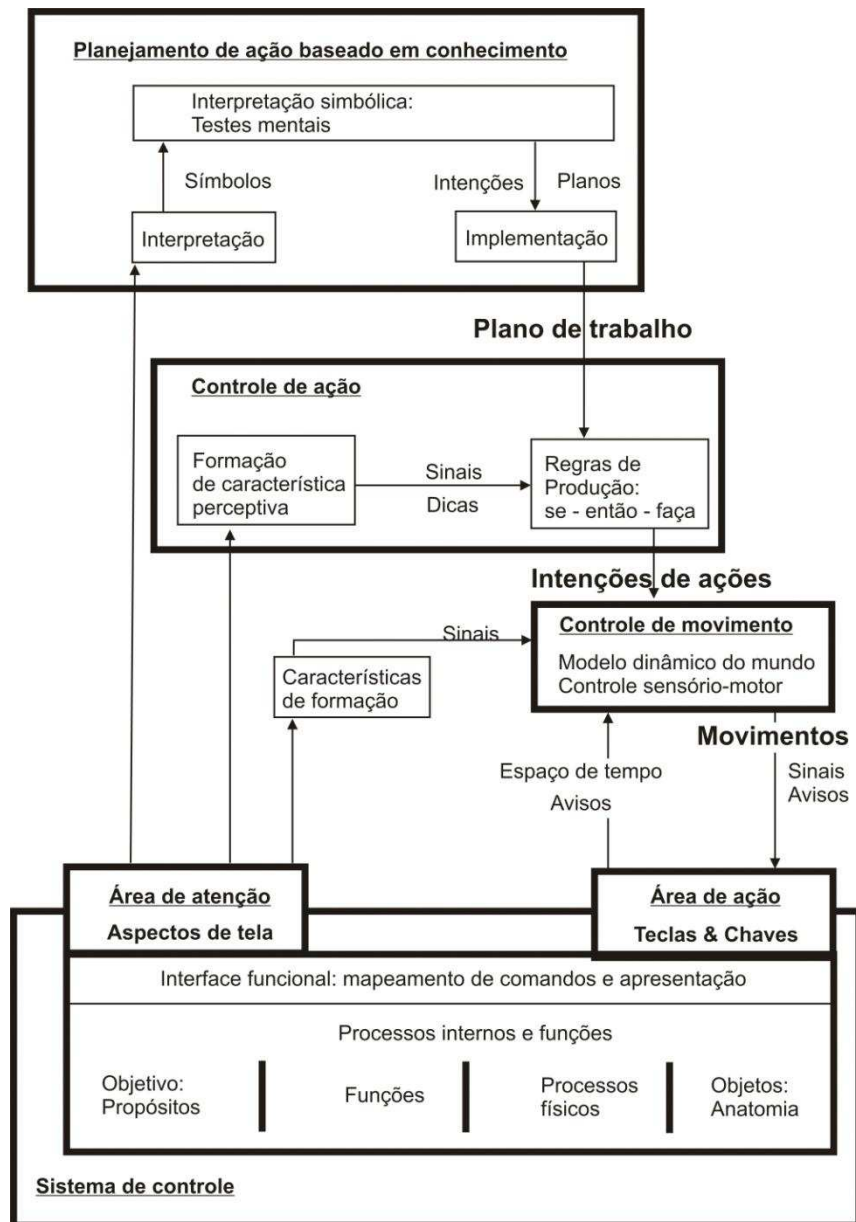
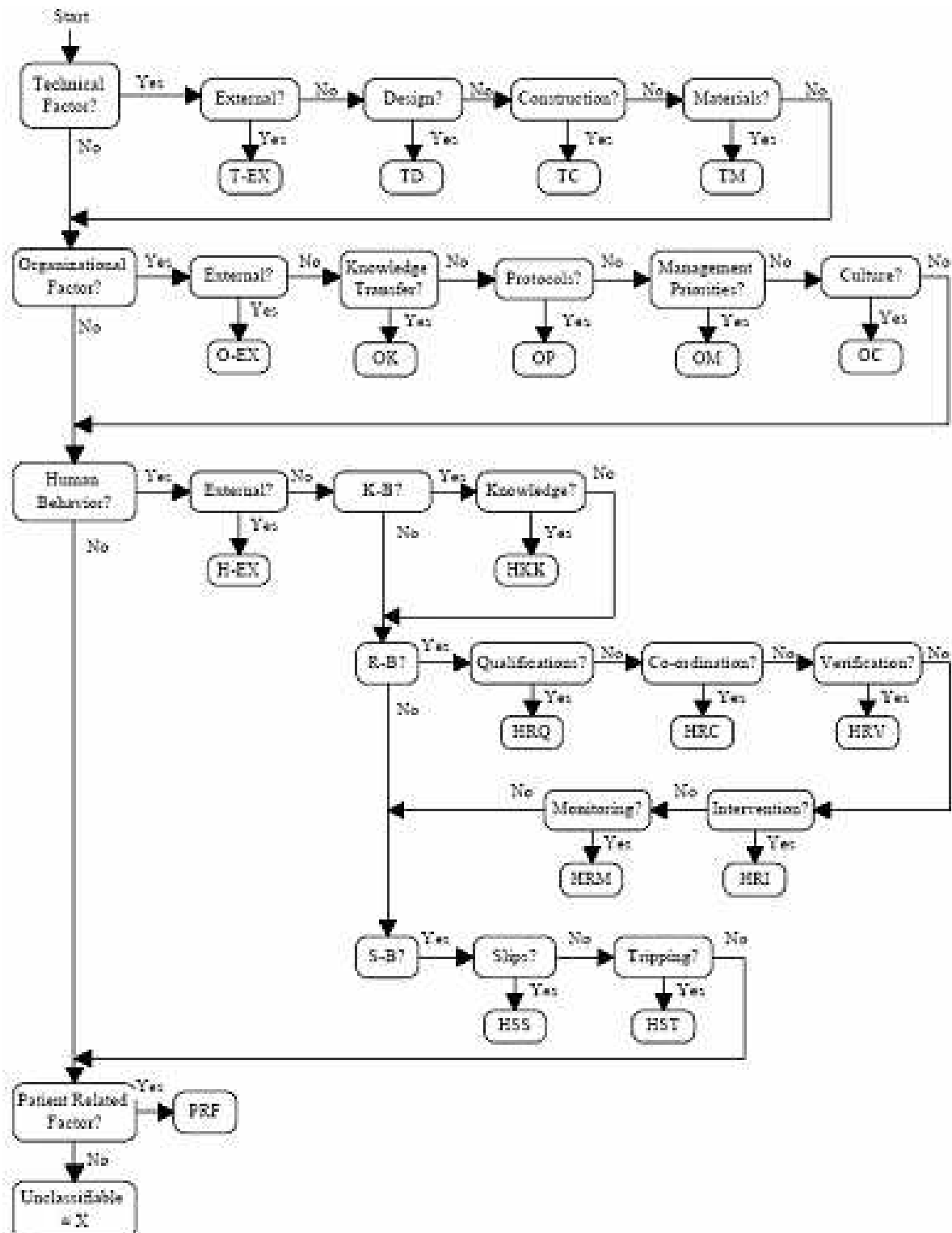


Figura B-2 - Relação dos níveis de cognição e níveis de interpretação do conteúdo do espaço de trabalho (Rasmussen, Pejtersen and Goodstein, Cognitive Systems Engineering 1994)

Anexo C. Modelo ECM



Modelo de Classificação Eindhoven: versão médica (extraído de (van der Schaaf and Habraken 2005)

Anexo D. Relação entre elementos x perfis estudados x perfis propostos

| | Courage&Baxter | DePerUSI | ISO 9241-11 | ICF |
|-----------------------|----------------|-----------------------------|------------------------------------|---|
| Perfil Pessoal | - idade | - faixa etária | - idade | - data de nascimento |
| | - gênero | - Sexo | - gênero | - gênero |
| | | | | - nome |
| | - endereço | | | - endereço |
| | | | | - estado civil |
| Perfil Clínico Físico | | - Destreza Manual | | - Mão dominante |
| | | | | - altura |
| | | | | - peso |
| | | | - capacidades físicas | - funções sensoriais e de dor |
| | | - Uso de Corretivos Visuais | - limitações/incapacidades físicas | - visual |
| | | | | - sonora |
| | | | | - equilíbrio |
| | | | | - extras |
| | | | | - paladar |
| | | | | - olfato |
| | | | | - tato |
| | | | | - temperatura/pressão/vibração |
| | | | | - funções de produção sonora e discurso |
| | | | - funções psicomotoras | |

| | | | | | |
|---|--|-----------|-------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| | | | | - estrutura corporal | |
| | | | | - mobilidade | |
| | | | | - funções clínicas gerais | |
| Perfil Psíquico/Mental | - responsabilidades | | | - consciência | |
| | | | | - orientação | |
| | | | | - funções intelectuais | |
| | | | | - disfunções psicológicas globais | |
| | - valores e atitudes (preferências por produtos, medo de tecnologia, usuário iniciante, tecnofóbico) | | - atitude | | - temperamento e personalidade |
| | | | | | - extrovertido/introvertido |
| | | | | | - cordato |
| | | | | | - responsável |
| | | | | | - estabilidade psíquica |
| | | | | | - inovador / empreendedor |
| | | | | | - otimista/pessimista |
| | | | | | - confiante |
| | | | | - confiável | |
| | | | | - energia e motivação | |
| | | | - motivação | | - níveis de energia |
| | | | | | - motivação |
| | | | | - apetite | |
| | | | | - desejar/implorar | |
| - erros críticos (conseqüências quando na ocorrência de erros do usuário) | | | | - controle de impulsividade | |
| | | - atitude | | - atenção | |
| - erros críticos (conseqüências quando na ocorrência de erros do usuário) | | | | - memória | |
| | | | | - funções emocionais | |
| | | | | - funções de percepção | |
| - valores e atitudes | | - atitude | | - funções de pensamento | |

| | | | | |
|----------------------|---|---|--|---|
| | | | - habilidade intelectual | - funções cognitivas de alto nível |
| | | | | - abstração |
| | | | | - organização e planejamento |
| | | | | - gerenciamento de tempo |
| | | | | - flexibilidade cognitiva |
| | | | | - insight |
| | - erros críticos (consequências quando na ocorrência de erros do usuário) | | | - julgamento de situações |
| | - erros críticos (consequências quando na ocorrência de erros do usuário) | | | - resolução de problemas |
| | | | | - funções mentais de linguagem |
| | | | | - funções de cálculo |
| | | | | - funções mentais para seqüenciamento de movimentos complexos |
| | | | - funções mentais sobre identidade | |
| - valores e atitudes | | | - atitudes | |
| Perfil Profissional | - conhecimento do domínio (compreensão da área do produto) | - Experiência Prévia com o Produto - Tempo de Uso do Produto - Frequência de Uso do Produto | - habilidade/conhecimento com o produto | |
| | - experiência com informática (nível, tempo de experiência) | - Experiência Computacional Prévia - Frequência de Uso de Sistemas Computacionais | - habilidade/conhecimento com o sistema | |
| | | | - experiência na tarefa | |
| | - tempo de experiência na posição profissional | | - experiência no cargo/empresa | |
| | - cursos extras | | - nível de treinamento | |
| | | - Tempo de Uso de Sistemas Computacionais | - habilidade com dispositivos de entrada | |
| | - cursos extras | | - qualificações | |
| | | - habilidades de linguagem/comunicação | - Atividades e Participação - comunicação | |

| | | | | |
|-------------------|--|---|---|---|
| | - Experiência com produtos similares | - Experiência Prévia com Produtos Similares - Tempo de Uso de Produtos Similares | - conhecimentos gerais | |
| | - empregos e posições anteriores | | | |
| | - estilo de aprendizado (visual, auditivo, sensitivo) | | | - Atividades e Participação - aprendendo e aplicação do conhecimento |
| | - tempo de companhia | | | |
| | - grau educacional | - Nível Acadêmico | | - tempo de educação formal |
| | - posição profissional - responsabilidades | | - organizacional - estrutura - cargo | - cargo atual |
| | - compatibilidade educacional com a função - status sócio-econômico | | | - Atividades e Participação - major life areas |
| Perfil Ambientais | - tecnologia disponível | - Discriminação de Produtos Similares Utilizados | | - acesso a produtos e tecnologias |
| | | | - ambiente físico | - mudanças ambientais naturais e não-naturais |
| | | | - condições do espaço de trabalho | |
| | | | - atmosféricas | |
| | | | - térmica | |
| | | | - ruído | |
| | | | - visual | |
| | | | - instabilidade do ambiente | |
| | | | - projeto do espaço | |
| | | | - espaço | |
| | | | - localização | |
| | | | - organizacional | - apoio pessoal |
| | | - estrutura | | |
| | | - grupo/individual | | |
| | | - assistência/auxílio | | |

| | | | |
|--------------------------|--|--|--|
| | | - estrutura de gerência | |
| | | - estrutura de comunicação | |
| | | - ambiente físico - projeto do espaço - postura dos indivíduos | - atitudes perante apoio pessoal |
| | | - organizacional | - sistema, serviços e políticas |
| | | - estrutura | |
| | | - hora de trabalho | |
| | | - grupo/individual | |
| | | - cargo | |
| | | - assistência/auxílio | |
| | | - interrupções | |
| | | - estrutura de gerência | |
| | | - estrutura de comunicação | |
| | | - política da empresa | |
| | | - uso do computador | |
| | | - auxílio | |
| | | - relações | |
| | | - <i>job design</i> | |
| | | - flexibilidade | |
| | | - monitoramento de performance | |
| | | - feedback | |
| | | - autonomia | |
| | | - ambiente técnico | |
| | | segurança do ambiente de trabalho | |
| - status sócio-econômico | | | - Atividades e Participação - comunidade, sociedade e vida cívica |

Anexo E. Glossário da Taxonomia - versão Relato

E.1. Programação

E.1.1. Equipe

E.1.1.1. Incompleta

Quando a equipe está incompleta (ex.: Somente um operador disponível em função de férias; Equipe incompleta e trabalhando em horário de folga; Faltou um operador).

E.1.1.2. Insuficiente

Quando são necessários mais operadores do que o normativo determina (ex.: Somente um operador é insuficiente; Número insuficiente de operadores na sala de comando).

E.1.2. Planejamento inadequado dos recursos materiais

E.1.2.1. Material errado

Quando foram separados os materiais errados para execução da atividade (ex. pegar a chave errada para o cadeado).

E.1.2.2. Material desnecessário

Quando foram separados materiais não necessários para execução da atividade (ex. pegar uma chave de cadeado que não era necessária).

E.1.2.3. Material insuficiente

Quando foram separados materiais insuficientes para a execução da atividade (ex. não separou previamente a chave do cadeado).

E.1.3. Planejamento inadequado do tempo, superposição de intervenções

Excesso de tarefas planejadas.

E.1.4. Deficiência de análise funcional

Quando não ocorre a análise adequada da situação (em tempo de programação) (ex. Deficiência de análise da manobra em si; Falta de observação do conteúdo do PGM/RTM).

E.1.5. Tempo normatizado é inadequado

E.1.5.1. Tempo demais

E.1.5.2. Tempo de menos

Tempo padrão é insuficiente

E.1.5.3. Inadequado devido a fatores externos

Devido a fatores externos ou situações imprevistas, não há tempo para uma análise funcional adequada (ex. Equipamento entregue antes do horário programado; Insuficiente devido a ser manobra de urgência).

E.1.6. Comunicação

E.1.6.1. Intervenção não informada

Quando a intervenção não foi adequadamente informada, através dos canais e meios normais (ex.: Intervenção não informada).

E.1.6.2. Documentação incompleta

Quando a documentação enviada está incompleta (ex.: Feito pré-operação desconhecendo o planejamento executivo).

E.1.6.3. Documentação atrasada

E.1.7. Ausência de coordenação de intervenção

Quando há confusão quanto a responsabilidade das equipes ou do pessoal envolvido.
ex. confusão quanto as responsabilidades das equipes envolvidas.

E.1.8. Características da tarefa

E.1.8.1. Simples e rotineira

E.1.8.2. Complexa e rotineira

E.1.8.3. Simples e não rotineira

E.1.8.4. Complexa e não rotineira

E.1.9. Circunstância da ocorrência da tarefa

E.1.9.1. Programadas

E.1.9.2. Emergência

E.1.9.3. Urgência

E.1.9.4. Última programada

E.1.10. Momento do dia

E.1.10.1. Diurno

E.1.10.2. Noturno

E.1.11. Momento do turno

E.1.11.1. Início

E.1.11.2. Meio

E.1.11.3. Fim

E.1.11.4. Horário de carga máxima

E.1.12. Momento da manobra

E.1.12.1. Durante preparação da instalação ou sistema

E.1.12.2. Durante recomposição do sistema ou instalação

E.1.12.3. Durante liberação de equipamento

E.1.12.4. Durante normalização do equipamento

E.1.12.5. Durante execução da manutenção

E.1.12.6. Durante operação de rotina

E.2. Execução

E.2.1. Improvisação

Quando o operador improvisa (ex. uso de um roteiro adaptado).

E.2.2. Descontinuidade

Quando da interrupção de ações ou da seqüência de ações devido a um evento externo (ex. quando existem tarefas a serem feitas pela mesma pessoa em locais distintos (pátio e sala de comando, por exemplo)).

E.2.3. Falta de verificação

E.2.3.1. Estado do objeto antes da ação

E.2.3.2. Estado do objeto depois da ação

E.2.3.3. Objeto/equipamento em que deveria atuar

(ex.: Não confirmação do equipamento a ser manobrado; Operador não verificou se era a chave certa; Operador não verificou a lâmpada; Não confirmação do estado das chaves e disjuntores através dos dispositivos de sinalização e medição)

E.2.3.4. Seqüência realizada

E.2.4. Falta de acompanhamento de cada ação

passo a passo com o colega de equipe (ex.: Operador não seguiu o normativo de seguir

passo a passo com o supervisor; Não fez recheck)

E.2.5. Execução de atividades simultaneamente

ex.: Anotou os itens da PGM em bloco e não um a um; Operador comandava e fazia os registros no RSO ao mesmo tempo, para ganhar tempo; Comando ao ver item 1.11 sem horário arbitrou um ao invés de confirmar com operador sua execução; Falta explicitar confirmação de manobras das chaves do pátio.

E.2.6. Não utilização de material de apoio

Quando o operador não utiliza a PGM, instrução interna (ex.: Não utilizou a instrução interna; Não levou PGM para o pátio).

E.2.7. Descumprimento do normativo

Diz respeito a quando o operador descumpre as determinações do normativo. Ex. Não foi usado o rádio para intercomunicação;

E.2.8. Descumprimento de procedimentos

E.2.9. Falta de delimitação com sinalização adequada

Compreendendo tanto a não delimitação (ex.: Não delimitação; Falta de sinalização antes do início da manobra; Falta do anti-bobeira sobre a chave; Falta de copinhos nos painéis adjacentes), quanto que houve sinalização inadequada, gerando sobrecarga de informações (ex.: Retirada indevida do anti-bobeira).

E.2.10. Houve falta de entrosamento e comunicação entre órgãos

Quando há dificuldades em função da falta de entrosamento e comunicação entre as partes envolvidas (ex.: Falha de comunicação; Falha de comunicação entre supervisor e operador; Houve atropelo de informações entre operador e CROL).

E.2.11. Ferramental inadequado

Quando o ferramental disponível não está funcionando adequadamente. Ex. a chave que é motorizada não está funcionando de forma adequada, pois tem de ser trabalhada na manivela.

E.3. Mão de obra

E.3.1. Condições físicas

E.3.1.1. Doença

Quando o operador possui uma doença ou deficiência permanente (ex.: labirintite).

E.3.1.2. Limitação temporária

Quando o operador possui uma limitação temporária ou é acometido por um mal temporário (ex.: insolação; estar com o pé quebrado).

E.3.1.3. Demanda fisiológica

Quando o operador possui uma demanda fisiológica (ex.: Operador com fome).

E.3.2. Desconhecimento da configuração

E.3.2.1. Imperícia

Quando o operador age de forma imprudente (ex.: Falta de valorização das manobras mais simples; Não valorizou lista de pré-manobras).

E.3.2.2. Falta de capacitação técnica

Quando o operador realiza atividade fora do seu domínio. ex.: Modelo mental difere da planta.

E.3.2.3. Inexperiência

Quando o operador precisa de mais treinamento (ex.: Falta internalização da confirmação de manobras do pátio; Inexperiência - operador em treinamento; Inexperiência - comando há pouco tempo como supervisor (1 mês na função); Relatório recomenda treinar os operadores).

E.3.3. Auxílio/Suporte

E.3.3.1. Apoio logístico

Quando há dificuldades ou mesmo inexistente o suporte necessário para a realização de uma tarefa. Ex. dia de semana não é muito problemático, mas no final de semana que eles tenham de fazer uma manobra que vá precisar do apoio logístico da manutenção.

E.3.3.2. Transporte

Quando há dificuldades relacionadas ao transporte, podendo ser tanto para chegar ao trabalho quanto para se deslocar para atender contingências. Ex. existe um sistema de transporte 24h, que vai buscar e deixar o operador. Pode ser que seja relacionado ao carro disponível para atender contingências, que poderia ser velho e “ruim” de usar.

E.3.4. Estressores

E.3.4.1. Hora-extra

Quando há operadores de férias há um peso maior de trabalho. Questão de treinamento, uns trabalharam de manhã, outros de madrugada e agora a tarde estão em um treinamento.

E.3.4.2. Mudança de rotina do operador

ex.: Primeiro turno do operador pós-férias; Mudança de rotina (necessidade de confirmar chaves motorizadas no pátio); Mudança de rotina do operador;

E.3.4.3. Monitoramento

E.3.4.4. Feedback

E.3.5. Relacionamento deficiente

ex.: Problemas pessoais; Operador prefere manobrar só

E.3.6. Dificuldade financeira

ex.: Dificuldade financeira.

E.3.7. Estado

E.3.7.1. Ansiedade

ex.: Estado emocional da equipe.

E.3.7.2. Cansaço/fadiga

ex.: Cansaço/sonolência.

E.3.7.3. Confusão

ex.: Confundiu liberação de disjuntor com de LT.

E.3.7.4. Distração/desatenção/falta de concentração

ex.: Perda de concentração; Desconcentração; Desconcentração devido a pressa; Divisão da atenção (atendimento de celular e recebimento de ordem do CROL); Falta de concentração; Falta de centramento na execução da tarefa.

E.3.7.5. Estresse

E.3.7.6. Euforia

ex.: Operador estava feliz / euforia do operador (recebeu restituição do IR)

E.3.7.7. Excesso de autoconfiança/autoconfiança

ex.: Excesso de confiança

E.3.7.8. Excesso de concentração

Situação em que por estar focado demais em um sintoma do sistema, o operador não percebe o entorno de forma adequada, implicando em uma distração (ex.: por estar focado em observar o equipamento, acabou pisando em falso).

E.3.7.9. Pressa

ex.: Pressa na execução para ganhar tempo; Pressa na execução para liberar o equipamento.

E.3.7.10. Desmotivação

A empresa CHESF é a que dá mais lucro no setor, mas não é o melhor salário. Pode ser também muitos anos no turno e almeja estar em um patamar salarial melhor. Quando não há perspectiva de promoção.

E.3.8. Pressão

Quando há fatores externos ao operador que dificultam sua atividade. Normalmente advindo do estresse. (ex.: Capacidade de interpretação foi inibida em função de haver uma intervenção pela equipe de linha energizada; Bloqueio mental; Pressão psicológica para execução das tarefas com maior rapidez).

E.3.9. Qualidade do repouso

E.3.10. Ritmo de trabalho imposto é ruim?

E.3.11. Comunidade, sociedade e vida cívica

E.3.12. Experiência na tarefa

E.3.13. Experiência no cargo

E.3.14. Tarefa considerada simples

E.4. Material

E.4.1. Instruções técnicas/normativas deficientes

E.4.1.1. Falta de documentação específica

Quando a atividade não possui uma documentação específica. ex.: Falta documentação específica; Uso de roteiro de manobras adaptado

E.4.1.2. Falta de padronização no procedimento

Quando a documentação encontra-se em formato/conteúdo diferente do padrão. ex.: Falta de padronização da PGM; Recomendação verbal da ação

E.4.1.3. Falta de clareza na documentação

Quando a documentação permite interpretação ou entendimento ambíguo. ex.: Instrução não era clara sobre o que fazer nos itens; Falta de clareza na instrução ou norma, podendo gerar interpretação duvidosa

E.4.1.4. Excesso de ações para um mesmo item

Quando há mais de uma manobra no mesmo item do roteiro. ex.: Excesso de manobras para um item; Duas ações diferentes num mesmo item para serem executadas em locais diferentes

E.4.1.5. Item com ações para serem executadas em locais distintos

E.4.2. Desenhos desatualizados/inexistentes (seria documentação?)

Podem ser os desenhos funcionais, porém a operação não possui um desenho atualizado. Quem realmente precisa e utiliza é o serviço de proteção.

E.4.3. Projeto inadequado (ideal seria material de apoio inadequado)

Questão da cadeira não ser ergonômica, da mesa não ser ergonômica, do computador ser antigo, ou seja, material de apoio ao trabalho.

E.4.4. Falta de sobressalentes / falta de material

Quando não há material suficiente para a execução da atividade. ex.: Falta material padronizado para sinalização; Faltaram copinhos para tantas intervenções simultâneas

E.5. Equipamentos

E.5.1. Fadiga ou deterioração de componentes

ex.: SE em período elevado de intervenções

E.5.2. Instrumental deficiente

Multitest analógico pode ser considerado obsoleto, uma vez que já existe o digital.

Caixas de teste de proteção.

ex.: Hand Talk gerou dificuldade.

E.5.2.1. Qualidade

E.5.2.2. Calibração

E.5.2.3. Manutenção

E.5.2.4. Obsoleto

E.5.3. Equipamento obsoleto?

E.5.4. Equipamento funcional?

E.5.5. Problemas com a sinalização

Referentes a alarmes sonoros e visuais.

E.5.5.1. Insuficiente

ex.: Sinalização insuficiente, podendo confundir o operador

E.5.5.2. Excessiva

ex.: Sinalização excessiva

E.5.5.3. Ineficiente

Cadeado mal fechado e abrindo sem necessitar de chave.

E.5.6. Padronização da interface

E.5.6.1. Diferença de padronização visual

ex.: Falta de padronização da empresa quanto a sinalização

E.5.6.2. Diferença de padronização funcional

ex.: Chaves de comando em ordem inversa

E.5.6.3. Terminologia inadequada

ex.: Falta de padronização (terminologia é inadequada)

E.5.6.4. Problemas de zoom

ex.: Enquadramento/zoom inadequado, podendo gerar conflito de interpretação

E.5.6.5. Problemas de representação gráfica

ex.: Representação gráfica muito próxima de modo a gerar conflito de interpretação

E.5.6.6. Confiabilidade

ex.: Não confiável / inadequado (agravante de risco de falha: imprecisão de instrumentos); Não possui sinalização que indique condição (ativado / desativado); Chaves seccionadoras não são confiáveis.

E.6. Meio ambiente

E.6.1. Eventos externos

E.6.1.1. Distração por sistema e/ou ambiente

ex.: Atendimento de telefone; Telefone tocando; Interferência externa do CROS quando da ação das manobras

E.6.1.2. distração causada por terceiros

ex.: Grande movimentação de terceiros em função de diversas intervenções ocorrendo na SE

E.6.2. Características do ambiente físico

E.6.2.1. Barulho/ruído

E.6.2.2. Temperatura, umidade, climatização ambiental, chuva

E.6.2.3. Luminosidade/iluminação deficiente

E.6.2.4. Radiação

E.6.2.5. Insalubridade

E.6.2.6. Poluição

E.6.3. Espaço físico inadequado (layout)

ex.: Relógio em local inadequado; Painel de comando atrás dos outros.

E.6.4. Onde o trabalho se localiza

E.6.5. Segurança no ambiente de trabalho

E.7. Erro

E.7.1. Omissão

Quando uma tarefa/ação é omitida, não executada.

E.7.2. Repetição

Quando uma tarefa/ação é repetida.

E.7.3. Inclusão

Quando uma tarefa/ação é inclusa.

E.7.4. Seqüência

Quando a seqüência não é seguida.

E.7.5. Ação errada sobre o objeto correto

E.7.6. Ação correta sobre o objeto errado

E.7.7. Ação sem relação ou inapropriada

E.7.8. Intervenção em tempo não apropriado

E.7.9. Execução incompleta

E.7.10. Execução sem intenção

Anexo F. Checklist e Questionário

Uma vez que existem informações que podem ser fornecidas pelo próprio usuário e outras, nas quais há a necessidade de uma visão mais imparcial, optou-se por dividir os elementos em dois grupos, sendo um para questionário e outro para checklist. Neste anexo está apresentada a inter-relação entre a taxonomia do LIHM, a taxonomia versão Ishikawa, Checklist e Questionário.

F.1. Questionário

Conjunto de parâmetros a serem respondidos pelo próprio usuário ou preenchidos pelo projetista através de entrevista com o usuário. Cabe observar que alguns elementos podem ser preenchidos pelo projetista mediante verificação de fichas de recursos humanos.

| Perfil | | | | descrição | taxonomia | Ishikawa | | | |
|---------|--------------------|----------------------|---------------------|--------------|-----------|--|---------------------|--|---------------------|
| Nível | | Elementos | | | | | | | |
| | | Valores ou Escalas | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Pessoal | A | Idade | | | | operador\ características\ Dados pessoais | Dados do usuário | | |
| | | Gênero | () Masculino | () Feminino | | | | operador\ características\ Dados pessoais | Dados do usuário |
| | | Qualidade do repouso | freqüentemente ruim | | | | | | |
| | as vezes ruim | | | | | | | | |
| | nem ruim nem bom | | | | | | | | |
| | as vezes bom | | | | | | | | |
| | freqüentemente bom | | | | | | | | |
| | não se aplica | | | | | | | | |
| | B | Nome | | | | operador\ características\ Dados pessoais | Dados do usuário | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------|--------------|--|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---|---|--|--|---------------------|--|--|
| | Endereço | | | | | | operador\ características\ Dados pessoais | Dados do usuário | | | | |
| | Estado Civil | () | Casado | | | | operador\ características\ Dados pessoais | Dados do usuário | | | | |
| | | () | Solteiro | | | | | | | | | |
| | | () | Separado | | | | | | | | | |
| | | () | Divorciado | | | | | | | | | |
| | | () | Viúvo | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | C | Comunidade, sociedade e vida cívica / Major life areas | não tem acesso | | | Grau de acesso a vida em comunidade, ou seja, a vida fora do círculo familiar. Reflete no bem estar em termos de acesso social. | operador\ características\ Dados pessoais | mão de obra | | | | |
| | | | tem algumas dificuldades de acesso | | | | | | | | | |
| | | | tem acesso parcialmente | | | | | | | | | |
| | | | tem acesso plenamente | | | | | | | | | |
| | | | não se aplica | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Físico | A | Restrições nas capacidades físicas | nenhuma influência negativa | pouca influência negativa | muita influência negativa | não se aplica | Restrições físicas que o usuário possui. Grau de influência negativa de cada restrição física na realização das tarefas | operador\ características\ Perfil físico | Dados do usuário | | | |
| | | Visual | | | | | | | | | | |
| | | Auditiva | | | | | | | | | | |
| | | Olfativa | | | | | | | | | | |
| | | Tátil | | | | | | | | | | |
| | | Mobilidade | | | | | | | | | | |
| | | Equilíbrio | | | | | | | | | | |
| | B | Destreza manual | () Destro | | () Canhoto | | () Ambidestro | | operador\ características\ Dados pessoais | Dados do usuário | | |
| | | | valor | nenhuma influência negativa | pouca influência negativa | muita influência negativa | não se aplica | | | | | |
| | | Altura | | | | | | | | | Altura Grau de influência negativa da altura na realização da tarefa | operador\ características\ Dados pessoais |
| Peso | | | | | | | Peso Grau de influência negativa da altura na realização da tarefa | | | | operador\ características\ Dados pessoais | Dados do usuário |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------------------------|-----------------------------|-------|-----|--------------------------|---|---|--|--------------------------|
| Profissional | A | Nível Acadêmico | pós-graduação completa | | | | | | operador\ características\ Perfil profissional\ Dados gerais | Dados do usuário |
| | | | pós-graduação incompleta | | | | | | | |
| | | | graduação completa | | | | | | | |
| | | | graduação incompleta | | | | | | | |
| | | | ensino técnico completo | | | | | | | |
| | | | ensino técnico incompleto | | | | | | | |
| | | | ensino médio completo | | | | | | | |
| | | | ensino médio incompleto | | | | | | | |
| | | | ensino fundamental completo | | | | | | | |
| | | ensino fundamental incompleto | | | | | | | | |
| Cargo Atual | | | | | | | Descrição ou nome do cargo atual do usuário | operador\ características\ Perfil profissional\ Dados gerais | Dados do usuário | |
| | | nenhuma | pouca | média | boa | muita | não se aplica | operador\ características\ Perfil profissional\ referente a tarefa | | |
| Habilidade e conhecimento com o produto | | | | | | | | Grau de habilidade e conhecimento do usuário sobre o produto | | |
| Habilidade e conhecimento com o sistema | | | | | | | | Grau de habilidade e conhecimento do usuário sobre o sistema | | |
| Experiência na tarefa | | | | | | | | Grau de experiência do usuário na tarefa | mão de obra | |
| Experiência no cargo | | | | | | | | Grau de experiência do usuário no cargo | mão de obra | |
| Profissional | B | Possui Treinamento? | sim | | | não | | O usuário possui treinamento? | operador\ características\ Perfil profissional\ referente a treinamento | Dados do usuário |
| | | Qualificações | Possui cursos extras | | | Não possui cursos extras | | O usuário possui qualificações extras | operador\ características\ Perfil profissional\ Dados gerais | Dados do usuário |
| Ambiente | A | Horas de trabalho | | | | | | Tamanho do turno de trabalho (quantidade em horas) | organização\ estrutural\ Dados gerais | Dados organizacionais |

| | | | | | | | | |
|--|---|---------------|-----------------------|---------------|---------------|--|---|-----------------------------|
| | Grupo/Individual | () Grupo | | () Individual | | Se o trabalho é para ser realizado em grupo ou individualmente | organização\ estrutural\ Equipe | Dados organizacionais |
| | Auxílio | Sim | | Não | | | organização\ estrutural\ Dados gerais | Mão de obra\ Auxílio |
| | Transporte | | | | | A empresa fornece transporte? Posso também ver se é adequado (sim e é adequado, sim mas é inadequado...) Quando há dificuldades relacionadas ao transporte, podendo ser tanto para chegar ao trabalho quanto para se deslocar para atender contingências. Ex. existe um sistema de transporte 24h, que vai buscar e deixar o operador. Pode ser que seja relacionado ao carro disponível para atender contingências, que poderia ser velho e “ruim” de usar. | | Mão de obra\ Auxílio |
| | Apoio Logístico | | | | | A empresa fornece apoio logístico adequado? mesma coisa que o transporte. Quando há dificuldades ou mesmo inexistente o suporte necessário para a realização de uma tarefa. Ex. dia de semana não é muito problemático, mas no final de semana que eles tenham de fazer uma manobra que vá precisar do apoio logístico da manutenção. | | Mão de obra\ Auxílio |
| | Pressão | Adequado | Parcialmente adequado | Inadequado | | | organização\ estrutural\ estressores | Mão de obra\ estressores |
| | Monitoramento | | | | | Como é o monitoramento feito pela empresa? | | |
| | Feedback | | | | | Como é o feedback feito pela empresa? | | |
| | Segurança no ambiente de trabalho | | | | | Como é a segurança no ambiente de trabalho? | organização\ estrutural\ estressores | Meio ambiente |
| | Equipamento | Funcional | | Defeituoso | | O equipamento está funcional ou defeituoso? | organização\ material\ equipamento\ estressores | Equipamentos |
| | | | | | | | | |
| | Características do ambiente físico | não interfere | interfere um pouco | interfere | não se aplica | | organização\ meio ambiental\ características do ambiente físico | Meio ambiente |
| | barulho/ruído | | | | | | | |
| | temperatura, umidade, climatização ambiental, chuva | | | | | | | |
| | luminosidade/ luminosidade deficiente | | | | | | | |
| | poluição | | | | | | | |
| | Características do ambiente físico | Sim | | Não | | | organização\ meio ambiental\ estressores | |
| | radiação | | | | | Há radiação? | | |

| | | | | | | | | | |
|--|---|---|---------------|-----------------------|------------|---|--|------------------------------|---------------|
| | | insalubridade | | | | O trabalho é insalubre? | características do ambiente físico | | |
| | | Interrupções externas | | | | Há interrupções externas? | | | |
| | | Ritmo de trabalho imposto é ruim? | Sim | As vezes | Não | O ritmo de trabalho (o sistema de turnos, existência de hora extra, etc.) prejudica/é ruim? | organização\ estrutural\ estressores | mão de obra | |
| | | | | | | | | | |
| | B | Pressão | Adequada | Parcialmente adequada | Inadequada | | organização\ estrutural\ estressores | Dados organizacionais | |
| | | Flexibilidade | | | | | | | |
| | | Autonomia | | | | | | | |
| | | Estrutura gerencial | Adequada | Parcialmente adequada | Inadequada | A forma como as informações são repassadas ou como as tarefas são gerenciadas é adequada? Funciona? | organização\ estrutural\ | Dados organizacionais | |
| | | Estrutura de comunicação | | | | | | | |
| | C | Espaço físico é inadequado? | Adequada | Parcialmente adequada | Inadequada | ex.: Relógio em local inadequado; Pannel de comando atrás dos outros. | organização\ meio ambiental\ | Meio ambiente | |
| | | Localização Ishikawa Relato: (onde o trabalho se localiza:) | não interfere | interfere um pouco | interfere | não se aplica | Onde o trabalho se localiza causa interferência? | organização\ meio ambiental\ | Meio ambiente |
| | | | | | | | | | |

F.2. Checklist

Conjunto de elementos a serem preenchidos pelo projetista e/ou por pessoa especializada na área médica mediante observação da atividade do usuário ou mesmo através de levantamento de ficha médica/psicológica.

| | Nível | | | | | | | | Descrição | Taxonomia | Ishikawa |
|------------------|------------------------------|-----------|----------------------------------|-------|-------|------------------------------|-------|---------------|-----------|--|--------------------|
| Clínico / Mental | A | | nenhuma | pouca | média | boa | muita | não se aplica | | operador\ Característica s\ Perfil psicológico | |
| | | Motivação | | | | | | | | | Perfil psicológico |
| | | Atenção | | | | | | | | | Perfil psicológico |
| | Temperamento e Personalidade | | extrovertido | | | introvertido | | | | operador\ Característica s\ Perfil | Perfil psicológico |
| | | | cooperativo, amigável, adaptável | | | hostil, opositor, desafiador | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|-----|---------------------------------------|-----|--|--|---|--------------------|
| | | | trabalhador, metódico, responsável | | preguiçoso, desorganizado, irresponsável | | psicológico | |
| | | | calmo, estável | | irritadiço, instável | | | |
| | | | curioso, imaginativo, questionador | | estagnado, inexpressivo | | | |
| | | | otimista | | pessimista | | | |
| | | | autoconfiante, audacioso, autoritário | | tímido, inseguro, modesto | | | |
| | | | fiel, seguro, de princípios | | infiel, descompromissado, anti-social | | | |
| | | | impulsivo | | não impulsivo | a pessoa controla sua impulsividade? | | |
| B | Funções Cognitivas de alto nível | Sim | Sim, mas com dificuldade | Não | | | operador\ Característica s\ Perfil psicológico | Perfil psicológico |
| | abstração | | | | | capacidade de criar idéias gerais | | |
| | organização e planejamento | | | | | capacidade de desenvolver/estruturar um método de execução ou ação | | |
| | gerenciamento de tempo | | | | | capacidade de ordenar eventos em uma seqüência cronológica; de alocar espaços de tempo para eventos e atividades | | |
| | flexibilidade cognitiva | | | | | capacidade de mudar de estratégia ou alternar conjuntos mentais, especialmente quando envolvido em resolução de problema | | |
| | insight | | | | | capacidade de perceber e compreender em termos de si e seu comportamento | | |
| | juízo de situações | | | | | capacidade de discriminar entre e avaliar diferentes opções | | |
| | resolução de problemas | | | | | capacidade de identificar, analisar e integrar informações incongruentes ou conflitantes em uma solução | | |
| C | Orientação | Sim | sim, mas com dificuldade | não | | capacidade de se localizar frente ao tempo, espaço e pessoas | operador\ Característica s\ Perfil psicológico | Perfil psicológico |
| | | | | | | | | |
| A | Memória | Sim | | não | | pessoa tem problemas de memória? | operador\ Característica s\ Perfil Clínico | Perfil psicológico |
| | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--------------|--|---|---------------|--------------------------|-----|--|------------------------------|--------------------|
| | B | | Sim | sim, mas com dificuldade | não | | operador\ Característica | |
| | | Funções de percepção | | | | a pessoa consegue perceber o que está acontecendo? | s\ Perfil Clínico | Perfil psicológico |
| | | Funções psicomotoras | | | | a pessoa consegue pensar e agir; ou tomar uma atitude frente a uma situação? | | Perfil psicológico |
| | C | | Sim | sim, mas com dificuldade | não | | operador\ Característica | |
| | | Funções mentais e de linguagem | | | | a pessoa consegue ler símbolos, identificar/reconhecer algo? | s\ Perfil Clínico | Perfil psicológico |
| | | Funções de produção sonora e discurso | | | | a pessoa consegue transmitir e se fazer entender? | | Perfil psicológico |
| | | Funções psicossociais globais ishikawa Relato: (prefere operar sozinho?) | | | | a pessoa consegue interagir? ex.: Problemas pessoais; Operador prefere manobrar só | | Mão de obra |
| | D | Consciência | Sim | sim, mas com dificuldade | não | a pessoa se mantém vigilante, consciente? | operador\ Característica | Perfil psicológico |
| | | | | | | | s\ Perfil Clínico | |
| | | Funções clínicas gerais | Sim | Não | | a pessoa possui alguma doença (cardíaca, etc.) | operador\ Característica | Perfil psicológico |
| | | | | | | | s\ Perfil Clínico | |
| Profissional | Habilidades de linguagem e comunicação | | nenhuma | | | grau em que consegue se fazer entender e entender os outros | operador\ características | Perfil psicológico |
| | | | pouca | | | | | |
| | | | média | | | | | |
| | | | boa | | | | | |
| | | | muita | | | | | |
| | | | não se aplica | | | | | |
| | Aprendendo e aplicando conhecimento | | nenhuma | | | grau de dificuldade em se aprender o que é ensinado | operador\ características | Perfil psicológico |
| | | | pouca | | | | | |
| | | | média | | | | | |
| | | | boa | | | | | |
| | | | muita | | | | | |
| | | | não se aplica | | | | | |

Elementos que não estão nos checklist ou no questionário

ORGANIZAÇÃO

| Perfil | | | | descrição | taxonomia | Ishikawa |
|--------|--|--|----------------------------------|---|--|---|
| Nível | | Elementos | | | | |
| | | Parâmetros ou Escalas | | | | |
| | | Equipe | Equipe incompleta | equipe incompleta. (ex.: Somente um operador disponível em função de férias; Equipe incompleta e trabalhando em horário de folga; Faltou um operador) | organização\ estrutural\ | Programação\ Planejamento inadequado dos recursos de pessoal |
| | | | Equipe insuficiente | a equipe está completa mas é insuficiente para a tarefa. Quando são necessários mais operadores do que o normativo determina (ex.: Somente um operador é insuficiente; Número insuficiente de operadores na sala de comando). | | |
| | | Hora extra | Sim | tem hora extra? isto atrapalha? Frequência de horas extras. Quando há operadores de férias há um peso maior de trabalho. Questão de treinamento, uns trabalharam de manhã, outros de madrugada e agora a tarde estão em um treinamento. | organização\ estrutural\ estressores | Mão de obra\ Estressores |
| | | | Não | | | |
| | | Houve mudança de rotina do operador? | Sim | ex.: Primeiro turno do operador pós-férias; Mudança de rotina (necessidade de confirmar chaves motorizadas no pátio); Mudança de rotina do operador; | organização\ estrutural\ estressores | Mão de obra\ Estressores |
| | | | Não | | | |
| | | Tempo demais | S/N | Tempo demais, tempo normatizado é muito extenso. Tempo padrão é exagerado | organização\ tempo | Programação |
| | | Tempo de menos | S/N | Insuficiente devido a ser manobra de urgência; Tempo padrão é insuficiente). Tempo padrão é insuficiente | | |
| | | Adequado, porém houve interferência de fator externo | S/N | Devido a fatores externos ou situações imprevistas, não há tempo para uma análise funcional adequada (ex. Equipamento entregue antes do horário programado). Tempo normatizado é adequado, porém houve interferência de fator externo | | Programação |
| | | Ausência de coordenação de intervenção | | Quando há confusão quanto a responsabilidade das equipes ou do pessoal envolvido. ex. confusão quanto as responsabilidades das equipes envolvidas | organização\ estrutural\ | Programação |
| | | Instruções técnicas/normativas deficientes | falta de documentação específica | Quando a atividade não possui uma documentação específica. ex.: Falta documentação específica; Uso de roteiro de manobras adaptado | organização\ material\ material de | Material |

| | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|------|-------|-----|-----------|---|--|---|
| | | | falta de padronização do procedimento | | | | | Quando a documentação encontra-se em formato/conteúdo diferente do padrão. ex.: Falta de padronização da PGM; Recomendação verbal da ação | apoio | Material |
| | | | falta de clareza na documentação | | | | | Quando a documentação permite interpretação ou entendimento ambíguo. ex.: Instrução não era clara sobre o que fazer nos itens; Falta de clareza na instrução ou norma, podendo gerar interpretação duvidosa | | Material |
| | | | excesso de ações para um item | | | | | Quando há mais de uma manobra no mesmo item do roteiro. ex.: Excesso de manobras para um item; Duas ações diferentes num mesmo item para serem executadas em locais diferentes | | Material |
| | | | item com ações para serem executadas em locais distintos | | | | | | | Material |
| | | | Sim | | Não | | | | organização\ material\ material de apoio | |
| | | Desenhos desatualizados/ inexistentes | | | | | | Podem ser os desenhos funcionais, porém a operação não possui um desenho atualizado. Quem realmente precisa e utiliza é o serviço de proteção. | | Material |
| | | Projeto inadequado | | | | | | Questão da cadeira não ser ergonômica, da mesa não ser ergonômica, do computador ser antigo, ou seja, material de apoio ao trabalho. | | Material |
| | | Falta de sobressalentes / falta de material | | | | | | Quando não há material suficiente para a execução da atividade. ex.: Falta material padronizado para sinalização; Faltaram copinhos para tantas intervenções simultâneas | | Material |
| | | Ferramental inadequado | | | | | | Quando o ferramental disponível não está funcionando adequadamente. Ex. a chave que é motorizada não está funcionando de forma adequada, pois tem de ser trabalhada na manivela. | | Execução |
| | | | | | | | | | | |
| | | Instrumental deficiente | muito ruim | ruim | média | boa | muito boa | não se aplica | organização\ material\ equipamento\ | Equipamento |
| | | qualidade | | | | | | | | Equipamento\ Instrumental deficiente |
| | | calibração | | | | | | | | Equipamento\ Instrumental deficiente |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|---|--|-----|---|--|--|---|---|---|-------------|--|
| | | manutenção | | | | | | | | | | | Equipamento\ Instrumental deficiente |
| | | obsoleto | Sim | | Não | | | | | | | | Equipamento\ Instrumental deficiente |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | Problemas com a sinalização | Referentes a alarmes sonoros e visuais. | | | | | | | | organização\ material\ equipamento\ | | Equipamento |
| | | | Insuficiente | | | | ex.: Sinalização insuficiente, podendo confundir o operador | | | | | | |
| | | | Excessiva | | | | ex.: Sinalização excessiva | | | | | | |
| | | Padronização da interface | diferença de padronização visual | | | ex.: Falta de padronização da empresa quanto a sinalização | | | | organização\ material\ equipamento\ | | Equipamento | |
| | | | diferença de padronização funcional | | | ex.: Chaves de comando em ordem inversa | | | | | | | |
| | | | terminologia inadequada | | | ex.: Falta de padronização (terminologia é inadequada) | | | | | | | |
| | | | problemas de zoom | | | ex.: Enquadramento/zoom inadequado, podendo gerar conflito de interpretação | | | | | | | |
| | | | problemas de representação gráfica | | | ex.: Representação gráfica muito próxima de modo a gerar conflito de interpretação | | | | | | | |
| | | | confiabilidade | | | ex.: Não confiável / inadequado (agravante de risco de falha: imprecisão de instrumentos); Não possui sinalização que indique condição (ativado / desativado); Chaves seccionadoras não são confiáveis. | | | | | | | |
| | | Equipamento obsoleto? | Sim | | Não | | | | organização\ material\ equipamento\ | | Equipamento | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | Fadiga ou deterioração de componentes | Sim | | Não | | ex.: SE em período elevado de intervenções por quebra de equipamentos | | organização\ material\ equipamento\ | | Equipamentos | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | Interrupções externas | | | | | Quando da interrupção de ações ou da sequência de ações devido a um evento externo | | organização\ estrutural\ | | Meio ambiente | | |

| | | | | | | | |
|--|--|---|-----|-------------------------------------|--|-------------------------|-------------|
| | | | | Distração por sistema e/ou ambiente | quando uma mesma pessoa precisa para uma tarefa agir em ambientes alternados. ex.: Atendimento de telefone; Telefone tocando; Interferência externa do CROS quando da ação das manobras | | |
| | | | | Distração causada por terceiros | quando há pessoas externas a rotina habitual interagindo diretamente com o usuário ou com o sistema em que o usuário atua. ex.: Grande movimentação de terceiros em função de diversas intervenções ocorrendo na SE | | |
| | | Comunicação | sim | não | | organização\ estrutural | |
| | | - intervenção foi informada? | | | quando a intervenção não foi adequadamente informada, através dos canais e meios normais (ex.: intervenção não informada) | | Programação |
| | | - a documentação veio completa? | | | quando a documentação enviada está incompleta (ex.: feito pré-operação desconhecendo o planejamento executivo) | | |
| | | - houve falta de entrosamento e comunicação entre órgãos? | | | Quando há dificuldades em função da falta de entrosamento e comunicação entre as partes envolvidas (ex.: Falha de comunicação; Falha de comunicação entre supervisor e operador; Houve atropelo de informações entre operador e CROL | | Execução |
| | | | | | | | |

OPERADOR

| Perfil | | descrição | taxonomia | Ishikawa |
|--------|---------------------------------|-----------------------------|--|-------------|
| Nível | Elementos | | | |
| | Parâmetros ou Escalas | | | |
| | Desconhecimento da Configuração | imperícia | operador\ características\ Perfil profissional\ referente a treinamento | Mão de obra |
| | | falta de capacidade técnica | | |

| | | | | | |
|--|------------------------|---|--|--|-------------|
| | | inexperiência | Quando o operador precisa de mais treinamento (ex.: Falta internalização da confirmação de manobras do pátio; Inexperiência - operador em treinamento; Inexperiência - comando há pouco tempo como supervisor (1 mês na função); Relatório recomenda treinar os operadores). | | |
| | | | | | |
| | Condições Físicas | Se na hora da tarefa havia alguma condição física que teve influência sobre a execução. | | | |
| | | doença | Quando o operador possui uma doença ou deficiência permanente (ex.: labirintite). | operador\ características\ Perfil físico | Mão de obra |
| | | limitação temporária | Quando o operador possui uma limitação temporária ou é acometido por um mal temporário (ex.: insolação; estar com o pé quebrado) | | Mão de obra |
| | | demanda fisiológica | Quando o operador possui uma demanda fisiológica (ex.: Operador com fome). | | Mão de obra |
| | Dificuldade financeira | não | | operador\ características\ Perfil | Mão de obra |
| | | pouca | | | |
| | | sim | | | |
| | | não se aplica | | | |
| | | | | | |
| | Estado | ansiedade | ex.: Estado emocional da equipe. | operador | Mão de obra |
| | | cansaço/fadiga | ex.: Cansaço/sonolência. | | Mão de obra |
| | | confusão | ex.: Confundiu liberação de disjuntor com de LT. | | Mão de obra |
| | | distração/desatenção/falta de concentração | ex.: Perda de concentração; Desconcentração; Desconcentração devido a pressa; Divisão da atenção (atendimento de celular e recebimento de ordem do CROL); Falta de concentração; Falta de centramento na execução da tarefa. | | Mão de obra |
| | | estresse | | | Mão de obra |
| | | euforia | ex.: Operador estava feliz / euforia do operador (recebeu restituição do IR) | | Mão de obra |

| | | | | | |
|--|--|--|--|---|-------------------------------|
| | | excesso de autoconfiança/autoconfiança | ex.: Excesso de confiança | | Mão de obra |
| | | excesso de concentração | Situação em que por estar focado demais em um sintoma do sistema, o operador não percebe o entorno de forma adequada, implicando em uma distração (ex.: por estar focado em observar o equipamento, acabou pisando em falso. | | Mão de obra |
| | | pressa | ex.: Pressa na execução para ganhar tempo; Pressa na execução para liberar o equipamento. | | Mão de obra |
| | | desmotivação | A empresa CHESF é a que dá mais lucro no setor, mas não é o melhor salário. Pode ser também muitos anos no turno e almeja estar em um patamar salarial melhor. Quando não há perspectiva de promoção. | | Mão de obra |
| | | medo | | | Mão de obra |
| | | raiva | | | Mão de obra |
| | | tensão | | | Mão de obra |
| | | | | | |
| | Identificação e associação | associação estereotipada | | operador\ mecanismo de disfunção humana | Mecanismo de disfunção humana |
| | | associação familiar | | | |
| | | sobreposição de estereótipo | | | |
| | | não reconhecimento de padrão familiar | | | |
| | Processamento da informação de entrada | informação não é recebida | | operador\ mecanismo de disfunção humana | Mecanismo de disfunção humana |
| | | interpretação confusa | | | |
| | | suposição | | | |
| | Recall (lembrança) | esquecer uma ação isolada | | operador\ mecanismo de disfunção humana | Mecanismo de disfunção humana |
| | | alternativa equivocada | | | |
| | | outros lapsos de memória | | | |
| | Coordenação física | variabilidade motora | | operador\ mecanismo | Mecanismo de |

| | | | | | |
|--|--|--|---------------------------------------|--|-------------------------------|
| | | confusão de orientação espacial | | de disfunção humana | disfunção humana |
| | | Inferência (desconsideração de condições ou efeitos secundários) | | operador\ mecanismo de disfunção humana | Mecanismo de disfunção humana |
| | | | | | |
| | | Identificação | incompleta | operador\ disfunção humana interna \em nível de detecção | Disfunção humana interna |
| | | | incorreta | | |
| | | | supérflua | | |
| | | | ausente | | |
| | | | não necessária | | |
| | | | correta | | |
| | | Observação do estado do sistema | excessiva | operador\ disfunção humana interna \em nível de detecção | Disfunção humana interna |
| | | | falsa interpretação | | |
| | | | incorreta | | |
| | | | incompleta | | |
| | | | inapropriada | | |
| | | | ausente | | |
| | | | não necessária | | |
| | | | correta | | |
| | | Escolha de uma hipótese | inconsistente em relação à observação | operador\ disfunção humana interna \em nível de decisão | Disfunção humana interna |
| | | | consistente, mas pouco provável | | |
| | | | consistente, mas muito custosa | | |
| | | | consistente, mas insuficiente | | |
| | | | funcionalmente não pertinente | | |
| | | | ausente | | |

| | | | | | |
|--|-------------------------|----------------------------------|--|---|--------------------------|
| | | não necessária | | | |
| | | correta | | | |
| | Avaliação da hipótese | incompleta | | operador\ disfunção humana interna \em nível de decisão | Disfunção humana interna |
| | | aceitação de uma hipótese errada | | | |
| | | rejeição de uma hipótese certa | | | |
| | | ausente | | | |
| | | não necessária | | | |
| | | correta | | | |
| | Definição do objetivo | incompleto | | operador\ disfunção humana interna \em nível de decisão | Disfunção humana interna |
| | | incorreto | | | |
| | | supérfluo | | | |
| | | ausente | | | |
| | | não necessário | | | |
| | | correto | | | |
| | Escolha do procedimento | incompleto | | operador\ disfunção humana interna \no nível da ação | Disfunção humana interna |
| | | incorreto | | | |
| | | supérfluo | | | |
| | | ausente | | | |
| | | não necessário | | | |
| | | correto | | | |
| | Execução | | | operador\ disfunção humana interna \no nível da ação | |

TAREFA

| Perfil | descrição | taxonomia | Ishikawa |
|--------|-----------|-----------|----------|
|--------|-----------|-----------|----------|

| Nível | | Elementos | | | |
|-------|--|---------------------------------------|---|---|--|
| | | | Parâmetros ou Escalas | | |
| | | Características da tarefa | simples e rotineira | | tarefa\ Programação |
| | | | complexa e rotineira | | |
| | | | simples e não rotineira | | |
| | | | complexa e não rotineira | | |
| | | Circunstância da ocorrência da tarefa | programada | | tarefa\ Programação |
| | | | emergência | | |
| | | | urgência | | |
| | | Momento do dia | manhã | | tarefa\ características do turno de trabalho Programação |
| | | | tarde | | |
| | | | noite | | |
| | | Momento do turno | início | | tarefa\ características do turno de trabalho Programação |
| | | | meio | | |
| | | | fim | | |
| | | Momento da tarefa | durante preparação da instalação ou sistema | | tarefa\ Programação |
| | | | durante recomposição da instalação ou sistema | | |
| | | | durante liberação de equipamento | | |
| | | | durante normalização de equipamento | | |
| | | | durante execução da manutenção | | |
| | | Estado da tarefa | em execução | | tarefa\ Resultado |
| | | | correto | | |
| | | | __erro | | |
| | | __erro | omissão | Quando uma tarefa/ação é omitida, não executada | tarefa\ estado |

| | | | | | | |
|--|--|--|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------|--|
| | | | repetição | Quando uma tarefa/ação é repetida | da tarefa | |
| | | | inclusão | Quando uma tarefa/ação é inclusa | | |
| | | | seqüência | Quando a seqüência não é seguida | | |
| | | | ação errada sobre o objeto certo | | | |
| | | | ação correta sobre o objeto errado | | | |
| | | | ação sem relação ou inapropriada | | | |
| | | | intervenção em tempo não apropriado | | | |
| | | | execução incompleta | | | |
| | | | execução sem intenção | | | |
| | | | | | | |

ATUAÇÃO

| Perfil | | | Parâmetros ou Escalas | descrição | taxonomia | Ishikawa |
|--------|-------|--|---|--|-----------|-------------|
| | Nível | Elementos | | | | |
| | | | | | | |
| | | Planejamento inadequado dos recursos materiais | material errado | Quando foram separados os materiais errados para execução da atividade (ex. pegar a chave errada para o cadeado) | atuação\ | Programação |
| | | | material desnecessário | Quando foram separados materiais não necessários para execução da atividade (ex. pegar uma chave de cadeado que não era necessária) | | |
| | | | material insuficiente | Quando foram separados materiais insuficientes para a execução da atividade (ex. não separou previamente a chave do cadeado) | | |
| | | Falta de verificação | estado do objeto antes da ação | Operador não verificou a lâmpada; Não confirmação do estado das chaves e disjuntores através dos dispositivos de sinalização e medição | atuação\ | Execução |
| | | | estado do objeto depois da ação | Operador não verificou a lâmpada; Não confirmação do estado das chaves e disjuntores através dos dispositivos de sinalização e medição | | |
| | | | objeto/equipamento em que deveria atuar | atuar (ex.: Não confirmação do equipamento a ser manobrado; Operador não verificou se era a chave certa; | | |

| | | seqüência realizada | | | | |
|--|--|---------------------|-----|---|----------|-------------|
| | | Sim | Não | | | |
| | Falta de acompanhamento de cada ação | | | Operador não seguiu o normativo de seguir passo a passo com o supervisor; Não fez recheck | atuação\ | Execução |
| | Execução de atividades simultaneamente | | | ex.: Anotou os itens da PGM em bloco e não um a um; Operador comandava e fazia os registros no RSO ao mesmo tempo, para ganhar tempo; Comando ao ver item 1.11 sem horário arbitrou um ao invés de confirmar com operador sua execução; Falta explicitar confirmação de manobras das chaves do pátio | atuação\ | Execução |
| | Não utilização do material de apoio | | | Quando o operador não utiliza a PGM, instrução interna (ex.: Não utilizou a instrução interna; Não levou PGM para o pátio) | atuação\ | Execução |
| | Descumprimento de normas | | | Diz respeito a quando o operador descumpre as determinações do normativo. Ex. Não foi usado o rádio para intercomunicação; | atuação\ | Execução |
| | Descumprimento do procedimento | | | | atuação\ | Execução |
| | Improvisação | | | Quando o operador improvisa (ex. uso de um roteiro adaptado) | atuação\ | Execução |
| | Descontinuidade | | | | atuação | Execução |
| | Deficiência de análise funcional | | | Quando não ocorre a análise adequada da situação (em tempo de programação) (ex. Deficiência de análise da manobra em si; Falta de observação do conteúdo do PGM/RTM) | atuação\ | Programação |
| | Falta de delimitação com sinalização adequada | | | Compreendendo tanto a não delimitação (ex.: Não delimitação; Falta de sinalização antes do início da manobra; Falta do anti-bobeira sobre a chave; Falta de copinhos nos painéis adjacentes), quanto que houve sinalização inadequada, gerando sobrecarga de informações (ex.: Retirada indevida do anti-bobeira) | atuação\ | Execução |
| | Planejamento inadequado do tempo, superposição de intervenções | | | Excesso de tarefas planejadas. | atuação\ | Programação |

Anexo G. Relação de relatórios analisados

Quadro G-0-3 - Relação de relatórios analisados - Corpus 1

| Data | Guerrero | Lima | Scherer | Ordenados por ocorrência |
|------------|----------------------------|----------------------------|---------|--------------------------|
| 18/03/1998 | RdfhGRN0498.pdf | | MOD 30 | REL-01 |
| 03/02/1999 | RdfhGRS0199.pdf | | MOD 32 | REL-02 |
| 13/08/1999 | | MOD 06 - RfoSlog0199.pdf | | REL-03 |
| 03/10/1999 | | MOD 07 - RfoSlog0399.pdf | | REL-04 |
| 25/11/1999 | RdfhGRL0699.pdf | MOD8_RdfhGRL0699.pdf | MOD 24 | REL-05 |
| 07/02/2000 | RdfhGRL012000.pdf | MOD12_RdfhGRL012000.pdf | MOD 25 | REL-06 |
| 19/04/2000 | RdfhGRO032000.pdf | MOD29_RdfhGRO032000.pdf | MOD 31 | REL-07 |
| 07/08/2000 | RdfhGRL062000.pdf | MOD28_RdfhGRL062000.pdf | MOD 29 | REL-08 |
| 04/09/2000 | | MOD30_RdfhGRS042000.pdf | | REL-09 |
| 07/03/2001 | RfoSsos012001.pdf | | MOD 35 | REL-10 |
| 08/04/2001 | MOD 14 - RDFHGRO012001.pdf | MOD 14 - RDFHGRO012001.pdf | | REL-11 |
| 20/04/2001 | RdfhGRL012001.pdf | | MOD 26 | REL-12 |
| 04/05/2001 | | MOD 09 - RDFHGRL022001.pdf | | REL-13 |
| 11/05/2001 | RfoSpoi012001.pdf | | MOD 34 | REL-14 |
| 28/09/2001 | | MOD 13 - RDFHGRL062001.PDF | | REL-15 |
| 21/10/2001 | RfoSloi012001.pdf | MOD 05 - RfoSloi012001.pdf | MOD 33 | REL-16 |
| 30/11/2001 | | MOD2_RdfhGRB012001.pdf | | REL-17 |
| 27/03/2002 | | MOD 24 - RdfhGRL022002.pdf | | REL-18 |
| 09/08/2002 | | MOD 01 - RdfhGRL072002.pdf | | REL-19 |
| 21/09/2002 | | MOD 15 - RDFHGRN022002.pdf | | REL-20 |
| 19/12/2002 | MOD 10 - RDFHGRN042002.pdf | MOD 10 - RDFHGRN042002.pdf | | REL-21 |
| 09/01/2003 | MOD 11 - RDFHGRL012003.PDF | MOD 11 - RDFHGRL012003.PDF | | REL-22 |
| 29/04/2003 | | MOD 18 - RDFHGRO022003.pdf | | REL-23 |
| 06/05/2003 | MOD 19 - RDFHGRL042003.PDF | MOD 19 - RDFHGRL042003.PDF | | REL-24 |
| 08/05/2003 | MOD 22 - RDFHGRL052003.PDF | MOD 22 - RDFHGRL052003.PDF | | REL-25 |
| 05/09/2003 | MOD 23 - RDFHGRO052003.pdf | MOD 23 - RDFHGRO052003.pdf | | REL-26 |
| 24/02/2004 | | MOD 20 - RDFHGRN012004.pdf | | REL-27 |
| 21/03/2004 | MOD 17 - RDFHGRB022004.pdf | MOD 17 - RDFHGRB022004.pdf | | REL-28 |
| 23/03/2004 | MOD 16 - RDFHGRO012004.pdf | MOD 16 - RDFHGRO012004.pdf | | REL-29 |
| 30/04/2004 | | MOD 21 - RDFHGRS022004.pdf | | REL-30 |
| 26/08/2004 | | MOD04_RdfhGRS072004.pdf | | REL-31 |
| 27/01/2005 | | MOD03_RdfhGRL012005.pdf | | REL-32 |
| 11/02/2005 | RdfhGRL022005.pdf | MOD26_RdfhGRL022005.pdf | MOD 27 | REL-33 |
| 25/02/2005 | RdfhGRL032005.pdf | MOD27_RdfhGRL032005.pdf | MOD 28 | REL-34 |
| 29/03/2005 | | MOD25_RDFHGRB012005.pdf | | REL-35 |

Quadro G-0-4 - Segundo Corpus de relatórios analisados - Corpus 2

| Data | Nome Original Relatório | Ordenados por ocorrência |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
| 12/01/2006 - 15:40 | RdfhGRS012006 | REL-36-01_2006 |
| 16/01/2006 - 14:14 | RdfhGRS022006 | REL-37-01_2006 |
| 30/01/2006 - 01:21 | RDFHGRO012006 | REL-38-01_2006 |
| 02/02/2006 - 15:28 | RdfhGRL022006 | REL-39-02_2006 |
| 14/02/2006 - 18:50 | RdfhGRP022006 | REL-40-02_2006 |
| 22/02/2006 - 10:22 | RDFHGRO022006 | REL-41-02_2006 |
| 15/03/2006 - 09:09 | RdfhGRP032006 | REL-42-03_2006 |
| 15/03/2006 - 15:59 | RdfhGRS032006 | REL-43-03_2006 |
| 22/03/2006 - 09:01 | RdfhGRP042006 | REL-44-03_2006 |
| 23/03/2006 - 14:44 | RdfhSTC032006 | REL-45-03_2006 |
| 26/03/2006 - 06:32 | RDFHGRO032006 | REL-46-03_2006 |
| 06/05/2006 - 04:11 | RdfhGRN072006 | REL-47-05_2006 |
| 08/06/2006 - 14:56:42 | RdfhGRS042006 | REL-48-06_2006 |
| 11/06/2006 - 23:55 | RdfhGRL032006 | REL-49-06_2006 |
| 22/06/2006 - 01:33 | RDFHGRB012006 | REL-50-06_2006 |
| 01/07/2006 - 13:01 | RdfhGRN052006 | REL-51-07_2006 |
| 04/07/2006 - 15:01 | RdfhGRS062006 | REL-52-07_2006 |
| 16/07/2006 - 09:50 | RdfhGRP072006 | REL-53-07_2006 |
| 09/08/2006 - 14:59 | RdfhGRS072006 | REL-54-08_2006 |
| 06/09/2006 - 14:26 | RdfhGRP082006 | REL-55-09_2006 |
| 18/10/2006 - 14:22 | RDFHGRB022006 | REL-56-10_2006 |
| 22/10/2006 - 16:26 | RdfhGRN082006 | REL-57-10_2006 |
| 24/10/2006 - 09:30 | RdfhGRN092006 | REL-58-10_2006 |
| 06/11/2006 - 10:30 | RdfhGRS082006 | REL-59-11_2006 |
| 27/11/2006 - 10:42 | RdfhGRN102006 | REL-60-11_2006 |
| 18/12/2006 - 16:05 | RDFHGRO052006 | REL-61-12_2006 |
| 27/01/2007 - 20:16 | RDFHGRB012007 | REL-62-01_2007 |
| 07/02/2007 - 10:21 | RdfhGRL022007 | REL-63-02_2007 |
| 28/03/2007 - 10:34 | RdfhGRS022007 | REL-64-03_2007 |
| 09/04/2007 - 14:55 | RdfhGRP022007 | REL-65-04_2007 |
| 04/05/2007 - 10:36 | RdfhGRS032007 | REL-66-05_2007 |

Anexo H. Relações entre ocorrências do *Corpus 1* e *Corpus 2*

Quadro H-0-5- Categoria Programação

| Programação | Ação correta sobre o objeto errado | | Omissão | | Execução incompleta | | Intervenção em tempo não apropriado | | Seqüência | | Execução sem intenção | | Ação sem relação ou inapropriada | |
|---|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|
| | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> |
| Equipe | | | | | | | | | | | | | | |
| - incompleta | 4 | 1 | 1 | - | 1 | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | - |
| - insuficiente | 1 | 1 | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 | - | 1 |
| Planejamento inadequado dos recursos materiais | | | | | | | | | | | | | | |
| - material errado | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - material desnecessário | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - |
| - material insuficiente | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - |
| Planejamento inadequado do tempo, superposição de intervenções (S/N) | | | | | | | | | | | | | | |
| Deficiência de análise funcional | 4 | 1 | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| Tempo normatizado é inadequado | | | | | | | | | | | | | | |
| - tempo demais | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | - | 2 | - | 1 | 1 | - | 1 | 3 | - |
| - tempo de menos | | | | | | | | | | | | | | |
| - inadequado devido a fatores externos | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - tempo de menos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - inadequado devido a fatores externos | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - |
| Comunicação | | | | | | | | | | | | | | |
| - intervenção não informada | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - documentação incompleta | 3 | - | 1 | 1 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| - atrasada | - | 1 | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| Ausência de coordenação de intervenção | | | | | | | | | | | | | | |
| - simples e rotineira | - | 3 | 1 | - | - | - | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| - complexa e rotineira | | | | | | | | | | | | | | |
| - simples e não rotineira | 4 | 1 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - |
| - complexa e rotineira | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - simples e não rotineira | - | - | - | - | 1 | - | - | 1 | - | - | - | - | 2 | - |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - complexa e não rotineira | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Circunstâncias da ocorrência da tarefa | | | | | | | | | | | | | | |
| - programada | 10 | 4 | 5 | - | 4 | - | 2 | - | 1 | - | - | - | - | - |
| - emergência | 3 | 1 | - | - | 2 | - | - | 1 | 1 | - | - | - | 1 | - |
| - urgência | 3 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - |
| - última programada | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| Momento do dia | | | | | | | | | | | | | | |
| - diurno | 11 | 8 | 5 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 6 | 3 | 1 |
| - noturno | 3 | 3 | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | 1 | - |
| Momento do turno | | | | | | | | | | | | | | |
| - início | 6 | 6 | - | - | 2 | 1 | 2 | - | 1 | - | - | - | 1 | - |
| - meio | 5 | 4 | 4 | 2 | - | 2 | 1 | 2 | 1 | - | - | - | 3 | 1 |
| - fim | 4 | - | 1 | - | 3 | - | - | - | 1 | 1 | 2 | 6 | - | - |
| - horário de carga máxima | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Momento da manobra | | | | | | | | | | | | | | |
| - durante preparação da instalação ou sistema | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - durante recomposição do sistema ou instalação | 1 | - | - | - | 2 | 1 | - | - | 1 | - | - | - | 1 | - |
| - durante liberação de equipamento | 8 | 3 | 2 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| - durante normalização do equipamento | 3 | 3 | 2 | - | 3 | - | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - |
| - durante execução da manutenção | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - durante operação de rotina | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | - |
| - durante manutenção | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Quadro H-0-6 - Categoria Execução

| Execução | Ação correta sobre o objeto errado | | Omissão | | Execução incompleta | | Intervenção em tempo não apropriado | | Seqüência | | Execução sem intenção | | Ação sem relação ou inapropriada | |
|-----------------|------------------------------------|---|---------|---|---------------------|---|-------------------------------------|--|-----------|--|-----------------------|---|----------------------------------|--|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Improvisação | 3 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | 2 | | |
| Descontinuidade | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|--|---|---|---|---|---|--|--|---|---|---|
| Falta de verificação | | | | | | | | | | | | | | |
| - estado do objeto antes da ação | | | | | | | | | | | | | | |
| - estado do objeto depois da ação | | 1 | | | 3 | 1 | | | | | | | | |
| - objeto/equipamento em que deveria atuar | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| - seqüência realizada | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| Falta de acompanhamento de cada ação (S/N) | 2 | | 2 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | | | |
| Execução de atividades simultaneamente (S/N) | | | 2 | | | | | | | | | | | |
| Não utilização do material de apoio (S/N) | | | 1 | | 2 | | | | | | | | 1 | |
| Descumprimento de normas (S/N) | 3 | 2 | 4 | | 1 | | 1 | | 2 | | | 1 | | |
| Descumprimento de procedimentos (S/N) | | | 1 | | | | 1 | | | | | 1 | | |
| Falta de delimitação com sinalização adequada (S/N) | 6 | 2 | | | | | | 1 | | | | 1 | | |
| Houve falta de entrosamento e comunicação entre órgãos (S/N) | 1 | 3 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | | |
| Ferramental inadequado (S/N) | 1 | | 1 | | | | | | | | | 1 | | 1 |

Quadro H-0-7 - Categoria Mão de Obra

| Mão de obra | Ação correta sobre o objeto errado | | Omissão | | Execução incompleta | | Intervenção em tempo não apropriado | | Seqüência | | Execução sem intenção | | Ação sem relação ou inapropriada | |
|---------------------------------|------------------------------------|----------|----------|----------|---------------------|----------|-------------------------------------|----------|-----------|----------|-----------------------|----------|----------------------------------|----------|
| | Corpus 1 | Corpus 2 | Corpus 1 | Corpus 2 | Corpus 1 | Corpus 2 | Corpus 1 | Corpus 2 | Corpus 1 | Corpus 2 | Corpus 1 | Corpus 2 | Corpus 1 | Corpus 2 |
| Condições físicas | | | | | | | | | | | | | | |
| - doença | | | | | | | | | | | | | | |
| - limitação temporária | | | | | | | | | | | | | | |
| - demanda fisiológica | | | 1 | | | | 2 | | | | | | | |
| Desconhecimento da configuração | - | 1 | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | 1 | 3 | - |
| - imperícia | | | | | 1 | | | | | | 1 | 1 | | |
| - falta de capacidade técnica | | 1 | | | | | 1 | | 1 | | | | 2 | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - inexperiência | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | |
| Auxílio/suporte | | | | | | | | | | | | | | |
| - apoio logístico | | | | | | | | | | | | | | |
| - transporte | | | | | | | | | | | | | | |
| Estressores | | | | | | | | | | | | | | |
| - hora-extra | 2 | | | | | | | | | | | | | |
| - mudança de rotina do operador | | | | | | | | | | | | | | |
| - monitoramento | | | | | | | | | | | | | | |
| - feedback | | | | | | | | | | | | | | |
| Relacionamento deficiente (funções psicossociais globais - prefere operar sozinho)? | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Dificuldade financeira? | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| Estado | | | | | | | | | | | | | | |
| - ansiedade | | | | | 1 | | | | 1 | | | | 2 | |
| - cansaço / fadiga | 5 | 2 | | | | | | | | | | | | |
| - confusão | 2 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | | | | 1 | |
| - distração / desatenção / falta de concentração | 12 | 9 | 3 | 1 | 3 | | 1 | 2 | | 1 | 2 | 5 | 1 | 1 |
| - euforia | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| - excesso de autoconfiança | 9 | 2 | 3 | | 3 | | 1 | | 1 | | | | 2 | |
| - excesso de concentração | | | | | | | | | | | 2 | | | |
| - pressa | 3 | 2 | 2 | | | | 1 | | | | | | 1 | |
| - desmotivação | | | | | | | | | | | | | | |
| - medo/insegurança | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| - raiva | | | | | | | | | | | | | | |
| - tensão | | | | | | | | | | | | | | |
| Qualidade do repouso | | | | | | | | | | | | | | |
| Ritmo de trabalho imposto é ruim? | 1 | | 1 | | | | 1 | | | | | | | |
| Comunidade, sociedade e vida cívica | | | | | | | | | | | | | | |
| Experiência na tarefa | | | | | | 2 | | | 1 | | | | | |
| Experiência no cargo | | 1 | 2 | | | | | | | | | | 1 | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|---|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Tarefa considerada simples | 5 | 1 | | | 1 | | | | | | | | |
|----------------------------|---|---|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|

Quadro H-0-8 - Categoria Equipamentos

| Equipamentos | Ação correta sobre o objeto errado | | Omissão | | Execução incompleta | | Intervenção em tempo não apropriado | | Seqüência | | Execução sem intenção | | Ação sem relação ou inapropriada | |
|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|
| | <i>Corpus</i> 1 | <i>Corpus</i> 2 | <i>Corpus</i> 1 | <i>Corpus</i> 2 | <i>Corpus</i> 1 | <i>Corpus</i> 2 | <i>Corpus</i> 1 | <i>Corpus</i> 2 | <i>Corpus</i> 1 | <i>Corpus</i> 2 | <i>Corpus</i> 1 | <i>Corpus</i> 2 | <i>Corpus</i> 1 | <i>Corpus</i> 2 |
| Fadiga ou deterioração de componentes | | | | | | | | | | | | | | |
| Instrumental deficiente | | | | | | | | | | | | | | |
| - qualidade | | | | | | | | | | | | 2 | | |
| - calibração | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| - manutenção | | | | | | | | | | | | | | |
| - obsoleto | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipamento obsoleto? | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | |
| Equipamento funcional? | 2 | 2 | | | 2 | 2 | 2 | | 1 | | 1 | 1 | | |
| Problemas com a sinalização | | | | | | | | | | | | | | |
| - insuficiente | 2 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | |
| - excessiva | 1 | | | | | 1 | | 1 | | | | | | |
| - ineficiente | 1 | | | | | 2 | | | | | | | 1 | |
| Padronização da interface | | | | | | | | | | | | | | |
| - diferença de padronização visual | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| - diferença de padronização funcional | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| - terminologia inadequada | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| - problemas de zoom | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| - problema de representação gráfica | 4 | 3 | | | | | | | | | | | | 1 |
| - confiabilidade | | | | | | | | | | | | | | |

Quadro H-0-9 - Categoria Material

| Material | Ação correta sobre o objeto errado | | Omissão | | Execução incompleta | | Intervenção em tempo não apropriado | | Seqüência | | Execução sem intenção | | Ação sem relação ou inapropriada | |
|---|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|
| | <i>Corpus</i> 1 | <i>Corpus</i> 2 | <i>Corpus</i> 1 | <i>Corpus</i> 2 | <i>Corpus</i> 1 | <i>Corpus</i> 2 | <i>Corpus</i> 1 | <i>Corpus</i> 2 | <i>Corpus</i> 1 | <i>Corpus</i> 2 | <i>Corpus</i> 1 | <i>Corpus</i> 2 | <i>Corpus</i> 1 | <i>Corpus</i> 2 |
| Instruções técnicas/normativas deficientes | | | | | | | | | | | | | | |
| - falta de documentação | 2 | | | 2 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|--|---|---|---|--|---|--|--|--|--|--|
| específica | | | | | | | | | | | | | | |
| - falta de padronização do procedimento | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | |
| - falta de clareza na documentação | 1 | 2 | | | | 1 | | | | | | | | |
| - excesso de ações para um mesmo item | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| - item com ações para serem executadas em locais distintos | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| - documento com erro | | | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | | | | | |
| Projeto inadequado | | | | | | | | | | | | | | |
| Falta de sobressalentes/falta de material | 3 | | | | | | | | | | | | | |

Quadro H-0-10 - Categoria Ambiente

| Ambiente | Ação correta sobre o objeto errado | | Omissão | | Execução incompleta | | Intervenção em tempo não apropriado | | Seqüência | | Execução sem intenção | | Ação sem relação ou inapropriada | |
|---|------------------------------------|----------|----------|----------|---------------------|----------|-------------------------------------|----------|-----------|----------|-----------------------|----------|----------------------------------|----------|
| | Corpus 1 | Corpus 2 | Corpus 1 | Corpus 2 | Corpus 1 | Corpus 2 | Corpus 1 | Corpus 2 | Corpus 1 | Corpus 2 | Corpus 1 | Corpus 2 | Corpus 1 | Corpus 2 |
| Eventos externos/interrupções | | | | | | | | | | | | | | |
| - distração causada pelo sistema ou ambiente | 2 | | | | | | | 1 | 1 | | | | | |
| - distração causada por terceiros | 3 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | |
| Características do ambiente físico | | | | | | | | | | | | | | |
| - barulho/ruído | | | | | | | | | | | | | | |
| - temperatura, umidade, climatização ambiental, chuva | | | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | |
| - luminosidade/iluminação deficiente | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 |
| - poluição | | | | | | | | | | | | | | |
| - radiação | | | | | | | | | | | | | | |
| - insalubridade | | | | | | | | | | | | | | |
| Espaço físico inadequado (layout) | 5 | 1 | | | | 1 | | | | | | | | 1 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Onde o trabalho se localiza | | | | | | | | | | | | | | |
| Segurança no ambiente de trabalho | | | | | | | | | | | | | | |

Quadro H 0-11 - Relação entre *Corpus 1* e *Corpus 2* para Sequencia de tomada de decisão

| Disfunção Humana Interna (seqüência de tomada de decisão) | Ação correta sobre o objeto errado | | Omissão | | Execução incompleta | | Intervenção em tempo não apropriado | | Seqüência | | Execução sem intenção | | Ação sem relação ou inapropriada | |
|--|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|
| | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> | <i>Corpus 1</i> | <i>Corpus 2</i> |
| Observação do estado do sistema | | | | | | | | | | | | | | |
| - Excessiva | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| - Falsa interpretação | 6 | 4 | - | - | - | 1 | - | - | 1 | - | - | - | 1 | 1 |
| - Incorreta | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - Incompleta | 2 | 3 | 3 | - | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | - | 2 | 1 | - |
| - Inapropriada | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - |
| - Ausente | 6 | 3 | 3 | - | 2 | - | 1 | - | 1 | - | - | 2 | 1 | - |
| - Desnecessária | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - |
| - Correta | 1 | - | - | 1 | 1 | 1 | - | 1 | - | - | 1 | 1 | - | - |
| Escolha de uma hipótese | | | | | | | | | | | | | | |
| - Inconsistente em relação à observação | 3 | 3 | - | - | - | - | 1 | - | 1 | - | 1 | - | - | - |
| - Consistente, mas pouco provável | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - |
| - Consistente, mas muito custosa | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - Consistente, mas insuficiente | 2 | 1 | 2 | - | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | - | 2 | - | 1 |
| - Funcionalmente não pertinente | 3 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | - |
| - Ausente | 7 | 7 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - |
| - Desnecessária | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 1 | - |
| - Correta | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - |
| Avaliação da hipótese | | | | | | | | | | | | | | |
| - Incompleta | - | - | - | - | 2 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - |
| - Aceitação de uma hipótese errada | 8 | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | - |
| - Rejeição de uma hipótese certa | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - Ausente | 7 | 8 | 3 | 1 | 1 | 2 | - | 1 | - | - | - | 1 | - | 1 |
| - Desnecessária | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 3 | 1 | - |
| - Correta | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - |
| Escolha do objetivo | | | | | | | | | | | | | | |
| - Incompleto | - | - | 2 | - | - | - | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - |
| - Incorreto | - | 1 | - | - | - | - | 2 | - | 1 | - | 1 | - | 3 | - |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - Supérfluo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - Ausente | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - Desnecessário | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - Correto | 15 | 9 | 3 | 2 | 5 | 3 | - | 2 | 1 | 1 | 1 | 6 | 1 | 1 |
| Escolha do procedimento | | | | | | | | | | | | | | |
| - Incompleto | - | - | 5 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | - | 1 | - | 1 | - | - |
| - Incorreto | 1 | 1 | 2 | - | - | - | 2 | 1 | 3 | - | 1 | 3 | 4 | 1 |
| - Supérfluo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| - Ausente | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - Desnecessário | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - Correto | 14 | 9 | - | - | 1 | 1 | 1 | - | - | - | 1 | 3 | - | - |

Anexo I. Relação de relatórios que compõem o *Corpus 2*

| Nome Original Relatório | Data Ocorrência | Erro | Novo nome |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------|----------------|
| RdfhGRS012006 | 12/01/2006 - 15:40 | Ação errada sobre o objeto correto | REL-36-01_2006 |
| RdfhGRS022006 | 16/01/2006 - 14:14 | Ação correta sobre o objeto errado | REL-37-01_2006 |
| RDFHGRO012006 | 30/01/2006 - 01:21 | Ação correta sobre o objeto errado | REL-38-01_2006 |
| RdfhGRL022006 | 02/02/2006 - 15:28 | Omissão | REL-39-02_2006 |
| RdfhGRP022006 | 14/02/2006 - 18:50 | Ação correta sobre o objeto errado | REL-40-02_2006 |
| RDFHGRO022006 | 22/02/2006 - 10:22 | Ação sem relação ou inapropriada | REL-41-02_2006 |
| RdfhGRP032006 | 15/03/2006 - 09:09 | Seqüência | REL-42-03_2006 |
| RdfhGRS032006 | 15/03/2006 - 15:59 | Execução incompleta | REL-43-03_2006 |
| RdfhGRP042006 | 22/03/2006 - 09:01 | Ação sem relação ou inapropriada | REL-44-03_2006 |
| RdfhSTC032006 | 23/03/2006 - 14:44 | Execução sem intenção | REL-45-03_2006 |
| RDFHGRO032006 | 26/03/2006 - 06:32 | Ação correta sobre o objeto errado | REL-46-03_2006 |
| RdfhGRN072006 | 06/05/2006 - 04:11 | Execução incompleta | REL-47-05_2006 |
| RdfhGRS042006 | 08/06/2006 - 14:56:42 | Ação correta sobre o objeto errado | REL-48-06_2006 |
| RdfhGRL032006 | 11/06/2006 - 23:55 | Ação errada sobre o objeto correto | REL-49-06_2006 |
| RDFHGRB012006 | 22/06/2006 - 01:33 | Ação correta sobre o objeto errado | REL-50-06_2006 |
| RdfhGRN052006 | 01/07/2006 - 13:01 | Execução incompleta | REL-51-07_2006 |
| RdfhGRS062006 | 04/07/2006 - 15:01 | Ação sem relação ou inapropriada | REL-52-07_2006 |
| RdfhGRP072006 | 16/07/2006 - 09:50 | Ação correta sobre o objeto errado | REL-53-07_2006 |
| RdfhGRS072006 | 09/08/2006 - 14:59 | Execução sem intenção | REL-54-08_2006 |
| RdfhGRP082006 | 06/09/2006 - 14:26 | Ação correta sobre o objeto errado | REL-55-09_2006 |
| RDFHGRB022006 | 18/10/2006 - 14:22 | Ação errada sobre o objeto correto | REL-56-10_2006 |
| RdfhGRN082006 | 22/10/2006 - 16:26 | Intervenção em tempo não apropriado | REL-57-10_2006 |
| RdfhGRN092006 | 24/10/2006 - 09:30 | Ação sem relação ou inapropriada | REL-58-10_2006 |
| RdfhGRS082006 | 06/11/2006 - 10:30 | Ação correta sobre o objeto errado | REL-59-11_2006 |
| RdfhGRN102006 | 27/11/2006 - 10:42 | Ação errada sobre o objeto correto | REL-60-11_2006 |
| RDFHGRO052006 | 18/12/2006 - 16:05 | Ação correta sobre o objeto errado | REL-61-12_2006 |
| RDFHGRB012007 | 27/01/2007 - 20:16 | Intervenção em tempo não apropriado | REL-62-01_2007 |
| RdfhGRL022007 | 07/02/2007 - 10:21 | Omissão | REL-63-02_2007 |
| RdfhGRS022007 | 28/03/2007 - 10:34 | Ação errada sobre o objeto correto | REL-64-03_2007 |
| RdfhGRP022007 | 09/04/2007 - 14:55 | Execução sem intenção | REL-65-04_2007 |
| RdfhGRS032007 | 04/05/2007 - 10:36 | Ação correta sobre o objeto errado | REL-66-05_2007 |