

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**MÉTODO PARA ANÁLISE E CLASSIFICAÇÃO
DE ERROS HUMANOS
NA MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS
NO SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE
PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE
POR

RICARDO ULISSES FALCÃO FERRAZ

Orientador: Prof. Cristiano Alexandre Virgínio Cavalcante, DSc

Recife, 16 de dezembro de 2009.

F381m Ferraz, Ricardo Ulisses Falcão

Método para análise e classificação de erros humanos na manutenção de equipamentos no sistema elétrico de potência / Ricardo Ulisses Falcão Ferraz. – Recife: O Autor, 2009.

ix, 69 f.; il., figs., tabs.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2009.

Inclui Referências Bibliográficas e Anexos.

1. Engenharia de Produção. 2. Método para Análise de erros humanos na manutenção. 3. Desligamento Acidental. 4. *Generic Error-Modelling*. 5. *Human Factors Analysis and Classification System*. I. Título.

658.5CDD(22.ed.)

UFPE
BCTG/2010-009



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE**

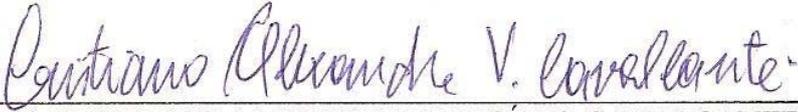
RICARDO ULISSES FALCÃO FERRAZ

***“MÉTODO PARA ANÁLISE E CLASSIFICAÇÃO DE ERROS HUMANOS NA
MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS NO SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA”***

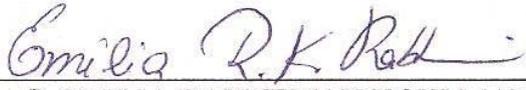
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PESQUISA OPERACIONAL

A comissão examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o candidato RICARDO ULISSES FALCÃO FERRAZ **APROVADO POR UNANIMIDADE**.

Recife, 16 de dezembro de 2009.


Prof. CRISTIANO ALEXANDRE VIRGÍNIO CAVALCANTE, Doutor (UFPE)


Prof^a LUCIANA HAZIN ALÊNCAR, Doutor (UFPE)


Prof^a. EMILIA RAHNEMAY KOHLMAN RABBANI, Doutor (UPE)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, a CHESF pela oportunidade e a todos pelo apoio.

Em especial a minha esposa Emília e aos meus filhos Viviane, Fernanda e Romero pela renúncia a muitas horas de convivência ao longo de todo o curso, a oportuna ajuda nas revisões da dissertação e permanente incentivo.

Aos chesfianos Edna, Sueli, Socorro, Benigna, Antonio Andrade, Wagner, Álvaro Tadeu, Henrique Aguiar, Denis Maciel, Rogério, Julio, Iony, Jocílio e Eron — cada qual sabe o motivo.

Aos colegas de turma, de modo particular aos amigos da CHESF, pelo excelente ambiente e cooperação.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da UFPE pelos ensinamentos, presteza e profissionalismo.

Ao professor Cristiano Cavalcante pela disponibilidade, orientação e considerações que possibilitaram, juntamente com as contribuições das professoras examinadoras Luciana Alencar e Emilia Rabbani, melhorias nesta dissertação.

Aos muitos familiares, colegas e amigos que demonstrando interesse me animaram a alcançar este objetivo.

Finalmente dedico este trabalho a Emília Vasconcelos Ferraz, minha maior incentivadora, que, mesmo gravemente doente, só “aceitou” o trancamento do curso se após os seis meses eu retornasse para concluir a redação. Na retomada da dissertação, Emília, recuperada com a graça de Deus, reassumiu o papel de incentivadora e assumiu o papel de maior cobradora da conclusão, de modo que hoje comemoramos juntos a nossa conquista.

RESUMO

Esta dissertação enfoca a questão do erro humano nas atividades relacionadas com a manutenção dos equipamentos de proteção e automação numa grande empresa de transmissão de energia elétrica. A ênfase é no erro humano que tenha provocado o desligamento acidental de alguma função de transmissão. A justificativa do estudo cita ações preventivas aos erros humanos na manutenção, apresenta dados básicos de desligamentos, resume os cenários antes e depois da resolução normativa que alterou a remuneração do setor de transmissão, ressalta os impactos econômicos com a nova regulamentação e aborda aspectos da cultura organizacional. A pesquisa sobre as causas de acidentes no trabalho resume teorias com ênfase no homem (da fadiga; da propensão para acidentes, do puro acaso) e teorias com visão sistêmica (modelos *Skill-Rule-Knowledge* e *Generic Error-Modelling System*). Aborda ainda aplicações das teorias de análise e classificação de erros humanos que resultaram no modelo *Human Factors Analysis and Classification System*. Conclui destacando a dificuldade e a necessidade das empresas abandonarem as análises de acidentes com foco nos erros dos homens para considerarem os fatores organizacionais, apresenta fatores psicológicos que levam a buscar “culpados” e propostas para alcançar excelentes níveis de segurança. O método proposto para a análise e classificação de erros humanos, composto de nove fases, estabelece análise ampla e participativa, apresenta fluxogramas e diagramas de apoio e um processo de validação das recomendações de modo a obter o comprometimento dos responsáveis pela implantação. Apresenta a visão da análise de acidentes no mundo, alerta para o perigo da tendência em supervalorizar o “organizacional”, insiste que as organizações não podem perder de vista os atos inseguros. Na aplicação é descrita a avaliação da influência da mudança na tecnologia dos equipamentos de proteção e automação em relação aos erros humanos sendo constatado forte efeito sobre a atividade de cálculo e emissão de ajustes dos equipamentos digitais. A conclusão ressalta as bases teóricas do método proposto, destaca os aplausos às empresas que conseguem evitar análises de acidentes com foco excessivo no “humano” e sugere estudos envolvendo psicologia, engenharia, psiquiatria, estatística, administração e pedagogia.

Palavras chave: método para análise de erros humanos na manutenção, desligamento acidental, *Generic Error-Modelling System*, *Human Factors Analysis and Classification System*.

ABSTRACT

This study focuses on the issue of human error in activities related to the maintenance of protection and automation equipments in a large electric power transmission company. The emphasis is on human error that caused the accidental shutdown of some transmission function. The study justifications cites preventive human errors in maintenance, presents the company and basic data of shutdowns, summarizes the scenarios before and after the legislative resolution amending the remuneration of the transmission sector, highlights the economic impact of these new rules and also deals with organizational culture aspects. The research on the causes of accidents at work summarizes theories with emphasis on man (fatigue, the propensity for accidents, a matter of chance) and theories with systems perspective (*Skill-Rule-Knowledge* and *Generic Error-Modelling System* models). It also discusses applications of the theories of analysis and classification of human error that resulted in the *Human Factors Analysis and Classification System* model. It concludes by highlighting the difficulties and the need for companies to abandon the analysis of accidents with focus on the mistakes of men to consider the organizational factors, presents psychological factors that lead to seek "guilties" and proposals to achieve excellent levels of security. The proposed method for the analysis and classification of human error, consisting of nine stages, provides a participative and comprehensive analysis; presents flowcharts and support diagrams and a recommendation validation process in order to obtain the commitment of those responsible for the implementation of this method. Presents a view of accident analysis in the world, warns against the tendency to overvalue the "organizational" and insists that organizations can not lose sight of the unsafe acts. In the application, the evaluation of the influence of changes in protection and automation equipments in relation to human errors is described and revealed a strong effect on the activity of calculation and adjustments on digital equipments. The conclusion highlights the theoretical basis of the proposed method, the applause to those companies that avoid the analysis of accidents with excessive focus on "human" and suggests studies involving psychology, engineering, psychiatry, statistics, management and pedagogy.

Keywords: method for the analysis of human error, accidental shutdown, *Generic Error-Modelling System*, *Human Factors Analysis and Classification System*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	JUSTIFICATIVA.....	1
1.2	OBJETIVOS.....	2
1.3	ESTRUTURA.....	2
2	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	4
2.1	A EMPRESA E OS EQUIPAMENTOS.....	4
2.2	HISTÓRICO DO PROBLEMA.....	7
2.3	O CONTEXTO ATUAL.....	11
3	BASE CONCEITUAL E REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1	TEORIAS INICIAIS – ÊNFASE NO HOMEM.....	16
3.2	TEORIAS ATUAIS – VISÃO SISTÊMICA.....	19
3.3	APLICAÇÃO COM FOCO NOS FATORES ORGANIZACIONAIS.....	30
4	PROPOSTA DE MÉTODO.....	42
5	APLICAÇÃO.....	52
6	CONCLUSÕES.....	56
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
	ANEXO 1 – Quantidade de DAEH por órgão e por ano.....	62
	ANEXO 2 – Planilhas dos Relatórios de Desligamento por Erro Humano.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – O SEP e a CHESF	5
Figura 2.2 – Visão geral e simplificada do SEP	6
Figura 2.3 – Mudança na causa dos acidentes	7
Figura 2.4 – Desligamentos (média; 2007; 2008) por erro humano por área.	8
Figura 2.5 – Erros humanos na manutenção e operação de subestações na COELBA	9
Figura 2.6 – Histórico dos DAEH na manutenção da proteção e automação	9
Figura 3.1 – <i>Generic Error-Modelling System</i> – GEMS	22
Figura 3.2 – Elementos do sistema de produção e as barreiras ao perigo.....	25
Figura 3.3 – Os erros humanos no sistema de produção.....	26
Figura 3.4 – Os tipos de atos inseguros	27
Figura 3.5 – A dinâmica do acidente – barreiras vencidas	28
Figura 3.6 – O queijo suíço, suas fatias e buracos, analogia à trajetória do acidente.	28
Figura 3.7 – Visão geral do modelo HFACS	31
Figura 3.8 – Influências organizacionais	32
Figura 3.9 – Supervisão insegura	33
Figura 3.10 – Pré-condições para atos inseguros	34
Figura 3.11 – Os atos inseguros	35
Figura 3.12 – Método para identificação de erros humanos	37
Figura 3.13 – Fluxograma de identificação de erro humano	38
Figura 4.1 – Método para Análise e Classificação de Erros Humanos.....	46
Figura 4.2 – Mudança na ênfase das análises no tempo	50
Figura 4.3 – Responsabilidade Coletiva X Responsabilidade Individual.....	51
Figura 5.1 – Área de atuação das GRx.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Fator multiplicador K.....	13
Tabela 3.1 – Sumário dos modos de erros por nível de performance.....	24
Tabela 3.2 – Síntese dos tipos de erros.....	30
Tabela 3.3 – Avaliação da ergonomia, manutenibilidade, tecnologia e automação.....	36
Tabela 4.1 – Relatório de Desligamento por Erro Humano.....	43
Tabela 5.1 – Atividades com erro humano nos DAEH digital.....	54
Tabela A1.1 – Quantidade de DAEH por órgão e por ano.....	62
Tabela A2.1 – RDEH do SBCP.....	63
Tabela A2.2 – RDEH do SLCP.....	64
Tabela A2.3 – RDEH do SNCP.....	65
Tabela A2.4 – RDEH do SOCP.....	66
Tabela A2.5 – RDEH do SPCP.....	67
Tabela A2.6 – RDEH do SSCP.....	68
Tabela A2.7 – RDEH da STC.....	69

SIMBOLOGIA

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CHESF	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
CPST	Contrato de Prestação de Serviços de Transmissão
DAEH	Desligamento Acidental por Erro Humano
FT	Função de Transmissão
GEMS	<i>Generic Error-Modelling System</i>
HFACS	<i>Human Factors Analysis and Classification System</i>
kV	Quilovolt
km	Quilômetro
km ²	Quilômetro quadrado
MACHINE	<i>Model of Accident Causation using Hierarchical Influence Network</i>
MASP	Método de Análise e Solução de Problema
MW	Megawatt
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PV	Parcela Variável
PVI	Parcela Variável por Indisponibilidade
PVRO	Parcela Variável por Restrição Operativa Temporária
RAP	Receita Anual Permitida
SEP	Sistema Elétrico de Potência
SPDEH	Seminário de Prevenção de Desligamento Acidental por Erro Humano
SRK	<i>Skill-Rule-Knowledge</i>
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a justificativa, objetivos e a estrutura da dissertação “Método para análise e classificação de erros humanos na manutenção de equipamentos no sistema elétrico de potência” que propõe melhorias na prática vigente na Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) considerando o contexto da manutenção de equipamentos do Sistema Elétrico de Potência (SEP).

1.1 JUSTIFICATIVA

Numa concessionária de energia elétrica, ao ocorrer uma desconexão acidental de parte da rede de transmissão devido a erro humano, a entrega e a remuneração da organização podem ser afetadas e, por isso, é importante estudar os diversos aspectos envolvidos de modo a agir preventivamente. Ao abordar a prevenção e recuperação de falhas de projeto, instalações, pessoal, fornecedores e clientes Slack *et al.* (2002, p. 628) ressaltam: “As organizações, portanto, precisam discriminar as diferentes falhas e prestar atenção especial àquelas que são críticas por si só ou porque podem prejudicar o resto da produção. Para fazer isso, precisamos entender porque alguma coisa falha e ser capaz de medir o impacto da falha”.

No âmbito das organizações produtoras o erro humano está diretamente associado a várias conseqüências e, normalmente, vem em mente a questão do acidente do trabalho, envolvendo lesões físicas, licença médica e mesmo a morte. Outra conseqüência importante advinda dos erros humanos no trabalho é o prejuízo ao desempenho da produção; seja por resultarem em acidentes com danos catastróficos à infra-estrutura, ou por afetarem a qualidade ou o prazo da entrega do produto ou serviço. Neste último sentido enquadra-se uma das possíveis conseqüências do erro humano na manutenção de equipamentos do SEP — o desligamento acidental de equipamentos provocando a desconexão de funções de transmissão e/ou equipamentos principais tendo sua disponibilidade afetada.

A CHESF sempre buscou minimizar perdas na produção e transmissão de energia elétrica. Neste sentido a companhia promove forte atuação na prevenção, estudando e implantando medidas para controle e redução da frequência e gravidade dos acidentes do trabalho (coordenação dos órgãos de medicina e segurança do trabalho) e dos acidentes que envolvem o SEP (coordenação dos órgãos de operação e manutenção). A maior parte das medidas aplicadas e em uso foi desenvolvida em trabalhos entre 1985 e 1995 e, assim sendo,

surge o questionamento em relação à atualidade das bases conceituais e dos benefícios que novos estudos podem incorporar.

A CHESF adota um modelo de relatório bastante amplo para registrar os casos de erros humanos na manutenção e operação que provocam desligamentos acidentais de equipamentos do SEP. Porém, em particular, os capítulos referentes à análise e classificação dos erros não possuem um detalhamento adequadamente embasado nas contribuições acadêmicas disponíveis.

1.2 OBJETIVOS

Portanto, o objetivo geral desta dissertação é propor adequações ao método de análise e classificação de erros humanos na manutenção usado na CHESF.

A intenção é propor melhorias na prática da companhia e contribuir para incluir, de modo sistemático, aspectos organizacionais nas análises dos desligamentos acidentais. Isto deve ajudar a organização a evitar um tipo de abordagem citada por Almeida (2003, p. 70) — “Após o evento é fácil identificar vilões e heróis. É difícil imaginar as pressões, dilemas e incertezas enfrentados pelos participantes no momento em que se tomou a decisão.”.

Em decorrência, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

1. revisar as principais contribuições e metodologias de análise e classificação dos erros humanos visando o estudo do erro humano na manutenção da proteção e automação do SEP;
2. avaliar e medir uma possível influência da tecnologia dos equipamentos sobre os erros humanos;
3. analisar ferramentas de apoio à análise de erros humanos de modo a identificar as mais adequadas ao objetivo geral.

É importante registrar que esta dissertação não aborda erros humanos na visão do acidente de trabalho, em termos de suas consequências e desdobramentos, mas incorpora conceitos e estudos associados tendo em vista que o erro humano está na base tanto do acidente do trabalho quanto do acidente na manutenção.

1.3 ESTRUTURA

Os assuntos abordados nesta dissertação estão distribuídos em seis capítulos: introdução, descrição do problema, base conceitual, proposta de método, aplicação e conclusões.

O capítulo 1 (Introdução) aborda sucintamente a justificativa para realização do trabalho, os objetivos e a estrutura da dissertação.

O capítulo 2 (Descrição do problema) descreve a empresa e apresenta mais detalhes sobre o problema, seu histórico e o contexto atual tendo em vista alterações recentes na regulamentação do setor elétrico brasileiro.

O capítulo 3 (Base conceitual) apresenta um breve histórico das teorias sobre o erro humano, a evolução da “ênfase no homem” para uma “visão sistêmica” e uma abordagem de aplicações práticas das teorias focando os aspectos organizacionais.

O capítulo 4 (Proposta de método) resume o relatório usado na companhia, propõe o novo método, detalha suas nove etapas e documenta o alerta dos estudiosos para exageros observados no enfoque da responsabilidade dos erros humanos.

O capítulo 5 (Aplicação) exemplifica a análise de um dos aspectos organizacionais propostos no método.

O capítulo 6 (Conclusões) traz a síntese do estudo, limitações e algumas sugestões de como a companhia pode direcionar esforços para aprofundar o assunto e obter melhorias em seus processos.

2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Este capítulo descreve a empresa e apresenta mais detalhes sobre o problema do erro humano na manutenção, dados e aspectos histórico e enfatiza itens da regulamentação do setor elétrico brasileiro.

Nesta dissertação são estudados os erros humanos no contexto da manutenção de equipamentos do SEP sob responsabilidade da CHESF.

As publicações de autores com formação em psicologia e medicina, por exemplo, Reason (1990) e Almeida (2003), usualmente, ao aprofundar o estudo das ações, comportamento e confiabilidade do ser humano, utilizam a palavra **erro** ao abordar o humano enquanto a palavra **falha** é utilizada para descrever problemas com causas nas coisas (máquinas, materiais, sistemas). Esta opção é majoritária nas publicações acadêmicas sobre as ações humanas no trabalho e por isto é a adotada nesta dissertação.

A expressão **erro humano** é usada para “referir-se a ações e ou omissões de trabalhadores que estariam associadas, direta ou indiretamente, com a ocorrência de acidentes” (Almeida, 2003, p. 67). Na exposição sobre o desempenho da produção Slack *et al.* (2002, p. 69) citam “fazer certo as coisas” e “não desejaria cometer erros” numa abordagem inicial da influência do erro humano nas organizações.

Esta dissertação apresenta dados referentes aos erros que acarretam em perdas na produção e, ainda mais especificamente, dá ênfase especial aos erros humanos envolvendo a manutenção dos equipamentos complementares de proteção e automação da CHESF.

2.1 A EMPRESA E OS EQUIPAMENTOS

A CHESF é uma empresa de geração e transmissão de energia elétrica criada em 03 de outubro de 1945, com a missão de produzir, transmitir e comercializar energia elétrica para a Região Nordeste do Brasil. A companhia possui um sistema de geração com a maior potência nominal disponível entre as empresas nacionais e também o maior sistema de transmissão do país em extensão de linhas, distribuído numa área de mais de 1 milhão de km², ver a figura 2.1. As equipes de manutenção e de operação atuam diretamente sobre um variado e complexo Sistema de Transmissão, composto por cerca de 100 subestações, 18 mil quilômetros de linhas, nas tensões de 69, 139, 230 e 500kV, e 26631 equipamentos complementares da proteção e automação (CHESF, 2009a).

Na execução da manutenção e operação deste vasto sistema físico, em que atuam direta ou indiretamente cerca de 5.600 funcionários, ocorrem acidentes do trabalho e acidentes que afetam a produção (CHESF, 2009a). A empresa atua de modo preventivo por meio de permanente atualização de normas, treinamentos, supervisão, reciclagem, campanhas, seminários, etc. Na Diretoria de Operação (DO), responsável pela operação e manutenção do SEP, uma das diretrizes é “aprender com os erros” e neste sentido foram definidos procedimentos de análise e emissão de relatórios para acidentes e incidentes.

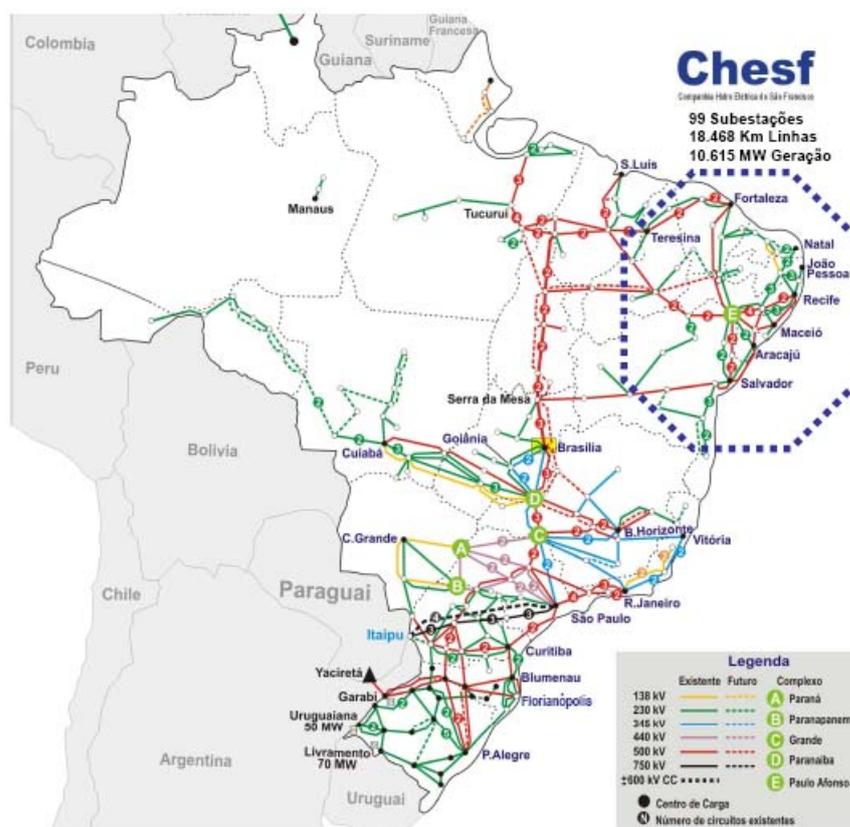


Figura 2.1 – O SEP e a CHESF

Fonte: adaptada de CHESF (2009a)

Para facilitar o entendimento do problema a figura 2.2 apresenta uma visão geral e simplificada do SEP, com destaque para os níveis de instalação dos equipamentos e as interligações entre as partes componentes. Os equipamentos complementares de proteção e automação podem ser observados nos níveis 1, 2 e 3 e sua função básica é monitorar as condições operativas e a integridade física dos equipamentos principais ou primários (instalados no nível 0) de modo a, com rapidez e seletividade, promover o isolamento do equipamento sob defeito ou falha (Mason, 1956).

Os equipamentos de proteção e automação recebem dados do nível 0 (pátio da instalação), são instalados nas cabanas de relés (nível 1), salas de comando local (nível 2) e salas de despacho de carga (nível 3) e, portanto interligam todos os níveis do SEP. Por seu intermédio ocorrem comandos manuais e automáticos para ligar e desligar os equipamentos primários em condições de operação normal e também nos defeito e falhas de equipamentos no SEP. Um único equipamento de proteção e automação pode, em consequência de falha material ou erro humano, desligar todos os equipamentos primários de uma instalação.

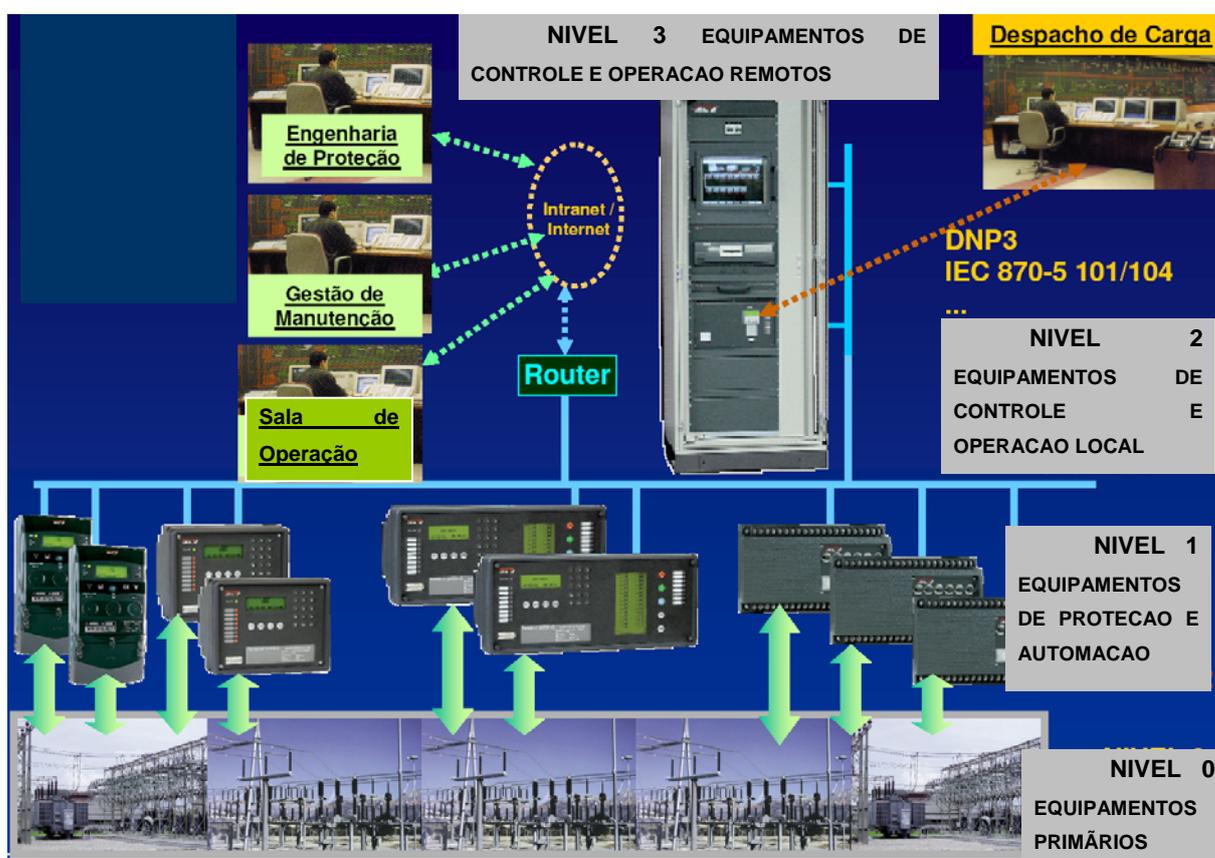


Figura 2.2 – Visão geral e simplificada do SEP

Fonte: adaptada de CHESF (2009b)

Pelas características próprias dos equipamentos de proteção e automação, um erro durante o planejamento ou a execução de atividades de manutenção, em qualquer nível do SEP, pode resultar, de imediato ou muito tempo depois, numa desconexão acidental de parte da rede de transmissão afetando a entrega e a remuneração da organização. Em Mason, (1956) estão relacionadas as atividades de manutenção usuais: preventivas (calibração e ajuste, teste de funcionamento e medição das grandezas de alimentação) e corretivas.

2.2 HISTÓRICO DO PROBLEMA

A CHESF tem evoluído muito e estão superadas as etapas citadas por Filgueiras (2004) e Almeida (2003) de simplesmente considerar que errar é humano, o erro humano é inevitável e imprevisível ou que a diversidade e quantidade de erros possíveis inviabiliza a prevenção ainda no projeto. Os esforços de sistematização e padronização de ações preventivas podem ser exemplificados pelas instruções normativas de análise de perturbação e de acidente (CHESF, 2007), cuja 1ª edição é de 1991, e de planejamento e execução de intervenções (CHESF, 2008), com 1ª versão de 1992. Estes esforços têm a visão de que a operação e manutenção precisam controlar, acompanhar e prevenir tanto as falhas dos materiais quanto os erros humanos como causa dos acidentes. Na figura 2.3 é fácil constatar a motivação desta visão – os erros humanos passaram a ser majoritários.

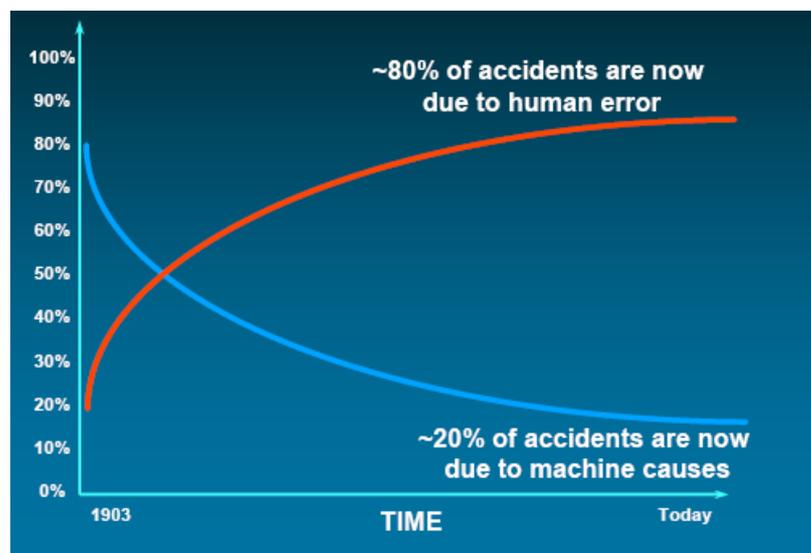


Figura 2.3 – Mudança na causa dos acidentes

Fonte: Reason (2006)

Esta elevada quantidade de erros considerados humanos precisa ser entendida e, segundo Filgueiras (2004), a abordagem humana e organizacional do erro precisa ser enfrentada pelas organizações modernas. A natureza humana é de errar, mas cabe aos gerentes de segurança modificar os sistemas sobre os quais as pessoas agem. As mudanças têm que ser apoiadas por dados, sendo preciso coletar, organizar, analisar e partilhar a informação. O entendimento atual é que a maioria dos erros é causada pelo próprio sistema, por fatores organizacionais próprios – processo, equipamentos de controle, procedimentos, políticas. As

empresas precisam proporcionar o envolvimento ativo das pessoas do chão de fábrica na identificação de riscos, nas avaliações do ambiente e da carga de trabalho e nos treinamentos em fatores humanos.

Portanto, como as pesquisas apontam a ênfase dos erros humanos nos acidentes em geral, esta dissertação tem foco no erro humano associado às atividades de manutenção dos equipamentos complementares de proteção e automação que resultam especificamente em desligamento de equipamentos do SEP da CHESF. Este tipo de acidente de manutenção é designado, no ambiente do setor elétrico, como **desligamento acidental por erro humano (DAEH)**. Naturalmente, no mesmo acontecimento em que ocorrer um DAEH pode acontecer um acidente do trabalho, mas isto nunca aconteceu na área de proteção e automação da CHESF.

Este foco na área de manutenção dos equipamentos de proteção e automação deve-se à experiência própria do autor e ao fato de que nesta área observa-se a maior incidência absoluta de erros humanos quando analisados os eventos de desligamentos acidentais de equipamentos do SEP. Para exemplificar, são apresentados na figura 2.4 os dados CHESF: quantidade de erros para a média dos anos 2003 a 2007 (1ª coluna), para o ano de 2007 (2ª coluna) e para o ano de 2008 (3ª coluna) nas áreas de Operação, Manutenção (em equipamentos primários), MPCCSR (Manutenção da Proteção e Automação), Expansão (atividades de implantação de novas instalações) e Outros.

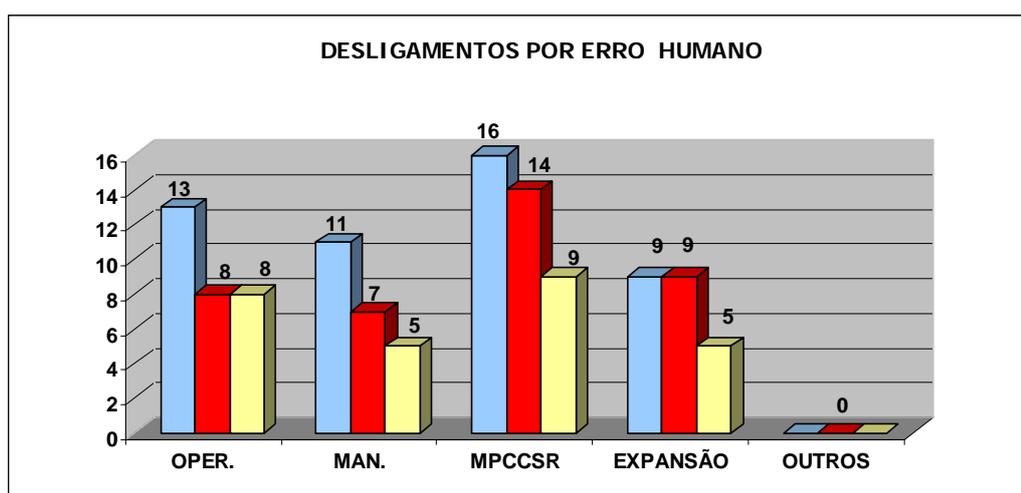


Figura 2.4 – Desligamentos (média; 2007; 2008) por erro humano por área.

Fonte: adaptada de CHESF (2009b)

A maior quantidade de DAEH na proteção está associada ao maior risco (as equipes atuam sobre os circuitos de desligamento) e a quantidade de intervenções realizadas – em 2008 foram 3328 intervenções concluídas. Em empresas congêneres observa-se o mesmo fato, a figura 2.5 retrata dados recentes da Companhia Energética da Bahia – COELBA.

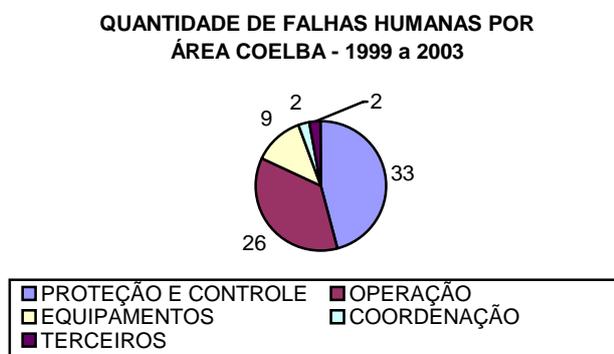


Figura 2.5 – Erros humanos na manutenção e operação de subestações na COELBA

Fonte: SILVA (2005)

Na área de manutenção dos equipamentos de proteção e automação as medidas e esforços para prevenir os erros humanos têm surtido efeito. Pela figura 2.6 podem ser comparados os dados de 1997 a 2008. Entre 1997 e 1999, antes da realização de seminários e implantação de comissões de prevenção, a média anual de desligamentos acidentais por erros humanos era de 21,25 e entre 2006 e 2008 foi de 14,66. Esta redução de 31% ocorreu ao tempo em que a complexidade dos sistemas associados aos equipamentos de proteção e automação foi ampliada devido às compactações conseguidas com a tecnologia digital. Isto teve reflexo tanto na proteção e automação quanto na área de expansão.

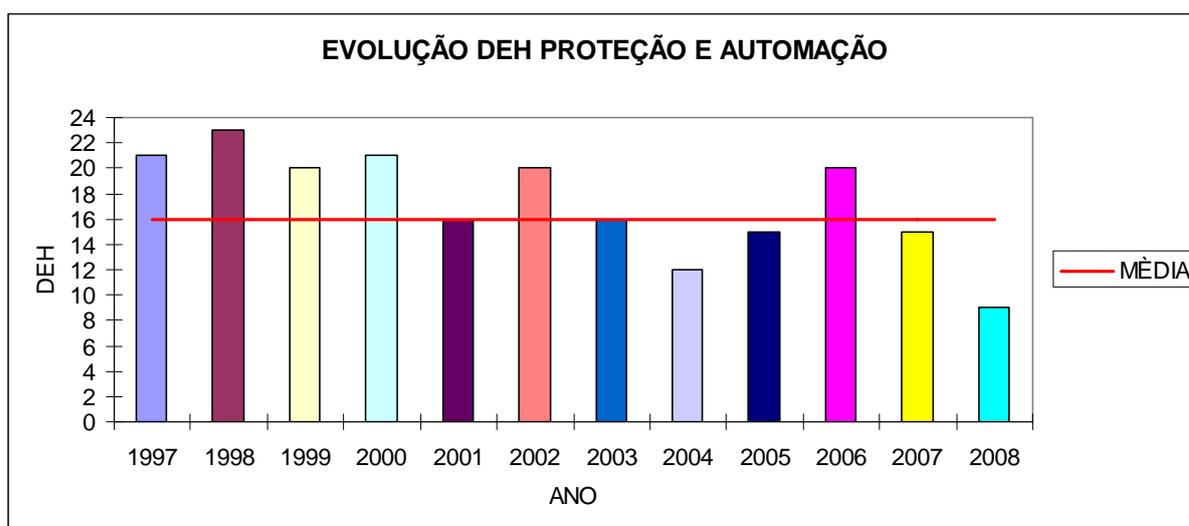


Figura 2.6 – Histórico dos DAEH na manutenção da proteção e automação

Fonte: CHESF (2009b)

Historicamente, na CHESF, a preocupação com o problema de erros humanos era focada nos DAEH principalmente devido aos seguintes aspectos:

- conseqüências diretas com possíveis danos físicos aos trabalhadores;
- danos materiais em instalações e equipamentos do SEP;
- redução de receita, proporcional à carga não atendida, e transtornos sofridos pela sociedade (nos casos onde os desligamentos de equipamentos provocavam interrupção no fornecimento de energia elétrica).

Ocorre que apenas uma pequena parte dos DAEH, os enquadrados no último aspecto acima, realmente provocavam efeitos econômicos diretos nas receitas das empresas do SEP.

Em 1998, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) divulgou informações preliminares sobre mudanças na forma de remunerar as empresas transmissoras. Na nova forma, a remuneração passaria a ser diretamente associada à disponibilidade dos equipamentos primários e não mais à energia fornecida. A Diretoria de Operação emitiu portaria designando grupo de trabalho para analisar a situação futura, propor novos métodos de execução da manutenção e criar mecanismos para acompanhar a disponibilidade praticada na empresa (CHESF, 1998).

A área de proteção e automação fez ampla pesquisa de literatura e em empresas congêneres, avaliou tendências de novas tecnologias e propôs alterar a filosofia de intervenção passando a trabalhar com o equipamento primário em funcionamento normal. Para isso foi projetado o uso do relé curinga (pode ser colocado para substituir temporariamente outros relés) e revisada a norma de planejamento e execução de intervenções (1ª versão de 1992) considerando a minimização da indisponibilidade dos equipamentos primários. Esta nova técnica e os normativos associados foram amplamente debatidos em seminário interno para Otimização da Manutenção de Sistemas de Proteção (CHESF, 1999) e foi geral a preocupação com a possibilidade de aumento dos desligamentos acidentais por erros humanos, já que os trabalhos seriam com os equipamentos primários energizados. Em decorrência houve diretriz para internalizar bem todos os novos normativos, treinar as equipes no uso do relé curinga e implantar medidas de prevenção.

Assim, a área de proteção e automação buscou inovar nas ações visando à prevenção dos DAEH por meio da implantação, em 2000, dos Seminários de Prevenção de Desligamentos por Erro Humano (SPDEH) – inicialmente eram nomeados como “falha” humana. Nestes seminários são debatidos erros e casos de sucesso no planejamento de

intervenções, apresentadas palestras de especialistas e divulgadas melhores práticas de manutenção. A idéia se consolidou e em novembro de 2009 foi realizado o VII SPDEH.

Ao mesmo tempo, em cada órgão de manutenção foi implantada uma comissão interna de prevenção de desligamento acidental cujo objetivo era estudar e divulgar internamente os casos de DAEH das outras áreas de modo a minimizar a chance de repetição do erro.

Outro forte vetor de prevenção é o processo de revisão contínua dos documentos normativos incorporando aos mesmos os ensinamentos adquiridos em cada DAEH ocorrido e principalmente as novas medidas de prevenção. Observando falta de padronização na classificação dos erros humanos foi emitida norma, CHESF (2004), que adotou os tipos de erros definidos por Reason (1990). As questões de planejamento e a maneira de executar as ações foram bastante sistematizadas e internalizadas a partir de 1992. A norma de Planejamento e execução de intervenção em sistemas de proteção e automação está na 7ª edição e contém capítulo específico de medidas de segurança (CHESF, 2008). Na figura 2.6 se constata que o processo oscila, mas mantém tendência de diminuição na quantidade de DAEH e, em 2008, pela primeira vez o número ficou com apenas um dígito (nove desligamentos).

2.3 O CONTEXTO ATUAL

Atualmente, para ressaltar a importância de estudar os DAEH nas atividades de manutenção dos equipamentos do SEP, novos regulamentos apontam claramente que devem ser observados os aspectos associados ao custo. Ao longo do tempo a ênfase de custo variou entre a perda da energia não suprida durante o desligamento, as perdas dos clientes e, mais recentemente, as perdas por indisponibilidade de equipamentos primários mesmo que a entrega da energia não seja afetada.

Até maio de 2008 as empresas transmissoras de energia elétrica eram remuneradas pela energia entregue às empresas de distribuição de energia elétrica ou aos grandes consumidores industriais, conectados diretamente. Portanto, o custo de um desligamento por erro humano estava diretamente relacionado ao corte no fornecimento de energia. Devido às interligações e redundâncias do SEP, principalmente nos níveis mais altos de tensão, poucos desligamentos provocavam perda de receita significativa das transmissoras.

Após essa data, os desligamentos de equipamentos primários, sejam acidentais ou programados, mesmo não provocando restrições no fornecimento de energia elétrica, podem implicar em redução direta na receita ou em sanções econômicas conforme a regulação

vigente no setor elétrico nacional (ANEEL, 2007). A remuneração do sistema de transmissão de energia elétrica da CHESF, particularmente da rede básica, está associada ao Contrato de Prestação de Serviços de Transmissão (CPST) que remunera estes ativos com base na Receita Anual Permitida (RAP).

Efetivamente, em junho de 2008, iniciou-se um novo ciclo na gestão, operação e manutenção do SEP com a aplicação da RN ANEEL-270/2007, com disposições relativas à disponibilidade das instalações da Rede Básica, definindo um sinal econômico a ser monitorado - denominado Parcela Variável (PV). Esta PV decorre de desconto na remuneração associada ao serviço prestado, ou seja, o padrão de atendimento de uma empresa de transmissão de energia elétrica pode resultar em perda variável de receita por indisponibilidade de uma função de transmissão (PVI) e perda variável por restrição operativa temporária (PVRO). Em outras palavras; da RAP é subtraída a PV.

A indisponibilidade dos equipamentos é medida em horas e, para efeito do cálculo do valor a ser deduzido do pagamento base, é aplicado um Fator Multiplicador K (ver tabela 2.1) sendo índice “p” para desligamentos programados e índice “o” para os outros desligamentos. É importante observar que o fator K é definido conforme a função de transmissão afetada e o tipo de desligamento.

Os DAEH e os desligamentos solicitados em regime de urgência (menos de 24 horas de prazo ou até 48 horas sem que seja possível a programação do SEP) são enquadrados como “outros desligamentos”. A tabela 2.1 apresenta claramente a grande penalização imposta aos outros desligamentos, pois para uma mesma função de transmissão (por exemplo, ver as funções CRE e CSE), o K_o chega a ser 20 (vinte) vezes maior que o K_p .

A resolução determina a revisão dos K_o e K_p a cada dois anos e a ANEEL tem, informalmente, antecipado que a tendência é de incentivar os agentes a combater as causas dos outros desligamentos pelo incremento do seu custo.

Assim, com a vigência destes novos critérios, todos os desligamentos de equipamentos primários em consequência de erro humano passam a ter custo econômico direto e imediato para a empresa de transmissão.

Adicionalmente, caso a quantidade de outros desligamentos ou o montante de energia não suprida em determinado desligamento ultrapasse os padrões definidos, o Operador Nacional do Sistema (ONS) deve informar à ANEEL para fins de fiscalização e possível aplicação de penalidades.

Tabela 2.1 – Fator multiplicador K

Fonte: ANEEL (2007)

ANEXO À RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 270 DE 26 DE JUNHO DE 2007									
1. Padrão de Duração de Desligamento, Padrão de Frequência de Outros Desligamentos e Fatores Ko e Kp									
Função Transmissão	Familia de Equipamento	Padrão de Duração de Desligamento		Padrão de Frequência de Outros Desligamentos (desl./ano)	Fator Ko		Fator Kp		
		Programado (hora/ano)	Outros (hora/ano)		Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	
LT	≤ 5km(*)	26,0	0,5	1	100	150	6,67	10	
	>5km e ≤50Km(*)	26,0	1,4	1					
	>50km - 230kV	21,0	2,5	4					
	345kV	21,0	1,5	3					
	440kV	38,0	2,8	3					
	500kV	38,0	2,3	4					
	750kV	38,0	2,3	4					
	Cabo Isolado(*)	54,0	22,0	-	50	50	2,5	2,5	
TR	≤345kV	21,0	2,0	1	100	150	6,67	10	
	>345kV	27,0	2,0	1					
CR	REA	≤345kV	58,0	2,0	1	100	150	6,67	10
		>345kV	26,0	2,0	1				
	CRE	(*)	73,0	34,0	3	100	150	5,0	7,5
	CSI	(*)	666,0	17,0	3	50	50	2,5	2,5
	BC	(*)	46,0	3,0	3	50	100	2,5	5,0
	CSE	(*)	20,0	6,0	3	100	150	5,0	7,5

(*) Qualquer nível de tensão de uso na Rede Básica.

LEGENDA:
 LT- Linha de Transmissão TR- Transformação
 CR- Controle de Reativo REA- Reator
 CRE- Compensador Estático CSI- Compensador Síncrono
 BC- Banco de Capacitor CSE- Compensação Série
 Ko- Fator multiplicador para Outros Desligamentos
 Kp- Fator multiplicador para Desligamento Programado

Ano 1 e Ano 2 - Períodos que correspondem ao primeiro e segundo ano de implantação da metodologia, conforme definido no “caput” do art. 42 desta Resolução.

É evidente que neste novo ciclo de gestão do SEP as empresas do setor de energia elétrica têm que direcionar esforços para minimizar estas conseqüências econômicas da aplicação da resolução 270/2007 da ANEEL e um dos vetores principais é no sentido de prevenir os DAEH, prioridade também assumida pela CHESF.

Resumindo, na nova situação vigente, com as regras da Resolução Normativa ANEEL nº 270, de 26 de junho de 2007, qualquer desligamento, seja **programado** ou **outros**, de

equipamentos que resultem em indisponibilidade de uma função de transmissão (FT) por mais de um minuto resulta em perda de receita. A perda da receita é diretamente proporcional a fatores multiplicadores que aumentam a Parcela Variável Por Indisponibilidade (PVI) a ser descontada do Pagamento Base (PB) de uma FT.

Para ressaltar ainda mais a importância de prevenir os DAEH basta lembrar a variação entre os “K” que multiplicam o tempo de indisponibilidade e o valor do equipamento no cálculo do valor econômico do desligamento. No caso de “outros desligamentos”, categoria que enquadra os DAEH, o fator multiplicador (K_o) chega a 150 enquanto o K_p (para desligamentos programados) o valor máximo é 10. Para o maior valor de PB da CHESF, considerando um mês com trinta dias e dez minutos de indisponibilidade, a PVI por desligamento programado custa R\$5.388,51, enquanto por desligamento acidental custa R\$80.827,77.

Este ano a ANEEL informou que emitirá parecer determinando que as indisponibilidades de equipamentos desligados automaticamente em decorrência de um determinado desligamento acidental (seja falha material ou erro humano) sejam consideradas para cálculo da PVI. Ou seja, foi derrotada a tese de que a PVI incidiria apenas sobre o equipamento desligado diretamente pelo erro ou falha. Como o K_o incide em todos os desligamentos acidentais, independente de existir interrupção no fornecimento de energia elétrica, é evidente a importância econômica de prevenir os erros humanos na manutenção dos equipamentos de transmissão do SEP, pois os desligamentos em cascata podem atingir muitos equipamentos.

As mudanças decorrentes da regulação do SEP vão se incorporar lentamente na cultura das empresas do setor. Em especial a maior repercussão e o efeito econômico que podem decorrer de um erro humano. A inter-relação entre cultura, ação humana, nomear, classificar e aprender é tratada de modo muito interessante por Lafraia *et al.* (2007). Os autores apresentam a cultura de uma organização como a forma partilhada de ver o mundo e entendem que ela define para o grupo o que deve ser premiado ou punido, os ritos e as crenças internas. Destacam que a diferença das ações que resultam da cultura é tão grande que um indiano pode estar passando fome, mas não comerá carne de vaca (um animal sagrado para a cultura indiana). Do mesmo modo um mendigo brasileiro passa fome e divide um pedaço de pão com seu cachorro enquanto um chinês faria dele uma lauta refeição. Na mesma linha é usual relutar em comer algo que não se sabe “o que é” por não ter sido nomeado nem classificado. Ao extremo Lafraia *et al.* (2007, p. 13) concluem: “O poder da cultura e da

linguagem é tão grande, que para nós não existe aquilo que não sabemos nomear... quando aprendemos a nomear, aprendemos a classificar.”. Os autores também ressaltam que a cultura nos diz o que ver e o que não ver, o que levar em consideração e o que pode ser deixado de lado.

A expressão erro humano aplica-se a ações ou omissões associadas diretamente a acidentes do trabalho e Almeida (2003) enfatiza que no Brasil é grande a resistência à ampliação das análises para incluir outros aspectos, além da identificação de desvios e violações ao trabalho prescrito. A Lei 8213/91, define acidente de trabalho como aquele que ocorre no exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause morte ou perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho. Ou seja, quando o acidente ocorre durante um processo de produção e resulta em ferimentos, seqüelas ou morte de algum trabalhador configura-se o acidente do trabalho. Neste caso existe legislação pertinente e toda uma estrutura nas organizações de produção, de governo e judiciárias que atuam na questão.

Para o caso dos erros humanos na manutenção do SEP, as adequações propostas nesta dissertação ao método de análise e classificação devem, com uma visão atualizada, se aliar às normas vigentes na CHESF que, como apresentado no item 2.2, são da década de noventa e incorporam parcialmente as propostas de Reason (1990).

Um olhar especial sobre a **questão tecnológica** (equipamentos micro processados, teclados, monitores, compactação de funções, etc.) é motivado por algumas estatísticas básicas de causas que indicam possível influência nos erros humanos de aspectos citados por Filgueiras (2004): surgem novas cargas cognitivas, aumenta a necessidade de cooperação entre as diversas equipes, o foco desvia da tarefa para as ferramentas de atuação sobre o sistema (*interface*), exigência de nova formação e habilidades específicas.

Portanto, por tudo o que foi apresentado, está justificado o estudo e destacada a importância de classificar adequadamente os erros humanos na manutenção da proteção e automação do SEP para possibilitar uma mais rápida absorção pela cultura da organização e subsidiar a realização de análises e proposição de medidas preventivas.

3 BASE CONCEITUAL E REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo apresenta um breve histórico das teorias sobre o erro humano, a evolução da “ênfase no homem” para uma “visão sistêmica” e uma abordagem de aplicações práticas das teorias focando os aspectos organizacionais.

A temática do **Erro Humano** está presente no estudo dos sistemas de produção devido ao forte impacto que os acidentes decorrentes podem provocar no patrimônio físico, na produção, nos recursos humanos das empresas ou no meio ambiente.

O grande número de acidentes do trabalho, em face das profundas alterações provocadas pela Revolução Industrial, não sensibilizava os donos das fábricas e os trabalhadores, por falta de organização e representação adequadas, arcavam o custo econômico, social e pessoal. No início do século XIX, na Inglaterra, algumas autoridades apoiaram grupos de trabalhadores e iniciaram campanhas e ações com o objetivo de melhorar as condições de trabalho (Bley, 2007).

Até a metade do século XX, os estudos das causas dos acidentes eram fortemente centrados no ser humano, posteriormente novas teorias foram apresentadas considerando a interação com outros fatores, das dimensões cultural, organizacional e gerencial, aspectos cognitivos e afetivos (Almeida, 2003). A teoria Geral de Sistemas, desenvolvida entre 1950 e 1968 pelo biólogo Ludeig Von Bertalanfy, embasou a ampliação da abrangência dos novos estudos (Gandra *et al.*, 2004).

A bibliografia sobre as causa de acidentes do trabalho é vasta e diversos autores apresentam vários grupos de teorias. Considerando a aplicação deste trabalho a pesquisa é apresentada em dois grupos: teorias iniciais, que dão ênfase no homem como agente principal do acidente, e teorias atuais que fazem uma abordagem sistêmica.

3.1 TEORIAS INICIAIS – ÊNFASE NO HOMEM

O estudo do erro humano evolui constantemente e várias teorias sobre as causas dos acidentes do trabalho têm sido elaboradas, entre elas: da “Fadiga”, da “Cadeia de Eventos ou Dominó”, da “Propensão para Acidentes”, do “Puro Acaso”, da “Acidentalidade”. Resumidamente segue a abordagem das principais características deste primeiro grupo de teorias com suas respectivas fontes:

- da “Fadiga” – esta teoria concentra-se na jornada de trabalho e na relação entre o trabalhador, as máquinas e os instrumentos usados no trabalho. Dwyer (1991)

apud Gandra *et al.* (2004) relata que as pesquisas desenvolvidas por Vernon, na época da Primeira Guerra Mundial, mostraram que ao aumentar a carga horária de trabalho de 60 para 72 horas os acidentes aumentaram duas vezes e meia. Assim Vernon, ao elaborar sua teoria, fez uma associação direta e única entre a fadiga e o aumento da quantidade de acidentes. Com a não consideração das influências do meio ambiente, cultura e valores da organização, não foi possível validar um impacto tão significativo da fadiga em outras pesquisas. Um efeito positivo desta teoria foi incrementar a discussão sobre a necessidade de redução na carga de trabalho;

- da “Cadeia de Eventos” – teoria, descrita por Benner (1978) *apud* Correa & Cardoso (2007), aborda os acidentes de modo mais amplo que as anteriores, mas ainda foca os atos humanos como a causa inicial do desencadeamento do processo que culmina no acidente. A premissa é que um ato inseguro decorrente de erro humano forçaria e ativaria as condições inseguras já existentes. Correa & Cardoso (2007) informam que Heinrich adaptou a proposta e, baseado na imagem de peças de jogo colocadas em fila e próximas uma as outras, sendo derrubadas em série após um impulso externo, fez este modelo seqüencial ser conhecido como Teoria Dominó. Este estudo inova com a apresentação do ato e da condição insegura, mas não aprofunda a definição deixando a classificação depender muito do analista (Mendes (1995) *apud* Correa & Cardoso, 2007). Correa & Cardoso, citando Raouf (1998), registram que, de acordo com a teoria Dominó, 88% dos acidentes ocorrem devido a atos inseguros, 10% a condições inseguras e 2% à vontade de Deus. Mantém-se a visão: basta agir sobre o homem, pois uma vez eliminados os atos inseguros, atos do homem, eliminados estariam a grande maioria dos acidentes;
- da “Propensão para acidentes” – teoria que advoga a existência de trabalhadores com propensão natural para sofrer acidentes. Correa & Cardoso (2007) relatam que, nesta teoria, eventos críticos na vida do trabalhador teriam influências tão fortes que o indivíduo torna-se propenso a acidentes. Mais uma vez a observação que embasou a teoria é centrada apenas no homem.

Gandra *et al.* (2004) registram que esta teoria foi originalmente desenvolvida por Greenwood e Woods, também na época da 1ª Grande Guerra. Os pesquisadores estudaram os acidentes ocorridos em uma fábrica de munição e observaram a

existência de um grupo de funcionários envolvidos em um número significativo deles. Outros pesquisadores que aprofundaram a análise não conseguiram validar a teoria, mas constataram o fato de alguns trabalhadores apresentarem maior probabilidade de envolver-se em acidentes. Dela Coleta (1991) *apud* Gandra *et al.* (2004) e Katz & Kahn (1970) *apud* Gandra *et al.* (2004) apresentam estudos que agregaram vários aspectos na análise do aparente comportamento de risco observado em alguns trabalhadores. De acordo com os estudos, este comportamento pode ser decorrente da percepção que o trabalhador tem dos valores da organização, por exemplo: existem recompensas para quem se arrisca nas tarefas mais perigosas ou aos que executam rapidamente as tarefas. Outra visão é que o indivíduo vai perdendo o medo e cada vez mais se envolve nos acidentes. De modo inverso supõe-se que o indivíduo fica com tanto medo de um novo acidente que suas reações o predisporiam aos acidentes. Por sua vez, Dejours (2002) *apud* Gandra *et al.* (2004) descarta a relação entre o medo e a propensão aos acidentes. Ele considera que uma preocupação exagerada com o perigo pode levar a um medo paralisante tornando inviável o trabalho. O autor entende que a criação de defesas coletivas possibilita aos indivíduos fazerem frente aos perigos. Uma informação fundamental foi obtida por Dela Coleta (1991) *apud* Gandra *et al.* (2004) que quantificou em apenas 1,8% a parcela de acidentes possíveis de serem eliminados, na indústria de construção naval, com o afastamento dos trabalhadores envolvidos em acidentes anteriores. A não comprovação da teoria da propensão natural para acidentes, por meio de estudos objetivos, levou os pesquisadores a buscar outros fatores de influência;

- do “Puro Acaso” e da “Acidentalidade” – Correa & Cardoso (2007), citando os trabalhos de Mendes (1995) e de Vidal (2003) abordam os princípios básicos destas teorias. Na teoria do puro acaso é sugerido que todos correm os mesmos riscos e os acidentes ocorrem inteiramente ao acaso, atendendo à vontade dos deuses. Pela teoria da acidentalidade as pessoas não ajustadas ou não integradas adequadamente às suas atividades seriam mais propensas a envolverem-se em acidentes por ocasião de tensões físicas e psicológicas. Nesta visão, identificando e dispensando estas pessoas inadequadas seriam reduzidos os acidentes.

Almeida (2003) registra que, nas análises de acidentes, aplicando estas teorias, em geral o foco é no erro de alguém; quando surge “um culpado” a investigação é encerrada.

3.2 TEORIAS ATUAIS – VISÃO SISTÊMICA

Com o aumento da complexidade e da capacidade dos sistemas de produção as conseqüências e repercussões cresceram enormemente e constatou-se a necessidade de aprofundar o estudo dos erros humanos. Inicialmente as áreas da aviação e medicina exigiram estudos específicos nos quais se confirmou a grande influência da cultura organizacional nos erros humanos conforme Reason (1990; 2006) e Shappell & Wiegmann (2000).

Posteriormente Carvalho *et al.* (2005; 2006) registram que as análises dos grandes acidentes em usinas nucleares, afetando os trabalhadores, o meio ambiente e a sociedade, confirmaram a importância especial dos fatores organizacionais no processo do erro humano em sistemas complexos.

Os estudos de Turner em 1978, Rasmussen em 1982, Perrow em 1984, Reason em 1990 e Embrey em 1992, entre outros, são base de uma mudança muito importante na busca da natureza das causas dos acidentes: **identificar e analisar os fatores organizacionais presentes nos acidentes é mais significativo que identificar um culpado pelo erro humano** (Gandra *et al.*, 2004; Almeida, 2003).

Nesta visão o acidente por erro humano ocorre no momento do ato inseguro, quando entra em evidência uma falha ativa. Por trás deste ato está toda uma cadeia de falhas latentes e de defesas que não surtiram os efeitos esperados (Reason, 1990).

Os aspectos principais da abordagem dos fatores organizacionais nos estudos deste grupo de teorias estão registrados a seguir:

- “Acidentes como disfunção sócio-técnica na organização” – Turner (1978) *apud* Gandra *et al.* (2004) entende um sistema sócio-técnico como constituído por componentes sociais e tecnológicos que interagem em uma organização. Os componentes sociais são as pessoas, instituições e ambiente que influenciam e são influenciados pelos mecanismos de concorrência interna e externa, políticas (por exemplo, sindical e econômica), legislações, valores, cultura, decisões gerenciais, etc. Os componentes tecnológicos são as instalações, os processos produtivos, os equipamentos e materiais aplicados.

Almeida (2003, p. 58) resume Turner (1978) e Perrow (1984) (ver item específico) com a frase “Erro é mais consequência do que causa”. Almeida destaca a contribuição de Turner em ressaltar a importância de estudar a história do funcionamento dos sistemas na organização para buscar as causas do acidente. Turner apresenta estudos de casos mostrando que raramente os acidentes são devido a um só fator, seja técnico ou material ou humano e conclui que a disfunção dos sistemas sócio-técnicos é causa básica dos acidentes em uma organização;

- “Modelo SRK de níveis de performance” - Em trabalho de 1982, Rasmussen apresenta uma taxionomia para a performance humana em instalações industriais e explicita a interação com o ambiente no denominado modelo *Skill-Rule-Knowledge* (SRK). Reason (1990) cita o estudo de Rasmussen como a base de várias propostas de modelagens dos erros humanos.

Baseado em Bassols *et al.* (2007) e Costella & Saurin (2005) são apresentados abaixo os três níveis de comportamento que, segundo Rasmussen, o ser humano adota dependendo das demandas do trabalho. O primeiro foi chamado “nível da habilidade” (*skill-based*); nele a performance requer principalmente ações dos sistemas motor e sensorial. Ocorre durante atividades rotineiras e o *modus operandis* está tão incorporado que a pessoa pode atuar sem alocação de atenção especial. É um modo de executar atividades muito rápido e preciso; neste modo as pessoas costumam trabalhar na maior parte do tempo. No “nível das regras” (*rule-based*), é requerida a observância de regras estruturadas, manuais e ou conhecimento tácito de modo que a atuação é mais lenta. Neste segundo nível são aplicadas, de modo consciente, rotinas memorizadas ou escritas e verificado se a solução é adequada. O terceiro é o “nível do conhecimento” (*knowledge-based*) onde as pessoas só entram em último caso. Neste nível o desempenho depende da capacidade de lidar com situações antes não vivenciadas, exigindo maior atenção, conhecimento e abstração. As ações executadas neste nível são mais lentas e sujeitas a erros em comparação com os demais níveis.

A importância deste estudo é salientada por Almeida (2003) ao considerar esta proposta de Rasmussen uma síntese das diferentes concepções anteriores e finalizar destacando que ela foi e continua sendo utilizada na análise de erros de condução de sistemas complexos.

Posteriormente, Rasmussen (1998) *apud* Carvalho *et al.* (2005) apresenta uma atualização da sua visão onde destaca a influência do ambiente nos grandes acidentes e ressalta que a coincidência dos múltiplos erros observados não pode ser explicada mediante uma coincidência estatística de eventos independentes. Na visão de Rasmussen os acidentes são causados por uma sistemática migração de uma organização na direção de acidentes por estar operando num ambiente agressivo e competitivo. Configura, assim, que a segurança é um problema de controle;

- da “Propensão para acidentes” – teoria proposta por Perrow, em obra de 1984 com reedição em 1999, incluindo pós-escritos, na qual, segundo Gandra *et al.* (2004), ressalta que os sistemas de alto risco, além dos perigos intrínsecos, possuem uma característica especial de modo que os acidentes são considerados normais ou inevitáveis. O entendimento é que alguns sistemas aplicados em plantas ou grandes equipamentos; por exemplo: usinas nucleares, petroquímicas, aviões e navios; possuem interações múltiplas e não previstas decorrendo que as falhas são inevitáveis. Por esta teoria, independente dos esforços no sentido de obter o controle total dos sistemas e subsistemas, as situações imprevisíveis vão levar, mais cedo ou mais tarde, a acidentes ou catástrofes. Gandra conclui que esta teoria tem o mérito de destacar a grande influência das “interações múltiplas” nas causas de um acidente. Alerta que as investigações de acidentes, especialmente em sistemas de alto risco onde as interações podem permanecer ocultas numa primeira vista, devem se precaver das causas óbvias que eliminam a necessidade de aprofundar a análise. Destaca ainda que a causa do acidente pode ser negligenciada se um “culpado” for apontado.

Em 1997 Reason *apud* Almeida (2003) aponta as contribuições de Perrow como fundamentais para consolidação do modelo organizacional de acidentes. Já Almeida destaca a diferenciação entre falha de componentes e falha sistêmica, os conceitos associados à complexidade das ações e o conceito da força de acoplamento entre interações como as principais contribuições;

- “*Generic Error-Modelling System – GEMS*” – Reason (1990) reuniu teorias anteriores, incluiu novos fatores e integrou tudo numa representação muito clara, acrescentou a “figura do queijo suíço” e tornou-se referência mundial. Até hoje, seu modelo GEMS e suas figuras são apresentados nos principais estudos da área

de erros humanos. O modelo de Reason, figura 3.1, mostra as questões que o ser humano, instintivamente, responde durante a execução de uma atividade (*Goal State*), os níveis de performance e tipos de erros que podem ocorrer neste processo.

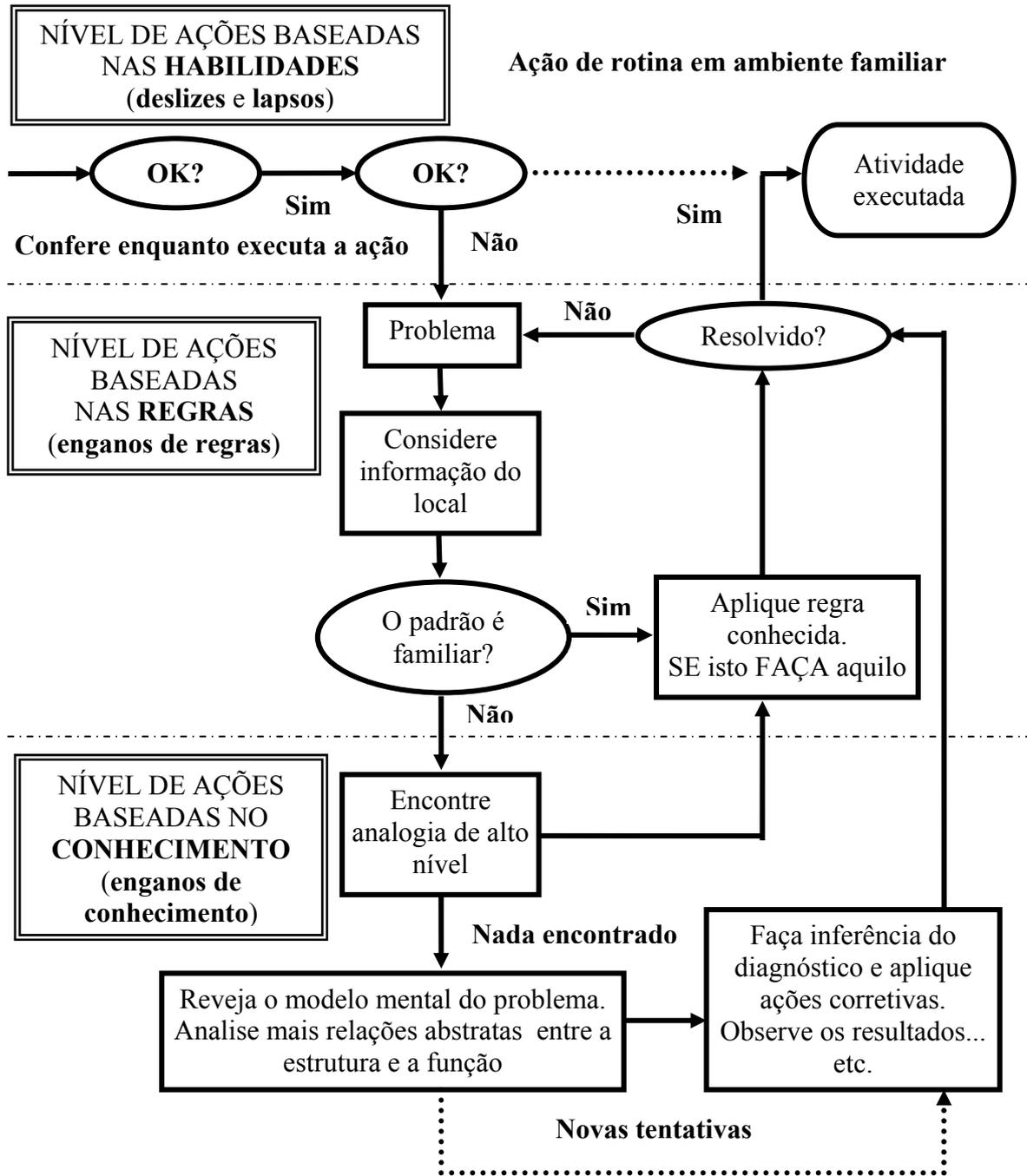


Figura 3.1 – Generic Error-Modelling System – GEMS

Fonte: adaptada de Reason (1990)

Na figura 3.1 está representado o GEMS, com suas operações divididas de acordo com o nível de performance aplicado na execução de uma atividade: o nível SB (base nas habilidades), antes da detecção de um problema, e os níveis RB (base nas regras) e KB (base de conhecimento) após a detecção do problema. Em cada nível de performance, Reason identifica os tipos de erros que podem ocorrer: deslizes (*slips*), lapsos (*lapses*), engano de regra (RB *mistakes*) e engano de conhecimento (KB *mistakes*).

Vanzin & Ulbricht (2004) sintetizaram os quatro tipos de erros identificados no GEMS: o **deslize** se caracteriza por envolver questões de atenção e ação inconsciente nas atividades simples de rotina; o **lapso** é um evento ligado a questões de memória e não intencional; o **engano de regra** envolve a aplicação, frente à situação conhecida, de rotinas memorizadas ou escritas (aplicação errada de regra boa ou aplicação de regra errada por equívoco de percepção); o **engano de conhecimento** envolve situação nova ou imprevista que exige julgamentos e avaliações.

Bassols *et al.* (2007) destacam que Reason relacionou os tipos de erros possíveis em cada um dos níveis de performance ou desempenho propostos por Rasmussen.

Na tabela 3.1 Reason apresenta uma visão geral dos principais modos de erros para cada nível de performance. No nível das habilidades propõe dois grupos com suas subdivisões: desatenção (deslizes de dupla-captura, omissões depois de interrupções, intencionalidade diminuída, confusões perceptivas, erros de interferência) e excesso de cuidados (omissões, repetições, reversões). No nível de regras propõe uma estrutura semelhante: não aplicação de boas regras (primeiras exceções, entradas inaplicáveis às regras, entradas inadequadas e prejudiciais às regras, sobrecarga de informação, força da regra, regras muito genéricas, redundância, rigidez da regra) e aplicação de regras ruins (escondendo deficiências, deficiência na ação, regras erradas, regras deselegantes, regras desaconselhadas). No nível do conhecimento são vários grupos de falha e apenas o último apresenta subdivisões: seletividade, limitações na área de trabalho, longe da vista longe da mente, preconceito de confirmação, excesso de confiança, crítica parcial, correlação ilusória, efeito de Halo – dificuldade de processar independentemente duas orientações distintas de uma mesma fonte,

problemas com casualidade e problemas com complexidade (avaliação retardada, consideração insuficiente dos processos a tempo, dificuldades com desenvolvimentos exponenciais, pensando em séries causais não em redes causais, temática errante – tratamento superficial de muitos problemas ao mesmo tempo, fixação – tratamento muito aprofundado de um problema com abandono dos demais).

Tabela 3.1 – Sumário dos modos de erros por nível de performance

Fonte: adaptada de Reason (1990)

MODOS DE ERROS	
ERROS NA PERFORMANCE BASEADA NAS HABILIDADES	
Desatenção	Excesso de cuidados
<ul style="list-style-type: none"> • Deslizes de dupla-captura • Omissões depois de interrupções • Intencionalidade diminuída • Confusões perceptivas • Erros de interferência 	<ul style="list-style-type: none"> • Omissões • Repetições • Reversões
ERROS NA PERFORMANCE BASEADA NAS REGRAS	
Não aplicação de boas regras	Aplicação de regras ruins
<ul style="list-style-type: none"> • Primeiras exceções • Entradas inaplicáveis às regras • Entradas inadequadas e prejudiciais • Sobrecarga de informação • Força da regra • Regras muito genéricas • Redundância • Rigidez da regra 	<ul style="list-style-type: none"> • Escondendo deficiências • Deficiência na ação • Regras erradas • Regras deselegantes • Regras desaconselhadas
ERROS NA PERFORMANCE BASEADA NO CONHECIMENTO	
<ul style="list-style-type: none"> • Seletividade • Limitações na área de trabalho • Longe da vista longe da mente • Preconceito de confirmação • Excesso de confiança • Crítica parcial • Correlação ilusória • Efeito de Halo • Problemas com casualidade • Problemas com complexidade <p>(avaliação retardada, consideração insuficiente dos processos a tempo, dificuldades com desenvolvimentos exponenciais, pensando em séries causais não em redes causais, temática errante, fixação)</p>	

Na figura 3.2 Reason enfoca os elementos básicos de um sistema de produção e introduz o elemento “barreira de defesa” no qual representa as ações, procedimentos e mecanismos que atuam prevenindo danos materiais, humanos e perdas de produção tendo em vista que o ambiente produtivo envolve perigos naturais ou intrínsecos. Este novo elemento abre alternativas para prevenir os acidentes agindo nos fatores organizacionais.

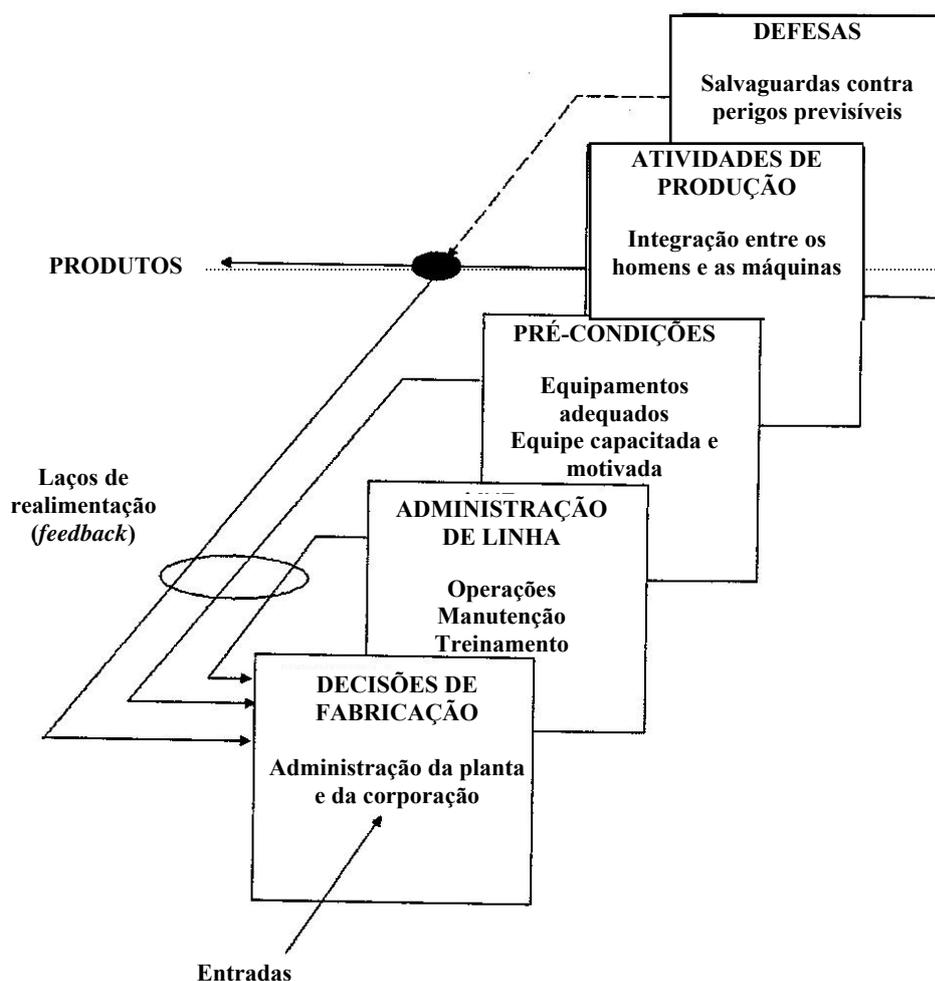


Figura 3.2 – Elementos do sistema de produção e as barreiras ao perigo

Fonte: adaptada de Reason (1990)

Na figura 3.3 Reason apresenta a seqüência de falhas latentes (associadas a erros de decisão na cúpula e hierarquia da organização), falhas ativas (um ato inseguro do trabalhador), barreira de defesa (que no caso apresenta uma janela de oportunidade de acidente) e o acidente. O autor adverte que as causa latentes

podem permanecer dormentes por meses ou anos até que um ou mais ato inseguro provoque o acidente. As falhas ativas são difíceis de prevenir enquanto que as falhas latentes podem ser pesquisadas, identificadas e corrigidas. Portanto, as organizações devem ter ação pró-ativa visando à eliminação de falhas latentes e não apenas reativa às falhas ativas.

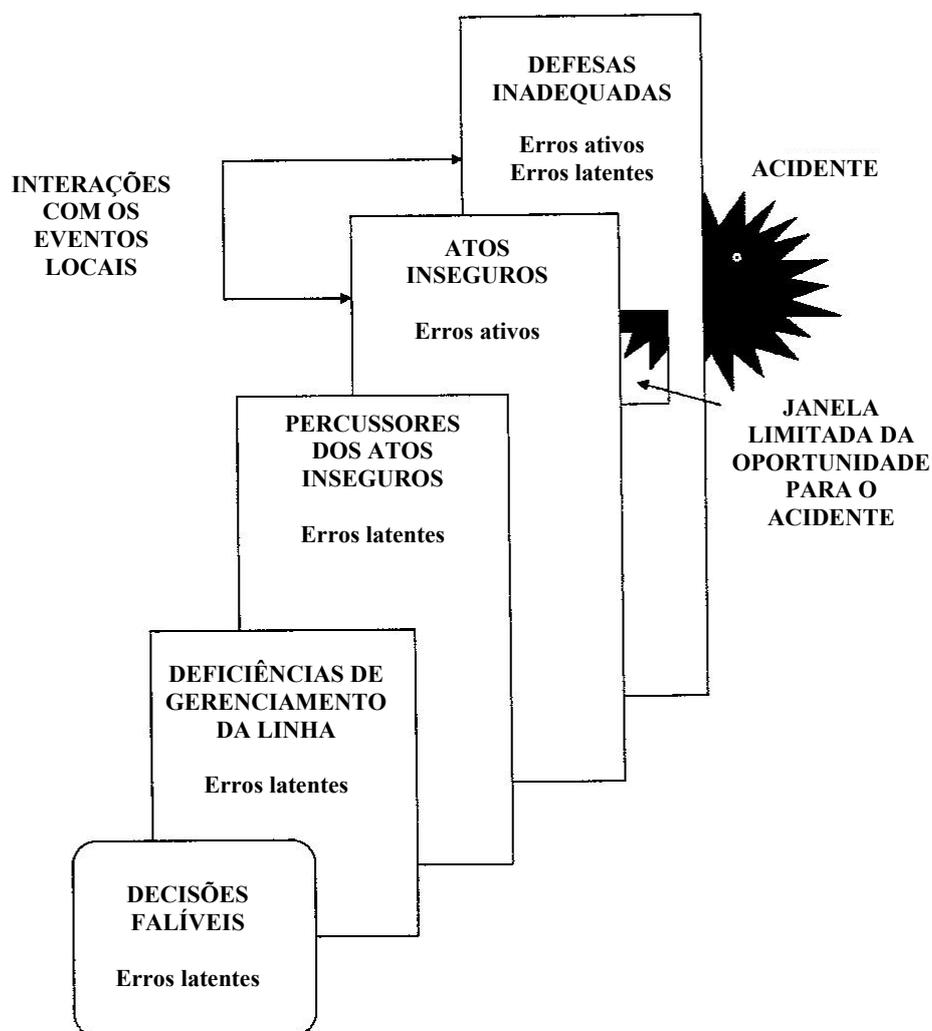


Figura 3.3 – Os erros humanos no sistema de produção

Fonte: adaptada de Reason (1990)

A divisão dos atos inseguros em não intencionais e intencionais e os tipos de erros humanos adotados por Reason constam da figura 3.4. Nesta figura os dois tipos de erros não intencionais apresentados no GEMS (ver figura 3.1) são mantidos com o mesmo nome (**deslize** e **lapso**). Os dois tipos de erros intencionais, antes chamados de engano (**de regra** e **de conhecimento**), passam a ser chamados de **engano** e é acrescentada a **violação** (existe conhecimento da

regra e a decisão de não usá-la total ou parcialmente). Reason ressalta que a “violação” pode ter uma boa intenção como, por exemplo, não seguir um procedimento com o objetivo de concluir mais rápido uma atividade ou economizar material. Não havendo a boa intenção a violação é tratada como sabotagem.

Conforme Carvalho (2005, p. 9) as investigações de acidentes concluem que “os atores não decidem transgredir uma norma, simplesmente por escolha pessoal – uma **violação**, segundo Reason (1990) – mas são induzidos à transgressão ou ao contorno de prescrições em função da situação do processo produtivo, de uma avaliação inadequada do custo cognitivo/risco da ação, de um modelo mental não condizente à situação em curso, das condições fornecidas pela organização ou, ainda, da cultura organizacional.”.

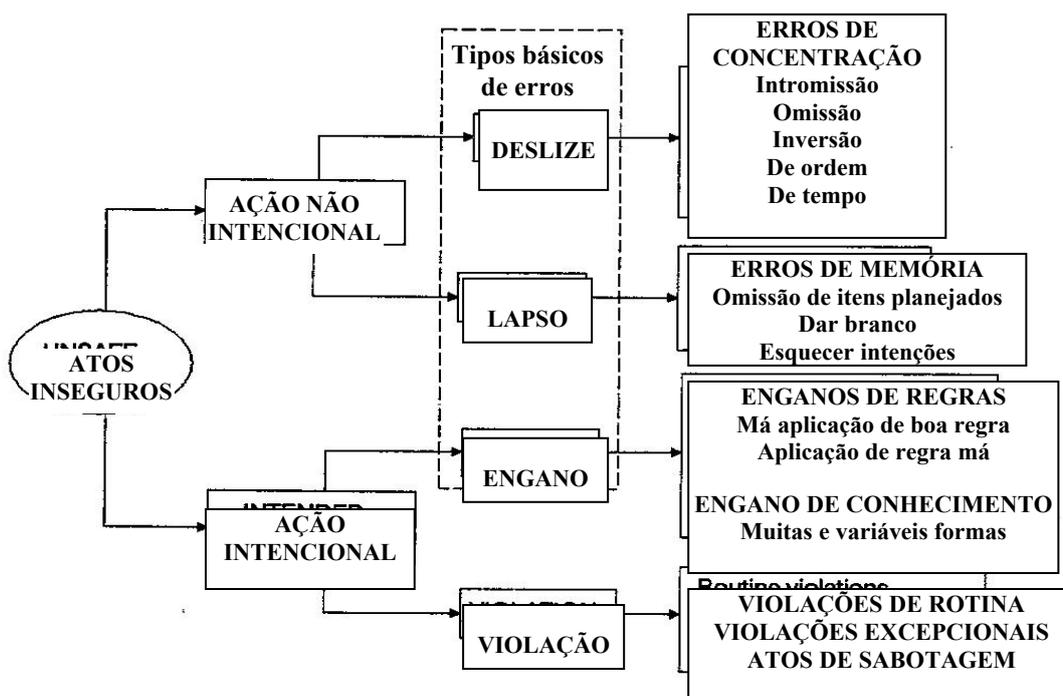


Figura 3.4 – Os tipos de atos inseguros

Fonte: adaptada de Reason (1990)

Na figura 3.5 Reason mostra a trajetória da oportunidade de acontecer o acidente penetrando, atravessando, quebrando diversas barreiras devido a uma complexa interação entre as falhas latentes e falhas ativas nas situações locais, do momento em que ocorre o ato inseguro. As falhas ativas, inclusive o ato inseguro, tem efeito (um buraco) de curta duração sobre as barreiras.

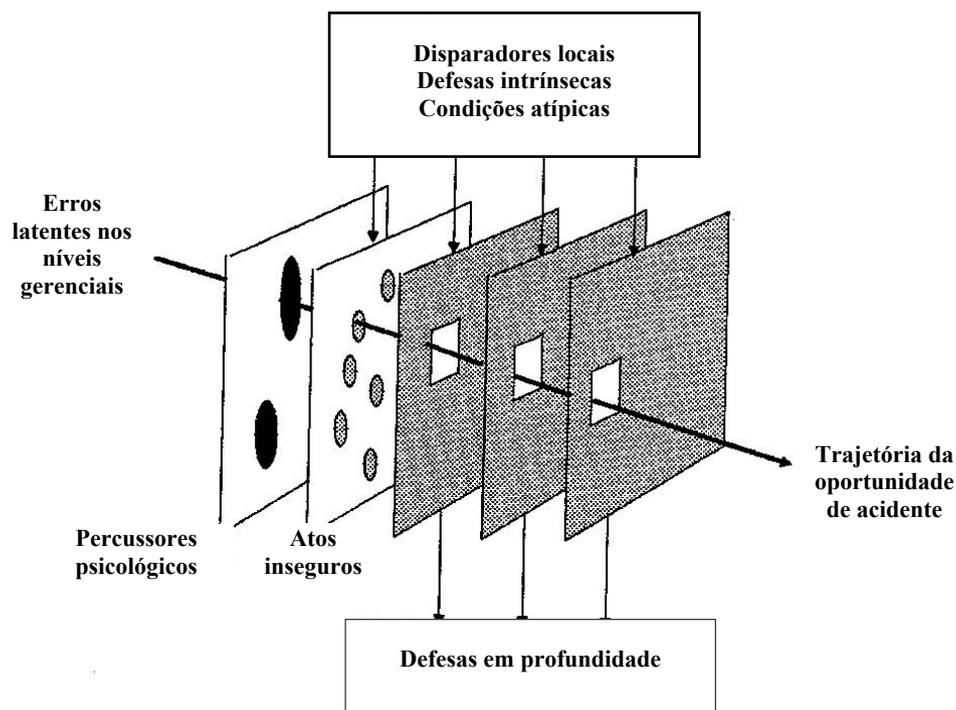


Figura 3.5 – A dinâmica do acidente – barreiras vencidas

Fonte: adaptada de Reason (1990)

A figura 3.5 posteriormente será simplificada, adaptada e conhecida mundialmente como a “figura do queijo suíço”. Ver a figura 3.6 que mostra como a trajetória do acidente, atravessando as defesas, barreiras e salvaguardas, inicia nos perigos e culmina com as perdas.

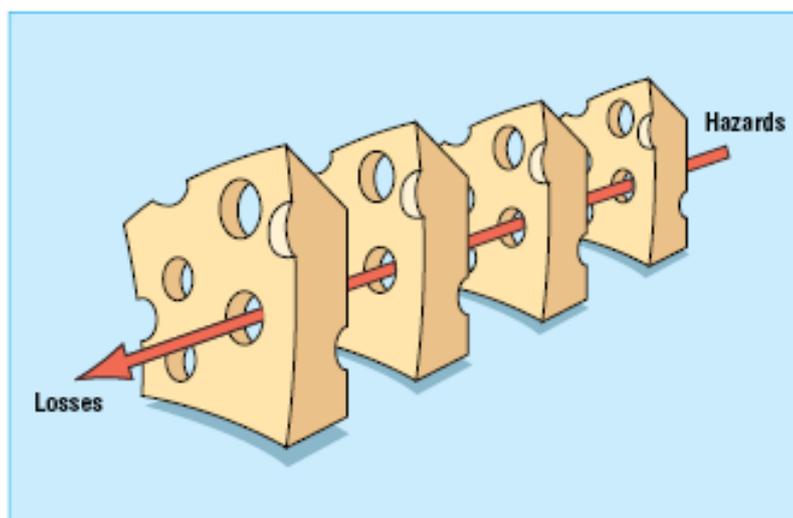


Figura 3.6 – O queijo suíço, suas fatias e buracos, analogia à trajetória do acidente.

Fonte: Reason (2000)

Resumindo, Reason defende que a principal linha de ação na prevenção de acidentes seja focada nos erros latentes ou condições latentes, como depois passa a nomear. Como as condições latentes estão associadas às decisões de políticas da organização, práticas de manutenção, concepções de projeto básico, tecnologia e materiais; Reason (1997) *apud* Almeida (2003, p. 58) define, em contraponto aos **acidentes individuais**, os chamados **acidentes organizacionais** como “aqueles eventos comparativamente raros, mas freqüentemente catastróficos, que ocorrem dentro de uma tecnologia moderna complexa tais como as plantas nucleares, aviação comercial, a indústria petroquímica, plantas de processos químicos, transporte ferroviário e marítimo, bancos e estádios”.

Vanzin & Ulbricht (2004), analisando o GEMS, defendem que todos os erros têm seus mecanismos cognitivos suportados pela taxionomia de Reason, pois sejam erros médicos, judiciais, no convívio social, etc., as suas conseqüências é que os tornam, num primeiro olhar, diferentes. Os autores ressaltam que “para o cognitivismo, a aprendizagem se configura como uma construção individual influenciada pelo meio em que o aprendiz está inserido e com o qual estabelece intercâmbios” (Vanzin & Ulbricht, 2004, p. 5). Concluem que o enfoque cognitivista do erro humano fragiliza e elimina a dicotomia “certo/errado” como paradigma de aprendizado;

- “*Model of Accident Causation using Hierarchical Influence Network – MACHINE*” – modelo apresentado por Embrey (1992) *apud* Correa & Cardoso (2007) que combina erros humanos, falhas de equipamentos e eventos externos aos sistemas para identificar as causas diretas dos acidentes. Embrey propõe incorporar à avaliação probabilística os fatores de gerenciamento e organizacionais. Assim, nesta proposta os erros humanos compreendem situações ativas, latentes e de recuperação. Nas falhas de equipamentos devem ser considerados, além dos modelos de confiabilidade, as influências induzidas pelo homem devido à concepção, projeto, montagem, testes e manutenção.

Para finalizar, considerando que algumas sutilezas dos conceitos e idéias introduzidas nas teorias apresentadas por Reason (1990) não saltam aos olhos, é apresentada a tabela 3.2 na qual a capacidade de síntese de Filgueiras (2004) coloca lado a lado “erro e violação” e “erro ativo e erro latente”. Filgueiras (2004) aborda ainda o conceito de “Fatores Humanos” que se

refere às capacidades e limitações humanas no local de trabalho. Neste aspecto destaca que, de modo geral, os processos usados para projeto, treinamento e certificação ainda não contemplam adequadamente estes fatores e conclui que os erros humanos acontecem, mas são inúmeras as situações em que o operador consegue superar as dificuldades e evitar acidentes.

Tabela 3.2 – Síntese dos tipos de erros

Fonte: adaptada de Filgueiras (2004)

Qual o tipo de erro?	
É Erro	É Violação
Quando sua ação não ocorre de acordo com a intenção ou a intenção não é apropriada.	Quando você intencionalmente não executa uma ação prevista no procedimento.
Quando não é proposital e ocorre eventualmente.	Quando é de propósito. Pode se transformar numa rotina.
Quando tem origem informacional.	Quando tem origem motivacional. A motivação pode ser originalmente “boa” como, por exemplo, não verificar alguns itens com baixa probabilidade de ocorrer de modo a normalizar mais rápido a produção.
É Erro Ativo	É Erro Latente
Quando o efeito é imediatamente após a ação.	Quando o efeito leva algum tempo para se manifestar. Podem ser anos, pois depende das defesas do sistema.
Geralmente acontece com envolvimento do pessoal da “linha de frente” (operadores, supervisores, pilotos, executores de manutenção, médicos, etc.).	Geralmente envolve profissionais que não estão presentes no instante nem no local que ocorre o acidente (gerentes, projetistas, pessoal de manutenção, fabricantes, etc.).

3.3 APLICAÇÃO COM FOCO NOS FATORES ORGANIZACIONAIS

Na visão antiga o erro humano era a causa dos acidentes no trabalho e as investigações buscavam identificar as decisões erradas e os maus julgamentos de modo a enquadrar o trabalhador. Na visão atual o erro humano é percebido como um sintoma de problemas internos ao sistema produtivo, busca-se explicar os erros investigando porque os julgamentos e decisões pareceram corretos no momento em que foram tomados (Filgueiras, 2004). A expressão “**fatores organizacionais**” engloba tanto fatores essencialmente ligados à organização quanto fatores relacionados com o comportamento dos seres humanos.

Considerando a intenção de aplicar as teorias estudadas para classificação e análise dos erros humanos nas ações de manutenção do SEP, é importante dar destaque às aplicações práticas, com foco nos fatores organizacionais, apresentadas nos trabalhos de Shappell & Wiegmann (2000), Costella & Saurin (2005) e Bassols *et al.* (2007). Estes trabalhos, implementados em varias áreas de atuação profissional, têm muitos aspectos em comum, pois os estudos de Reason são a base conceitual. Em linhas gerais os exemplos de aplicações práticas são:

- Shappell & Wiegmann (2000), baseados em Reason (1990), propuseram e aplicaram um modelo para classificação e análise das ações na área da aviação civil e militar. Trata-se do modelo *The Human Factors Analysis and Classification System – HFACS*, que, conforme figura 3.7, contém quatro fatias do “queijo suíço”: **influências organizacionais**, **supervisão insegura**, **pré-condições para atos inseguros** e os **atos inseguros**. Esta figura geral do HFACS nomeia as fatias, entradas, erros latentes, erros ativos e exemplifica um acidente trazendo a teoria de Reason para o mundo real.

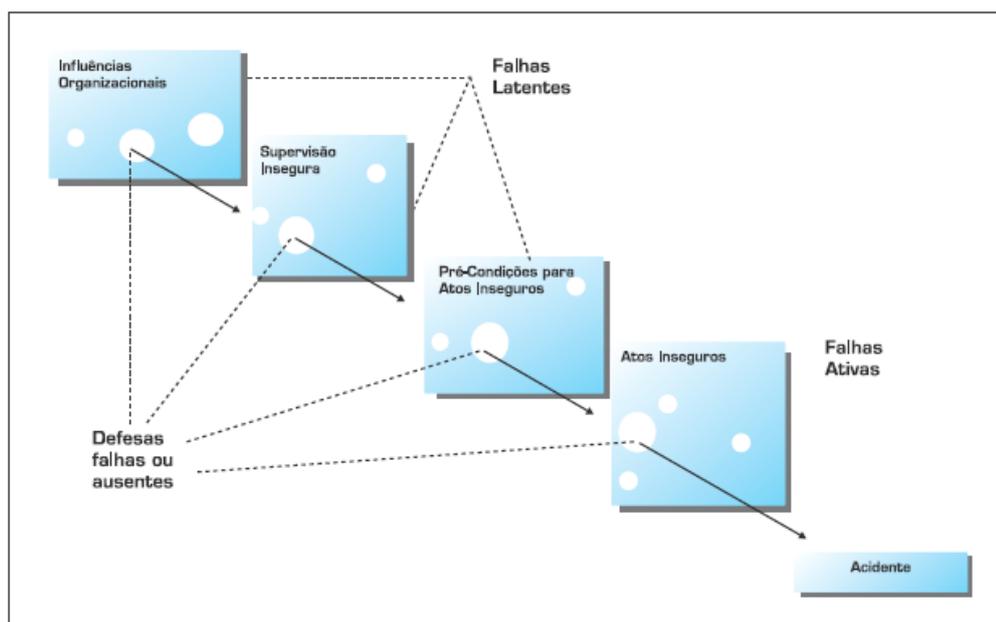


Figura 3.7 – Visão geral do modelo HFACS

Fonte: Correa & Cardoso (2007), adaptada de Shappell & Wiegmann (2000)

Os autores prosseguem detalhando, para cada fatia, aspectos a serem considerados pelos investigadores no processo de reconhecimento das causas do acidente, ou seja, dão ênfase em nomear e exemplificar os buracos. A busca das diversas causas tem que ser um compromisso da organização, de modo a ser

possível identificar os buracos no queijo e corrigi-los antes que outro alinhamento propicie novo acidente.

Após analisar o HFACS, inicialmente proposto para a aviação, Correa & Cardoso (2007) concluem que a aplicação do mesmo aos acidentes industriais é viável e factível e que cabe aos profissionais de produção, segurança e acadêmicos desenvolverem pesquisas e aplicações.

A figura 3.8 apresenta a primeira “fatia” do HFACS e esquematiza a proposta dos autores para aprofundar a investigação das influências organizacionais. O HFACS investiga três grandes aspectos organizacionais: o gerenciamento dos recursos, o clima organizacional e o processo organizacional.



Figura 3.8 – Influências organizacionais

Fonte: adaptada de Shappell & Wiegmann (2000)

Para cada aspecto a ser investigado Shappell e Wiegmann exemplificam alguns buracos de modo a tornar mais concreto o conceito apresentado. Com a precaução de alertar que são exemplos e que a lista não é completa os autores relacionam para os aspectos ligados à influência organizacional (em boa parte é mantida a tradução de Correa & Cardoso (2007):

- gerenciamento de recursos – recursos humanos (seleção, recrutamento, treinamento e ferramentas de apoio); recursos monetários e de orçamento (cortes excessivos, falta de fundos); equipamentos e instrumentos (projeto ruim, compra de equipamentos inadequados);
- clima organizacional: estrutura (cadeia de comando, delegação, autoridade, responsabilidade, canais de comunicação, responsabilidade formal pelas ações); políticas (contratação, demissões, promoções, aumentos, abonos de faltas, prevenção às drogas, horas extras, investigação de acidentes, segurança); cultura (regras não oficiais, valores, atitudes, crenças, costumes);

- processo organizacional: operacionais (ritmo do processo, pressão por tempo, quotas de produção, incentivos, medidas, avaliações, cronogramas, planejamento deficiente); procedimentos (padronização, objetivos claros, documentação, instruções); monitoramento (gerência de riscos, programas de segurança).

A figura 3.9 mostra os aspectos a aprofundar na investigação da fatia da supervisão insegura. O HFACS foca quatro aspectos: a supervisão inadequada, operação planejada inapropriadamente, falha em corrigir problemas, violação da supervisão.

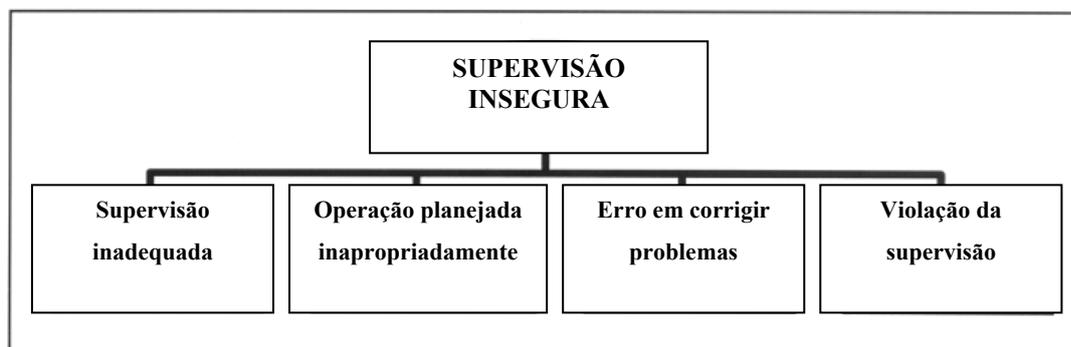


Figura 3.9 – Supervisão insegura

Fonte: adaptada de Shappell & Wiegmann (2000)

Na visão dos autores um bom supervisor deve preparar o subordinado para tomar decisões (*empowerment*) e agir no momento certo, mas a supervisão precisa ser exercida e requer boas habilidades de comunicação e coordenação de equipes. Os exemplos de buracos relacionados para estes aspectos são:

- supervisão inadequada: erros em acompanhamento, dar direcionamento, doutrina, treinamento, qualificar e melhorar desempenho;
- operação planejada inapropriadamente: em relação ao período de execução, ao tempo de fornecer as instruções, apoio inadequado, descumprindo regulamentos, sem tempo de descanso;
- erro em corrigir problemas: não corrigir documento, não identificar situação de risco, não iniciar uma ação corretiva, não reportar condições inseguras. Este tipo de erro cria um ambiente inseguro que propicia a violação de regras;
- violação da supervisão: autorizar situações de perigo, não cobrar cumprimento de regras, autorizar ação de pessoa não habilitada. Os

autores registram que quando os supervisores estão lidando com assunto considerado sob domínio tendem a relaxar e a aceitar violações ocasionais.

A figura 3.10 mostra os aspectos para investigação das pré-condições para atos inseguros.

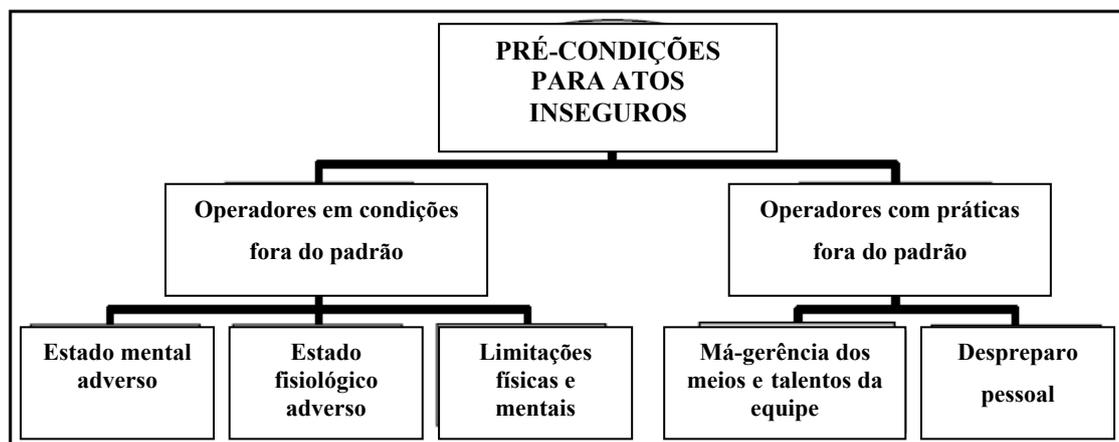


Figura 3.10 – Pré-condições para atos inseguros

Fonte: adaptada de Shappell & Wiegmann (2000)

O HFACS divide as pré-condições, necessariamente fora do padrão, em dois ramos: um para as condições do operador quanto à mente, corpo e limitações e o outro para as práticas dos operadores quanto à gestão dos meios e talentos da equipe e ao preparo pessoal. Neste caso os exemplos relacionados pelos autores são:

- estado mental adverso: atenção canalizada em uma direção, distração, fadiga mental, estresse, excesso de confiança, complacência, perda de motivação;
- estado fisiológico adverso: doenças, incapacidade fisiológica, fadiga física, estado debilitado;
- limitações físicas e mentais: lentidão de resposta a estímulos, na visão, na audição, capacidade física e intelectual;
- má-gestão dos meios e talentos da equipe: erro de comunicação e coordenação, no uso dos recursos, de liderança, supervisão;
- despreparo pessoal: fadiga por excesso, automedicação, alimentação, sono.

Finalmente a figura 3.11 apresenta os aspectos para investigação dos atos inseguros – esta é a “fatia” mais próxima ao acidente. O HFACS divide

novamente em dois ramos: erros - que envolvem decisão / habilidade / percepção, e violações - na rotina e excepcionais.

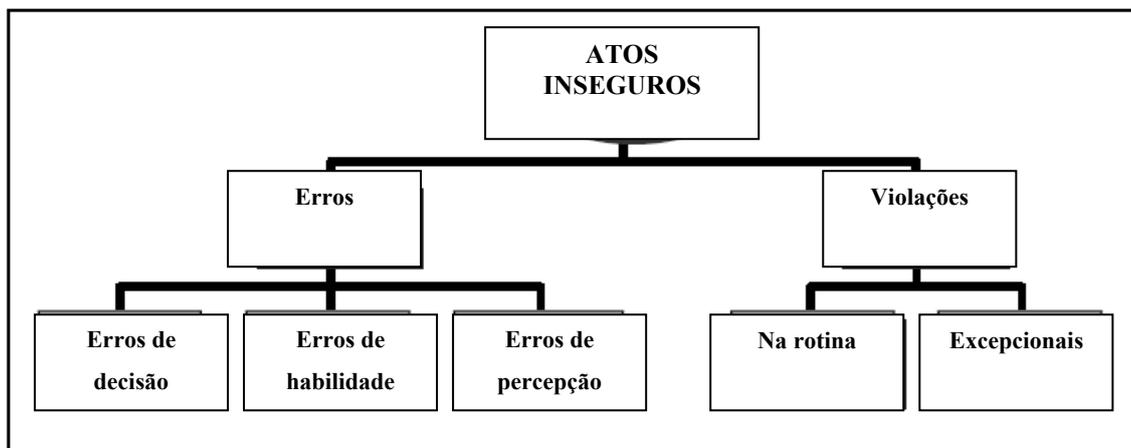


Figura 3.11 – Os atos inseguros

Fonte: adaptada de Shappell & Wiegmann (2000)

Os exemplos de buracos para os atos inseguros são apresentados em duas categorias: erros e violações.

Para a primeira categoria são citados:

- erros que envolvem decisão: aplicação de procedimento errado, escolha inadequada, resolução de problemas não estruturados, procedimento impróprio, emergência mal diagnosticada, resposta errada à emergência, autonomia excedida, manobra imprópria. São nomeados como “erros honestos”, pois a boa intenção depois se mostra inadequada para a situação;
- erros que envolvem habilidade: desatenção, falha de memória, uso inadvertido dos controles, etapa omitida no procedimento, item omitido da lista de verificação, excesso de controle. Estes erros ocorrem de forma inconsciente;
- erros que envolvem percepção: ilusão sensorial, desorientação espacial, falha de percepção devido à cor, posição, distância, altura e velocidade.

Para a segunda categoria são citadas:

- violações na rotina: não aderir ao procedimento, pular ou adequar algum item “exagerado”, não usar os equipamentos necessários, regras violadas, não se preparar corretamente para a tarefa, (podem ser toleradas pela supervisão inadequada);

- violações excepcionais: atuou mesmo não capacitado ou qualificado, excedeu intencionalmente os limites comprovados (aparece de forma isolada, não indica um padrão e a supervisão não tolera).

Dos exemplos apresentados por Shappell & Wiegmann (2000) foram excluídos os de aplicação exclusiva na aviação e, sempre que possível, foram adaptadas as palavras de modo a ser adotada uma explicação mais abrangente. Constatou-se que alguns fatores, com forte influência na manutenção dos sistemas de proteção e automação, não estavam explícitos nos exemplos de modo que foram pesquisados outros autores.

Os estudos de Celik & Er (2007) preenchem adequadamente os aspectos associados aos sistemas aplicados na proteção do SEP. Os autores constataram aplicações de sucesso do HFACS na aviação militar e comercial, estudaram sua aplicação ao setor naval e propuseram um detalhamento das influências organizacionais de modo a aprofundar os aspectos de requisitos operacionais e características intrínsecas dos sistemas. Na tabela 3.3 é apresentado o módulo a ser integrado ao HFACS.

Tabela 3.3 – Avaliação da ergonomia, manutenibilidade, tecnologia e automação

Fonte: adaptada de Celik & Er (2007)

MÓDULO A SER INTEGRADO AO HFACS AVALIAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	
Ergonomia	<ul style="list-style-type: none"> • projeto e instalação • ambiente do trabalho • meio de interação entre o usuário e a máquina (<i>interfaces</i>) • efeito sobre a fadiga humana
Facilidades de manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • procedimentos de manutenção • manutenibilidade dos sistemas • condições na área de trabalho
Tecnologia e automação	<ul style="list-style-type: none"> • complexidade • necessidades de treinando • suporte técnico

Pela proposta de Celik & Er (2007) a investigação de um acidente deve incluir aspectos ligados ao uso de máquinas e equipamentos tais como:

- ergonomia: projeto e instalação, ambiente do trabalho, meio de interação entre o usuário e a máquina (*interfaces*), efeito sobre a fadiga humana;

- facilidades de manutenção: procedimentos de manutenção, manutenibilidade dos sistemas, condições na área de trabalho;
- tecnologia e automação: complexidade, treinando, suporte técnico.

Decorrente desta proposta de Celik & Er (2007) foi definido um objetivo específico desta dissertação, qual seja medir e avaliar uma possível influência da incorporação da tecnologia digital nos equipamentos de proteção e automação sobre os erros humanos. Após 2000, a tecnologia digital passou a ter uma participação cada vez maior nos equipamentos de proteção e automação na CHESF possibilitando definição de muitos novos parâmetros, compactando funções por equipamento e melhorando os meios de análise e diagnóstico, mas com um significativo aumento da complexidade das ações de manutenção.

- No Brasil, Costella & Saurin (2005) aplicaram um fluxograma, figura 3.12, para classificar os erros humanos investigados em casos reais ocorridos em uma empresa de implementos agrícolas no Rio Grande do Sul.

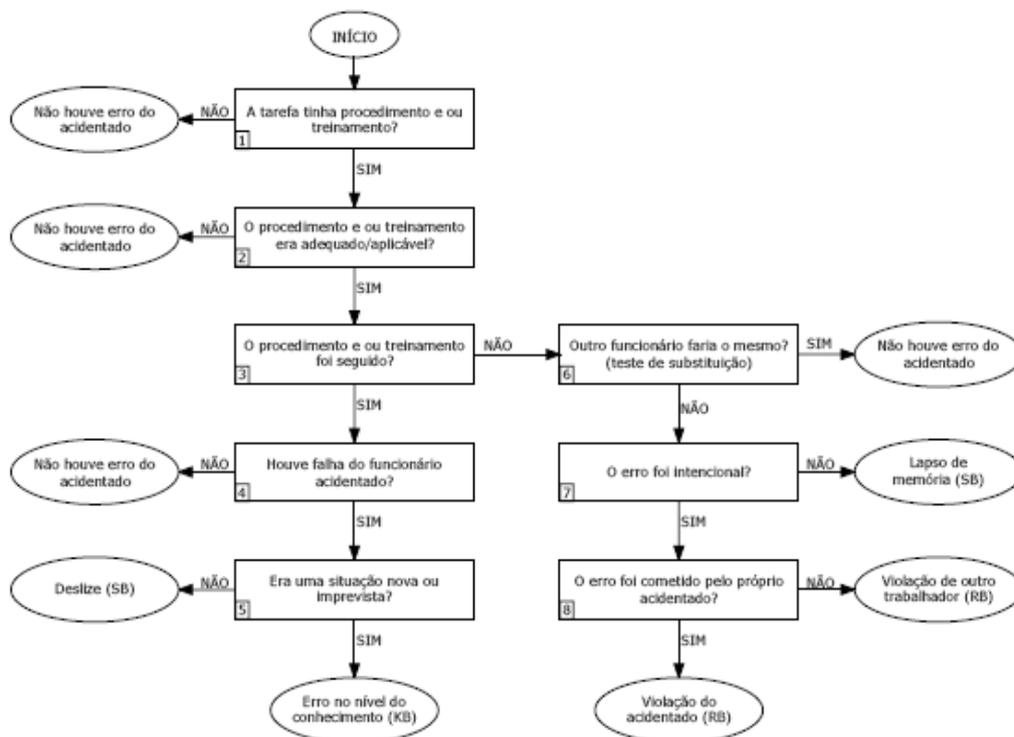


Figura 3.12 – Método para identificação de erros humanos

Fonte: Costella & Saurin (2005)

O fluxograma é estruturado em oito questões que identificam os quatro tipos de erros do trabalhador (propostos por Reason, 1990), dito envolvido, ou conclui

que o erro foi de outro trabalhador ou que falhas latentes da organização (treinamento ou procedimento) foram a causa principal do acidente. Os autores destacam que além de identificar os tipos de erros humanos, o método confirma antes se houve o erro do trabalhador e proporciona uma compreensão dos mecanismos cognitivos envolvidos. Com a aplicação do método o percentual de 50%, antes atribuído à falta de atenção e culpa do trabalhador, reduziu para 25%.

- Bassols *et al.* (2007) realizaram três modificações na proposta original de Costella e Saurin (2005) obtendo o fluxograma apresentado na figura 3.13.

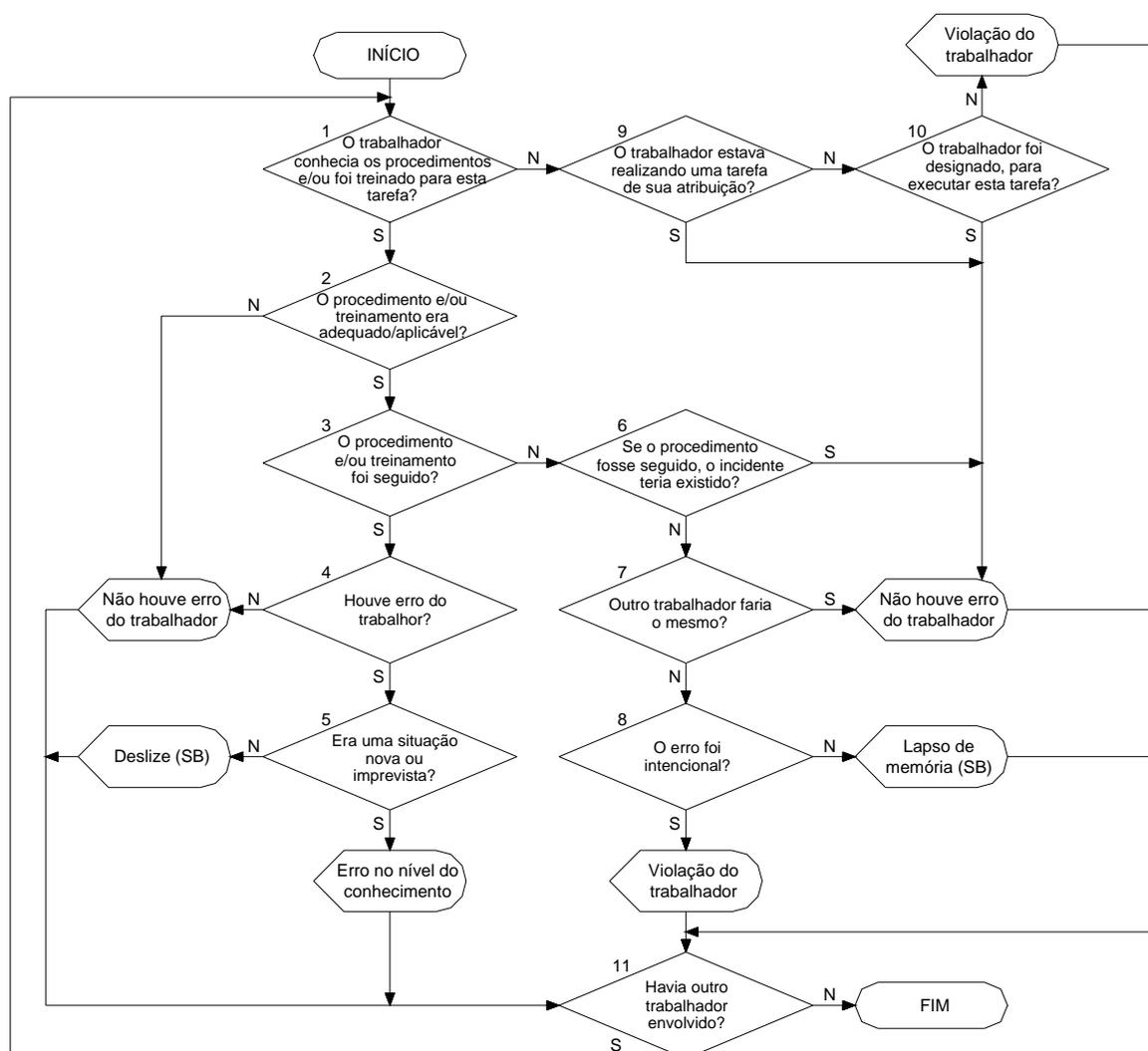


Figura 3.13 – Fluxograma de identificação de erro humano

Fonte: adaptada de Bassols *et al.* (2007)

Bassols *et al.* (2007) testaram e justificaram a aplicação do método de Costella e Saurin (2005) nas atividades de uma distribuidora de derivados de petróleo, também no Brasil mas, como alguns acidentes e incidentes não eram bem analisados os autores justificaram três modificações na proposta original.

Ao substituir a palavra **acidentado** por **trabalhador** foi inserida a análise de incidentes nos quais não chega a ocorrer lesão nas pessoas envolvidas. Ao ampliar a verificação da participação de outros trabalhadores a análise englobou a ótica de todos os envolvidos e não apenas de um só trabalhador. Ao incluir um terceiro caminho, associado ao treinamento, possibilitou investigar questões de atribuição e de designação para o trabalho concluindo quanto à ocorrência de violação ou não para esta situação.

Os autores mantiveram a tradução de Costella & Saurin (2005) para os quatro tipos de erro propostos por Reason (1990). Para três dos erros a tradução é bastante usada na bibliografia (**deslize** – *slip*, **lapso** – *lapse*, **violação** – *violation*), porém para *mistake* em vez de usar **engano** os autores preferiram usar “erro no nível do conhecimento” traduzindo apenas um dos enganos apresentados – ver a figura 3.4.

Estes são os quatro estudos e aplicações considerados mais aderentes às necessidades de classificação e análise dos erros humanos nas atividades de manutenção dos equipamentos de proteção e automação do SEP.

Ainda visando dar suporte para aplicações práticas são apresentadas vários registros de estudiosos quanto a particularidades, desafios, visões, advertências e proposições para os profissionais que realizam análise de acidentes causados por erro humano.

A exemplo de outras atividades que envolvem sistemas complexos a área de proteção e automação da CHESF investe em treinamentos, normas e instruções, de modo que cada vez é mais difícil ocorrer um desligamento acidental sem existir algum nível de lapso ou violação levando muitos a encerrarem as investigações ao encontrem “um culpado por não seguir exatamente as regras”.

Carvalho *et al.* (2005) obtém resultados que indicam serem insuficientes a formação técnica e a capacidade de seguir procedimentos escritos exigidos de trabalhadores que lidam com os sistemas ditos perigosos. Carvalho destaca que precisamos entender a distância existente entre a **execução prática** e os **procedimentos**. As atividades no nível do

conhecimento exigem habilidades cognitivas, usando raciocínio indutivo e dedutivo, aplicadas em função do processo produtivo e considerando as condições fornecidas pela organização.

O desafio, abordado por vários autores, é significativo e Gandra *et al.* (2004, p. 8) destacam que “mudar o eixo de estudos de erro humano para falhas organizacionais não é tão fácil”, mas enfatizam que a medida que as análises evitam centrar-se na culpa dos executores os fatores organizacionais emergem de forma acentuada.

Almeida (2003, p. 79) registra que “atribuir, a posteriori, a erros dos operadores a causa, a culpa e a responsabilidade por esses acidentes é o caminho mais fácil para a maioria das análises de acidentes que preferem desconsiderar a complexidade e a fragilidade dos mecanismos de gestão cognitiva”.

Carthey *et al.* (2001) *apud* Almeida (2003) propõem que as organizações com resistência às concepções mais abrangentes para as causas dos acidentes podem estar acometidas da Síndrome do Sistema Vulnerável que se caracteriza por três elementos que interagem entre si: a atribuição de culpa aos executores da linha de frente; a negação da existência de erros sistêmicos; a perseguição cega de metas financeiras e de produção. Os autores acrescentam que a tendência à atribuição de culpa a alguém tem origem em fatores psicológicos:

- atribuição fundamental de erro – atribuir erros de desempenho a aspectos de personalidade ou capacidade (descuidado, irresponsável, incompetente);
- ilusão da vontade livre – crença de que as pessoas sempre controlam e podem escolher entre os cursos corretos ou incorretos de suas ações;
- hipótese do mundo justo – crença de que coisas ruins acontecem com quem merece, o culpado;
- distorção da análise retrospectiva – percepção de que os erros passados eram mais previsíveis do que realmente o eram nas circunstâncias do acidente. Depois que o acidente acontece tudo fica evidente e não se entende como os erros não foram percebidos.

Perrow (1981, p. 117), ao fazer sua análise sociológica das organizações, registra que o ambiente burocrático é difícil, rígido e antidemocrático e que “as organizações complexas e de grande porte são, forçosamente, instrumentos imperfeitos. Os homens diferem quanto à capacidade e não são perfeitos e, tampouco, super-homens. Não funcionam como máquinas, criadas pela e para a organização, mas têm, isto sim, seus objetivos próprios, suas

personalidades e seus interesses fora do trabalho. O ambiente nunca é estável e previsível, sendo preciso meios para enfrentá-lo”.

O engenheiro francês Llory (1999) *apud* Almeida (2003, p. 82), em texto radical, adverte seus colegas, peritos e gerentes afirmando que “Os engenheiros esquecem o medo, a incerteza, o sofrimento, a incapacidade de manter a atenção a todos os instantes, os perigos da agressividade, às vezes da violência, eles desconhecem as frustrações, o mal-estar, a desmobilização subjetiva. Eles concebem o homem como um ser sem corpo ou sem moral respondendo essencialmente aos imperativos das sanções e ou aos atrativos de uma recompensa...”.

Os analistas de acidentes precisam ter em mente estas particularidades e dificuldades humanas ao lidarem com as pessoas envolvidas nos acidentes, mesmo que não haja vítimas ou grandes perdas econômicas. Em geral a cultura da organização e a autocrítica já pressionam bastante quem se envolveu em erro humano e, por isso é importante que os analistas, quando de realização de entrevistas, deixem os colegas à vontade, confiantes e com desejo de colaborar na obtenção de ensinamentos que possam evitar a reincidência.

Vanzin & Ulbricht (2004) citando Piaget resumem que as ações humanas são avaliadas por meio da comparação com o “padrão” aceito como correto e que as ciências cognitivas estudam o mecanismo mental associado. O erro é entendido como inerente à condição cognitiva do homem que pelo aprendizado constrói os padrões usados nos processos mentais. Nesta visão a identificação e correção dos erros tornam-se um processo de aprendizagem. Os autores citam que Reason (1990) considera que sua taxonomia engloba os mecanismos cognitivos de todos os erros independentemente de serem praticados por médicos, juizes, escolares, pessoas nas ruas e no convívio social. Como a maioria das pessoas observa mais as conseqüências que os erros, existe a falsa percepção de que eles são diferentes.

Sagan (1995) *apud* Gandra *et al.* (2004, p. 10) propõe a implantação de quatro fatores para alcançar excelentes níveis de segurança numa empresa: “priorização da segurança e da confiabilidade como um objetivo das lideranças da organização; altos níveis de redundância em pessoal e medidas técnicas de segurança; o desenvolvimento de uma cultura de alta confiabilidade através de descentralizadas e contínuas práticas de suas operações e um sofisticado sistema de julgamento e aprendizagem organizacional pelo erro”.

A pesquisa e o método propostos nesta dissertação se encaixam no terceiro e quarto fatores acima citados.

4 PROPOSTA DE MÉTODO

Este capítulo resume o relatório usado na CHESF, propõe o novo método, detalha suas nove etapas e documenta o alerta dos estudiosos para exageros observados no enfoque da responsabilidade dos erros humanos. Portanto, concluída a revisão bibliográfica da temática do erro humano em geral, focados os fatores organizacionais, os principais métodos de classificação e aspectos mais específicos das atividades de manutenção; a meta agora é concatenar a proposta de Reason (1990) com adaptações como a de Shappell & Wiegmann (2000), a de Costella & Saurin (2005), a de Celik & Er (2007) e a de Bassols *et al.* (2007) para propor adequações e melhorias ao método usado na análise e classificação dos erros humanos na área de proteção e automação da CHESF.

O estudo do erro humano, assim como em diversas áreas relacionadas ao agir dos seres humanos, avança por vários caminhos paralelos nos quais as diferenças de abordagem podem ser sutis ou relevantes. No capítulo 3, alguns destes caminhos foram abordados. Como resumo de onde se deve chegar podem ser citados Gandra *et al.* (2004, p.12) ao afirmarem: “Assim, as medidas preventivas para a obtenção de segurança do trabalho passam a ser tomadas com base na interação homem-ambiente organizacional ao invés da relação homem-instrumento de trabalho.”.

A princípio as adequações e melhorias aqui propostas podem parecer sutis, pois as contribuições mais visíveis são:

- incluir procedimentos para uma **análise ampla e participativa** por área (envolvendo a operação e manutenção de equipamentos) e por função (executiva e normativa) e
- apresentar ferramentas para **facilitar a classificação dos erros** e para **identificar os fatores associados**.

Contudo, é imperativo destacar que a correta aplicação do método e das ferramentas propostos é facilitada pelo estudo das diversas contribuições apresentadas no capítulo 3 – base conceitual, que se constitui em importante fonte de referência. Este encaminhamento é aderente à cultura da organização, pois propõe adequações na instrução normativa já vigente que tem como objetivo: “Estabelecer conceitos, competências e procedimentos, no âmbito da CHESF, para a análise de perturbação e de acidente no Sistema Eletroenergético de sua responsabilidade, com emissão de relatório técnico específico, identificando as causas, avaliando o desempenho dos equipamentos, sistemas e equipes envolvidas, bem como

estabelecendo plano de ação para evitar novas ocorrências” (CHESF, 2007, p. 1). Esta instrução normativa, cuja primeira edição é de 1991, define um relatório bastante abrangente com nove itens principais, sendo que o conteúdo dos itens 3, 4, 8 e 9 deve ser adaptado conforme o caso em análise. Na tabela 4.1 constam os itens e uma breve descrição do conteúdo de cada um deles.

Tabela 4.1 – Relatório de Desligamento por Erro Humano

Fonte: adaptada de CHESF (2007)

1. Sumário	– local, data, hora, causa determinante e consequência;
2. Histórico	– configuração do SEP, seqüências de desligamento e de recomposição, cargas interrompidas;
3. Fatos e dados relevantes	– obtidos por meio de entrevistas, documentação, sistemas de gravação, de supervisão, etc., para relatar aspectos associados à cronologia das ações, operação, manutenção, capacitação técnica, normativo, equipamentos, proteção, sistemas de controle supervisão telecomunicações, serviços auxiliares, linhas de transmissão, estudos elétricos, logística de apoio e outros;
4. Análise	– considerando os itens anteriores, a perturbação deve ser analisada considerando os tópicos: operação, manutenção, capacitação técnica, normativo, equipamentos, proteção, sistemas de controle supervisão telecomunicações, serviços auxiliares, linhas de transmissão, estudos elétricos, logística de apoio e outros;
5. Aplicação do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP)	– elaborar o diagrama de causa e efeito explicitando as causas mais prováveis e a causa fundamental;
6. Caracterização da tarefa executada	– quanto ao tipo (simples ou complexa; programada ou emergência; frequente ou rara), ao objetivo (operação ou manutenção) e quanto aos fatores determinantes (ambiente, homem, normativo, agentes de estresse);
7. Classificação do erro humano	– deixa livre a classificação. A área de proteção e automação tem norma específica que conceitua os quatro tipos de erro com base em Reason (1990);
8. Plano de ação	– considerando a aprendizagem adquirida na análise da perturbação apresentar recomendações principais (visam evitar reincidência) e secundárias (visam melhoria dos processos) com relação a normativo e procedimentos, capacitação, comportamental, gestão e administração, ambiente, equipamentos e sistemas, infra-estrutura, segurança do trabalho e outros;
9. Conclusões	– mensagem final fruto dos conhecimentos adquiridos.

Este relatório está implantado na organização, porém não foram disponibilizadas ferramentas que facilitem a análise necessária ao preenchimento adequado, em especial dos itens 4 e 7. O relatório proposto é bastante amplo e de alguma maneira contempla praticamente todos os fatores humanos e organizacionais que possam estar associados a um erro humano. Contudo, na prática, boa parte dos relatórios elaborados na área de proteção e automação centra a análise nos aspectos relacionados ao homem e ao momento do ato inseguro (falhas ativas) sem aprofundar os aspectos relacionados com os fatores organizacionais (falhas organizacionais - falhas latentes).

Para direcionar o item 7, a área de proteção e automação emitiu norma padronizando a classificação dos erros segundo Reason (1990). A ênfase observada em CHESF (2004) é a classificação em relação ao impacto sobre o SEP (sem corte de carga; com corte de carga), quanto aos danos (nenhum; materiais; pessoais; materiais e pessoais) e o tipo de erro considerando os conceitos:

- erro por distração – é uma falha de atenção, em que uma ação alternativa errada é acidentalmente produzida, embora haja a compreensão correta da situação e a formulação correta das intenções;
- erro por lapso – é a falha de atenção, caracterizada pelo esquecimento de uma etapa do procedimento previsto;
- erro por engano – é uma falha de conhecimento, resultante de erros de interpretação ou da escolha de intenções, geralmente presente na formulação de planos;
- violação – é o desvio intencional dos processos, práticas, procedimentos, normas ou regras seguras de operação, comumente adotado com o objetivo de agilizar ou apressar o serviço, sem intenção de causar danos.

A proposta de adequações, segundo a linha de Reason e seguidores, decorre do entendimento de que muitas das análises realizadas na CHESF poderiam ser melhoradas e aprofundadas, pois privilegiam os aspectos associados ao erro humano e não enfatizam a busca exaustiva das causas latentes. No item 3.3 desta dissertação foram descritos os principais métodos para esta busca e a seguir é apresentada a essência de cada aplicação prática que embasou a opção desse trabalho.

Correa & Cardoso (2007) concluíram que a aplicação do modelo geral proposto por Shappell e Wiegmann aos acidentes industriais é viável e factível além de destacar que o uso dos diagramas, dividindo e interligando os diversos fatores humanos, facilita a busca das

causas latentes dos acidentes. O modelo HFACS, de Shappell e Wiegman (2000), deve ser aplicado diagrama a diagrama iniciando com a análise em relação aos atos inseguros (é o nível mais próximo ao acidente) passando às pré-condições para atos inseguros, supervisão insegura e, finalmente, às influências organizacionais. Sempre devem ser analisados todos os diagramas, pois esta análise possibilita identificar os “buracos no queijo”. O uso do HFACS aprofunda os aspectos mentais, fisiológicos e físicos dos trabalhadores envolvidos no acidente; questões ligadas a supervisão, ao projeto e compra de equipamentos; a influência do clima organizacional, comunicação, planejamento, procedimentos e recursos disponíveis.

Celik & Er (2007) complementaram o HFACS principalmente destacando aspectos ligados à instalação dos equipamentos, meio de interação entre o usuário e a máquina (*interfaces*), manutenibilidade dos sistemas, condições na área de trabalho, complexidade e necessidades de treinamento decorrentes de novas tecnologias.

Já a contribuição de Costella e Saurin (2005) acerca da natureza da participação humana nos acidentes, com ênfase na ergonomia cognitiva, resultou em uma adaptação de Reason (1990) aplicada pelos autores aos casos de acidentes, registrados em empresa de implementos agrícolas brasileira. A ferramenta é apresentada como uma contribuição para uso na análise das causas de qualquer situação de falta de segurança considerando se houve ou não erro do executor, aspectos do projeto do sistema de trabalho, de procedimentos e da capacitação do trabalhador.

Por sua vez, Bassols *et al.* (2007) contribuem de modo significativo, pois além de testarem a ferramenta de Costella e Saurin numa área diferente da original, uma distribuidora de derivados de petróleo, inseriram adaptações que ampliaram as possibilidades de aplicação. O método passou a ser aplicável em acidentes e incidentes, investiga todos os possíveis envolvidos e enfoca questões gerenciais de atribuição e designação para o trabalho revelando fatores internos à organização.

Observa-se que as justificativas para realização de análises com base na interação homem-ambiente organizacional são apresentadas para vários tipos de organizações e atividades de modo que, após debate e entrevistas com gerentes e especialistas da CHESF, conclui-se que são aplicáveis aos casos de DAEH nas manutenções de proteção e automação.

Na figura 4.1 constam as nove etapas do método proposto para a análise e classificação de erros humanos na manutenção da proteção e automação na CHESF. Um dos princípios básicos é o comprometimento dos gerentes e equipe de analistas em colaborar para esclarecer as causas do erro e maximizar o aprendizado das pessoas e da organização com o acidente.



Figura 4.1 – Método para Análise e Classificação de Erros Humanos

Fonte: o autor (2009)

A seguir, fase a fase, são apresentadas as atividades e procedimentos adotados no método de análise e classificação de erros humanos.

- Na fase 1, que normalmente deve iniciar nas primeiras horas após o desligamento acidental, o objetivo é confirmar se houve ou não erro humano e definir o escopo da análise. A coordenação é do gerente do órgão identificado como responsável pelo desligamento acidental. O mesmo deve designar equipe técnica (incluindo pessoas presentes no momento do desligamento acidental) para esgotar a investigação com relação a possível falha de material e havendo indícios de que, a princípio, o erro humano seja de outra área deve solicitar a participação de representantes. Confirmado que houve erro humano, a próxima fase é realizada pelo gerente do órgão responsável pelo pessoal que participou do ato inseguro que culminou com o DAEH (passa a ser designado de “órgão responsável”).
- Na fase 2 o objetivo é designar os integrantes da equipe de análise e classificação do DAEH. A equipe deve ter pelo menos um representante do serviço ou divisão responsável e um representante da área normativa. Devem ser analisadas as informações preliminares de modo a se escolher pessoas com perfil técnico adequado às atividades que estavam sendo executadas. Um aspecto essencial é que a equipe tenha participado de treinamento sobre “erros humanos”, englobando os assuntos do capítulo 3 desta dissertação e incluindo os documentos normativos CHESF específicos sobre o assunto.
- A fase 3 visa caracterizar o desligamento acidental reunindo dados e informações necessárias ao atendimento dos itens 1, 2 e 3 (ver tabela 4.1) do relatório CHESF (2007). Almeida (2003) ressalta algumas orientações do *Canadian Center of Occupational Health and Safety* que devem embasar a postura da equipe e transparecer às pessoas entrevistadas:
 - necessidade de imparcialidade (evitar opiniões preconcebidas);
 - a formulação de recomendações só deve ocorrer após a conclusão da análise (as pessoas devem ser ouvidas posteriormente com o objetivo de sugerir recomendações);
 - o relatório não tem o objetivo de, e nunca faz, recomendações disciplinares (a punição é contrária à filosofia de prevenção e pode dificultar futuras análises).

A equipe deve reunir documentos e buscar aspectos objetivos e subjetivos para formar uma compreensão multicausal do DAEH e do processo normal do trabalho. É fundamental fazer inspeção técnica na instalação, fotografar o ambiente e entrevistar, de

forma aberta, o pessoal da operação local, da operação de sistema e de outras áreas de manutenção. Preferencialmente na instalação onde ocorreu o DAEH a equipe entrevista também o pessoal participante da atividade. Posteriormente entrevista o supervisor, o gerente e especialistas. Nesta fase a equipe deve usar nas entrevistas várias das questões a serem respondidas na próxima fase.

- Na fase 4 a equipe deve classificar o erro humano e neste processo avaliar se ocorreu mais de um erro. Os quatro tipos de erro considerados são **deslizes**, **lapsos**, **enganos** e **violações**, conforme Reason (1990) – ver figura 3.4 – e compatível com CHESF (2004). Nesta tarefa a equipe conta com a valiosa ferramenta apresentada na figura 3.13, são onze questões objetivas (cuja resposta é sim ou não) que apontam para um dos quatro tipos de erros ou a conclusão de que não houve erro do trabalhador. Como já explicado o tipo **engano** deve ser considerado onde consta “erro no nível do conhecimento”. O fluxograma também questiona o envolvimento de outros trabalhadores e a ocorrência de outros erros humanos. Os tipos de erros observados auxiliam na identificação das causas do DAEH.
- A fase 5 é uma das mais complexas, pois a equipe deve analisar a influência no DAEH de cada fator organizacional relacionado no HFACS, ver as figuras 3.8, 3.9 e 3.10, e também na tabela 3.3. A equipe deve relacionar os fatores de importância para o caso e as não conformidades associadas considerando as informações, dados e conclusões das fases anteriores. Esta é a fase que pode propiciar maior retorno em termos de aprendizado e melhorias nos processos da organização. A análise deve ser iniciada pelo fator “pré-condições para os atos inseguros” e, ampliando gradualmente o perímetro, passar para “ergonomia”, “facilidades de manutenção”, “tecnologia e automação”, “supervisão insegura” e chegar a “influências organizacionais”. Os exemplos de buracos para os “atos inseguros” apresentados na figura 3.11 devem ser considerados à luz do tipo de erro identificado na fase 4. A equipe deve procurar entender como e porque as diversas barreiras falharam de modo a ser mais objetiva e proveitosa a próxima fase. Atentar que entender o porquê algumas barreiras tiveram sucesso pode ser bastante proveitoso na implantação de novos meios de controle.
- Na fase 6 o objetivo é explicitar a causa principal (raiz ou fundamental ou básica), as causas secundárias (ou alternativas) e as recomendações. A abordagem de causa fundamental adotada por Almeida (2003) estabelece que seja uma causa que a gerência tenha meios de controle para corrigir. O entendimento mais aceito é que eliminada a

causa principal é evitado o acidente. As causas secundárias contribuem no sentido da prevenção, mas a sua eliminação não garante que o acidente seja evitado. A equipe deve redigir as recomendações de modo claro e objetivo, sugerindo prazo de execução e órgão responsável pela implementação. Concluída esta fase é recomendada uma breve revisão da fase 4 para testar se as recomendações, caso estivessem em prática, eliminariam ou minimizariam bastante a possibilidade de ocorrer o DAEH. Caso a conclusão seja negativa deve-se investir na identificação de outros erros, causas e recomendações. A equipe deve evitar ênfase exagerada das normas e instruções como *check-list* na busca de causas e investir nas razões que explicam a não observação das mesmas. Neste sentido Almeida (2003, p. 32) alerta: “É um equívoco confundir a análise de acidente com um mero procedimento de busca de irregularidades ou de aspectos do sistema que não estão em conformidade com a legislação e ou normas da empresa. Quando isso ocorre, aumenta a chance de nos depararmos com “relatórios de investigação” que não explicam o que realmente aconteceu no sistema. Uma das conseqüências deste tipo de prática é a “amputação” da própria análise limitando as chances de aprendizado organizacional que ela poderia trazer”.

- Na fase 7 é trabalhada a redação do relatório cuja itemização, resumida na tabela 4.1, é definida pela norma CHESF (2007). Todo o conteúdo do relatório já foi abordado em alguma das fases deste método cabendo à equipe os cuidados de redação e apresentação na formatação do relatório formal. Os recursos atuais de inserção de fotografias, digitalização de documentos e diagramas, tabelas e outros recursos gráficos devem ser explorados para facilitar o entendimento. O relatório exige a elaboração de diagrama de causa e efeito, conforme a Metodologia de Análise e Solução de Problemas (MASP), cabendo à equipe avaliar a necessidade de revisar o assunto; uma referência é Slack *et al.* (2002).
- Na fase 8 o objetivo é validar o texto e o prazo de execução de cada recomendação junto ao gerente do órgão responsável por sua implementação. As adequações sugeridas devem ser avaliadas e desde que não alterem o sentido básico da recomendação devem ser acatadas. Esta fase contribui para o perfeito entendimento dos objetivos de cada recomendação e reforça o compromisso do gerente que deve atender a recomendação.
- Na fase 9 é realizada a revisão do relatório, em especial observando as possíveis adequações realizadas na fase anterior. Em seguida o relatório é encaminhado para análise, aprovação e divulgação pelo órgão competente. Havendo questionamentos

devem ser prestados os esclarecimentos e, caso o gerente entenda que é essencial fazer alguma adequação o assunto deve ser nivelado com as partes envolvidas.

Em suma este é o método de análise e classificação de erros humanos proposto para ser implantado na CHESF de modo a aprofundar as análises dos desligamentos acidentais por erro humano na manutenção dos equipamentos de proteção e automação do SEP.

A aplicação do método, com seus fluxogramas, tabelas e exemplos de aspectos organizacionais e fatores de influência vai possibilitar um melhor aprendizado para a companhia, porém é importante para o usuário do método conhecer algumas precauções anunciadas pelos estudiosos.

Na figura 4.2 Reason (2006) ilustra a mudança na ênfase das análises de grandes acidentes no mundo. Até 1955 concentrava-se nas falhas dos equipamentos; após 1970 inclui atos inseguros e após 1980 passa a considerar os fatores organizacionais.

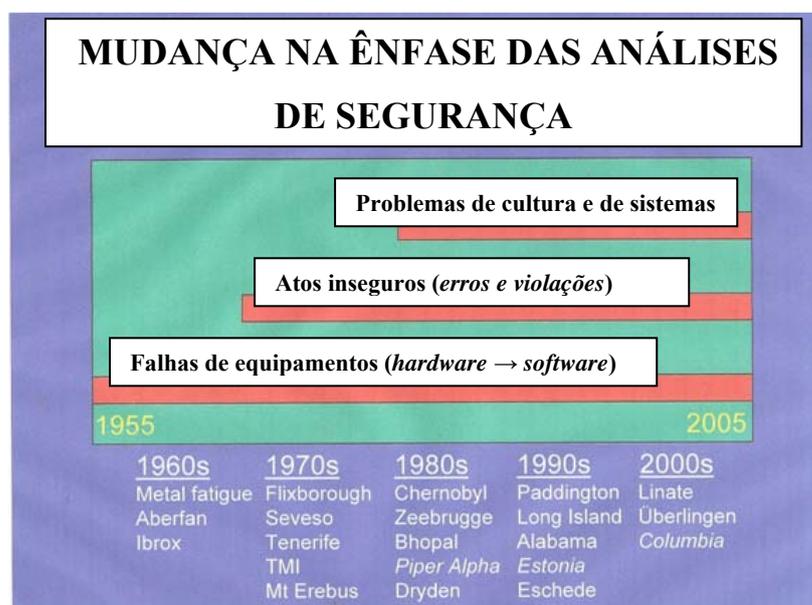


Figura 4.2 – Mudança na ênfase das análises no tempo

Fonte: adaptada de Reason (2006)

O objetivo e esforços dos estudiosos são no sentido de evitar análises de acidentes com foco excessivo no “humano”, mas existe o receio e o risco das análises passarem a ter um foco excessivo no “organizacional”.

Estas preocupações encontraram eco no doutor James Reason que após analisar vários relatórios de grandes acidentes recentes emitiu, durante o *Human Factors Seminar* em *Helsinki*, um questionamento sobre a velocidade da mudança do **enfoque da responsabilidade** individual para a coletiva ou organizacional – ver figura 4.3. Reason (2006)

exemplifica análises e depoimentos em que o “pêndulo” foi exageradamente empurrado para o lado do coletivo e as responsabilidades individuais passaram para um plano muito inferior ao adequado. Segue o registro de dois casos:

- Dryden, queda de um F-28 (avião de caça militar) na década de 1980 – o relatório conclui que se os sistemas tivessem operado de modo efetivo, cada um dos fatores que resultou em causas do acidente teria sido identificado e corrigido antes de terem qualquer significância. Portanto, este acidente é o resultado de erros do sistema de transporte aéreo com um todo;
- Chernobyl, destruição do reator nuclear e contaminação de toda uma região no final da década de 1980 – antes do suicídio o especialista Valeri Legasov gravou em uma fita: cheguei à conclusão inquestionável de que o acidente foi o somatório de todo o encaminhamento incorreto de nossa economia ao longo dos últimos anos.

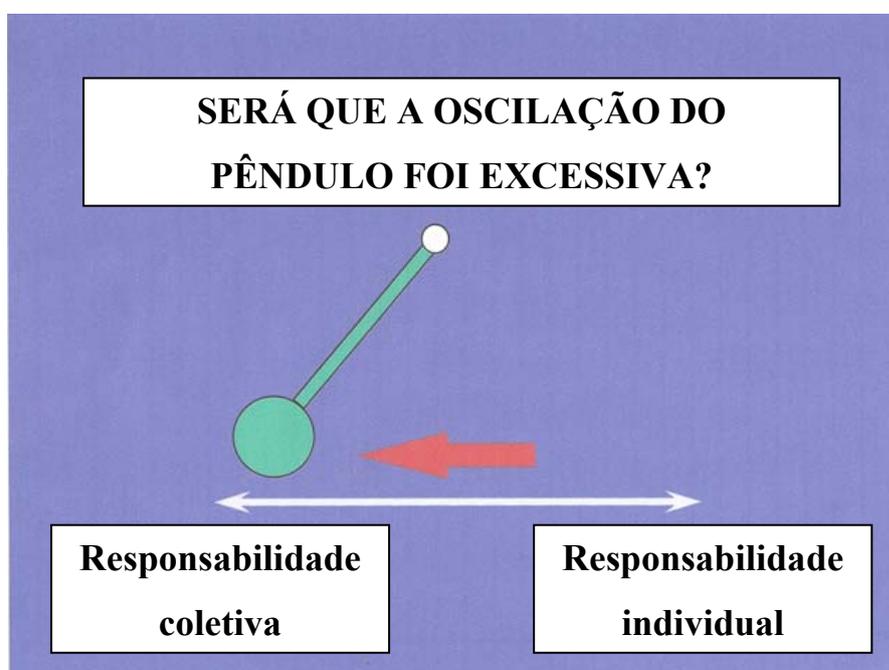


Figura 4.3 – Responsabilidade Coletiva X Responsabilidade Individual

Fonte: adaptada de Reason (2006)

O recado é no sentido de evitar os extremos, pois os objetivos das análises de acidentes, sejam do trabalho ou de desligamentos durante a execução da manutenção, são identificar as causas que contribuíram para o erro humano e propor medidas que minimizem a probabilidade de repetição das condições que propiciaram a ocorrência. Focando apenas na pessoa diretamente envolvida com o acidente ou em instituições como o governo, a sociedade ou a empresa as medidas propostas vão ser praticamente impossíveis de serem implementadas ou não terão efeito real sobre as condições observadas no acidente.

5 APLICAÇÃO

Neste capítulo é apresentada a aplicação parcial do método proposto visando analisar a influência de algum fator organizacional. Considerando os dados disponíveis na CHESF, o objetivo é verificar a influência da mudança de tecnologia dos equipamentos de proteção e automação sobre os erros humanos na manutenção.

Considerando os estudos de Gandra *et al.* (2004) que mostram os fatores organizacionais, com os contextos sociais e tecnológicos envolvidos, sendo destacados à medida que as investigações não se limitam à “culpa dos trabalhadores” é importante analisar casos antes e após a implantação intensiva da tecnologia digital nos equipamentos de proteção e automação. O ano de 2000, com a integração da primeira instalação de grande porte totalmente equipada com equipamentos digitais, marca na CHESF essa profunda alteração de procedimentos e possivelmente uma maior influência da tecnologia no dia-a-dia das atividades de manutenção da proteção e automação.

A CHESF vem permanentemente ampliando o seu sistema eletroenergético e com isso os sistemas de proteção se expandem na mesma proporção. Atualmente, em função da inserção dos novos sistemas com tecnologia digital, observa-se uma convivência entre as tecnologias eletromecânicas e digitais, exigindo das equipes uma atuação mais complexa e dinâmica. Apesar do aumento da complexidade dos equipamentos instalados com a nova tecnologia, ao ser analisada pela média quadrianual, a quantidade de DAEH da proteção e automação (ver figura 2.6) apresenta uma redução significativa e persistente ano a ano:

- de 1997 a 2000 média de 21,25 DAEH;
- de 2001 a 2004 média de 16 DAEH (redução de 24,7%);
- de 2005 a 2008 média de 14,75 DAEH (redução de 7,8%).

Portanto a nova tecnologia não está provocando aumento no número absoluto de DAEH observado na CHESF.

Surge a questão: em alguma atividade de manutenção da proteção e automação a tecnologia digital (reconhecida pelos especialistas como de maior complexidade pela concentração de funções em um só equipamento, exigindo centenas de parâmetros, necessidade de capacitação específica e uso de programas dedicados com *interfaces* por vezes mínimas e redutoras da visão sistêmica) está influenciando o aumento de erros humanos?

Portanto, este capítulo mostra uma análise comparativa de dados para tentar responder a esta questão sobre possíveis efeitos do fator “tecnologia” tendo em vista a transição tecnológica na área de proteção e automação, iniciada gradualmente a partir do ano 2000.

A análise da base de dados de DAEH (anexo 2) disponível para os períodos de 1997 a 1999 e de 2000 a 2008 (já com influência da tecnologia digital nos equipamentos de proteção e automação) foi um grande desafio e possibilitou uma visão do impacto tecnológico na interação entre o trabalhador e a cultura da organização. Os resultados, sempre que necessário, apresentam-se por órgão regional da CHESF, a figura 5.1 mostra a área de atuação e a sigla de cada órgão. Em cada Gerência Regional – GRx existe um Serviço de Controle e Proteção – SxCP responsável pelas ações de manutenção da proteção e automação na região “x”. Por atuarem nas grandes regiões metropolitanas do Nordeste os serviços que atuam no Sul (Salvador e Aracaju), Leste (Recife, Maceió, João Pessoa e Natal) e Norte (Fortaleza) têm maior estrutura e quantidade de intervenções que os demais.

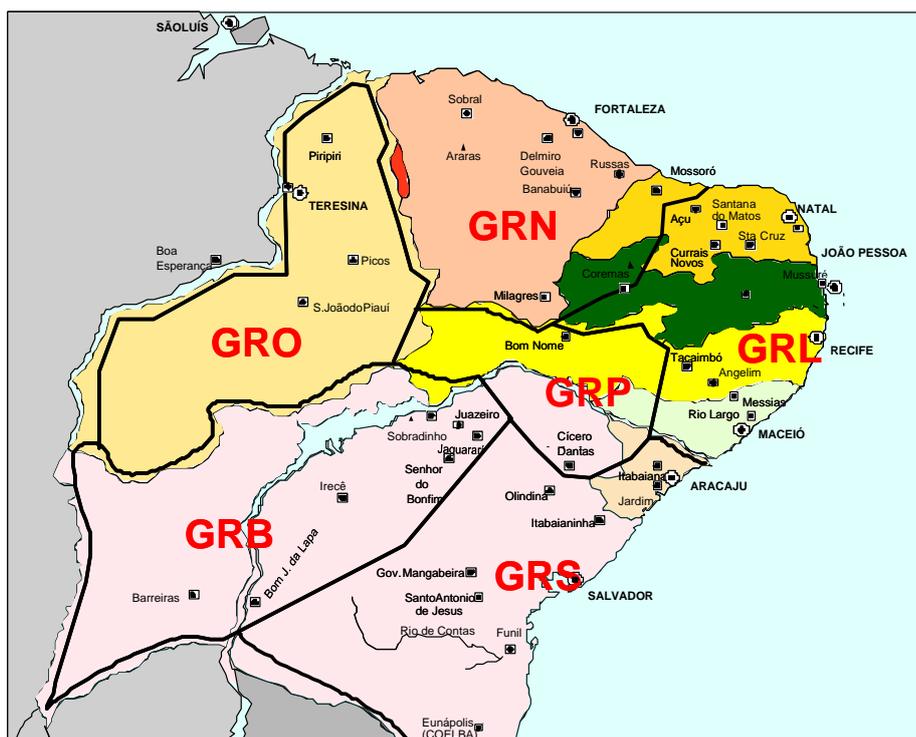


Figura 5.1 – Área de atuação das GRx

Fonte: CHESF (2009a)

Para possibilitar esta análise foi incluída a coluna “digital” nas planilhas de dados básicos dos DAEH de cada SxCP – ver anexo 2. Esta coluna está marcada sempre que entre os equipamentos envolvidos houver algum com tecnologia digital e o desligamento será

nomeado como “DAEH Digital”. Constata-se que o primeiro DAEH Digital ocorreu em 2002 e que entre 2002 e 2008 estão registrados 27 casos.

Após análise das planilhas apresentadas no Anexo 2 foi obtida a tabela 5.1 onde se observa que praticamente metade dos DAEH Digital está relacionada com a atividade “cálculo ou emissão da ordem de ajuste”. O percentual é de 44%.

Tabela 5.1 – Atividades com erro humano nos DAEH digital

Fonte: o autor (2009)

Atividades onde houve erro humano	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total
Planejamento executivo.		1	1	2	1	2		7
Cálculo ou emissão da Ordem de ajuste.		4		4	2		2	12
Implantação da Ordem de Ajuste.		1			1			2
Outras.	1			1	2		2	6
Total	1	6	1	7	6	2	4	27

A ordem de ajuste é um documento usado para registro dos parâmetros a serem implantados no equipamento de proteção sendo que o seu cálculo e emissão são feitos de modo centralizado, pelo órgão denominado STC no anexo 2, enquanto que a sua implantação nos equipamentos é realizada de modo descentralizado por cada SxCP.

A leitura direta da tabela 5.1 é que a atividade de cálculo ou emissão da ordem de ajuste está sendo muito influenciada pela tecnologia digital haja vista sua participação em 44% dos DAEH Digital. Esta influência pode ser devido à concentração de funções em um só equipamento que exige calcular e definir centenas de parâmetros para cada ordem de ajuste de proteção digital.

Todavia, é preciso verificar a participação do erro da atividade de cálculo ou emissão da ordem de ajuste nos desligamentos acidentais quando os equipamentos de proteção são de outras tecnologias (eletromecânica e estática).

Nos dados do anexo 1 constam 208 DAEH para o período 1997 a 2008. Subtraindo do total os 27 DAEH Digital restam 181 erros associados às atividades com equipamentos de outras tecnologias. Analisando os dados do anexo 2 se constata que dos 181 erros apenas 17 são relacionados com a atividade “cálculo ou emissão da ordem de ajuste”. Assim, para este caso, o percentual é de 9,4%.

Portanto, da aplicação da análise ao fator organizacional escolhido (tecnologia) emerge a conclusão de forte influência do mesmo na atividade de cálculo e emissão de ajustes, pois a

participação da atividade no total de DAEH passa de 9,4%, quando de ajustes de outras tecnologias, para 44% quando de ajustes com equipamentos de tecnologia digital.

É interessante observar que a primeira grande instalação com tecnologia digital foi energizada em 2000 e que só em 2003 temos o primeiro DAEH associado com a atividade de cálculo e emissão de ordem de ajuste. O motivo disto é que os erros nas ordens de ajustes normalmente só são observáveis quando de perturbações específicas no SEP. Apenas erros mais graves são evidenciados de imediato, com a simples energização do equipamento primário com carga normal. Os erros que provocam menor impacto sobre as funções do equipamento de proteção normalmente só são observados quando uma perturbação de grande porte exige interações entre as diversas funções de proteção e controle de um equipamento ou mesmo entre equipamentos distintos. Portanto este tipo de erro pode permanecer por anos como um erro latente.

6 CONCLUSÕES

Este capítulo traz a síntese do estudo, limitações e algumas sugestões de como a companhia pode direcionar esforços para aprofundar o assunto e obter melhorias em seus processos. Esta dissertação propõe um método de análise e classificação de erros humanos bastante aderente às normas em vigor na CHESF e, por conseguinte, não deve ter problemas culturais em relação à plena adoção do mesmo pela área de manutenção de proteção e automação.

O método proposto (ver figura 4.1) tem base nos estudos de Reason (1990) e Shappell & Wiegemann (2000), que resultaram nos modelos GEMS e HFACS, e nas contribuições de Celick & Er (2007) e Bassols *et al.* (2007) de modo que aplica conceitos e ferramentas já consolidadas em diversas aplicações e ao mesmo tempo atuais.

Nas organizações com maior risco de grandes acidentes e conseqüente maior investimento na sua análise, o foco nos fatores organizacionais surge a partir de 1980. Na CHESF esta visão é formalizada em 1992 e a documentação associada vem sendo atualizada (CHESF, 2007), mas é grande a dificuldade em analisar estes fatores sem um estudo apropriado do assunto. Neste sentido os capítulos 3 e 4 desta dissertação preenchem uma lacuna significativa.

Portanto, consolidando a aplicação deste método a CHESF se alinha à tendência mundial e deve obter uma maior compreensão dos fatores organizacionais, na busca exaustiva das causas latentes dos erros humanos na manutenção, contribuindo para evitar reincidências de erros e para a melhoria dos processos. Com o uso de análise ampla e participativa, ferramentas para classificar os tipos de erros e para auxiliar a análise dos fatores organizacionais, a empresa vai aumentar as chances de aprendizado organizacional.

É importante frisar que vários autores aplaudem as empresas que conseguem evitar análises de acidentes com foco excessivo no “humano”, porém alguns estão preocupados com uma aparente tendência das análises de grandes acidentes passarem a ter um foco excessivo no “organizacional”.

Reason (2006) enfatiza que a análise de fatores organizacionais trouxe grandes benefícios na compreensão e na prevenção de acidentes, mas não elimina a observação e prevenção dos atos inseguros. Conclui conclamando para que as empresas e entidades dêem atenção devida aos atos individuais, tanto os inseguros e perigosos quanto os heróicos.

Em relação a aplicar este método em outras empresas existe uma limitação no sentido de que é necessário que especialistas analisem os fatores organizacionais adotados de modo a validá-los para as novas atividades. Uma possível limitação, a ser avaliada, é a cultura interna, pois medidas no sentido de apurar causas de erros humanos podem ser percebidas como ameaças e sofrerem forte rejeição por parte dos trabalhadores e até dos gerentes. Uma limitação secundária diz respeito à subjetividade das análises, que pode ser minimizada com a adoção de programa de treinamento específico para os integrantes das equipes de análise dos desligamentos acidentais. Esta subjetividade é bastante reduzida com a aplicação do fluxograma integrante do método de análise e classificação de erros humanos.

Como decorrência deste estudo, que propôs um método para análise e classificação dos erros humanos na manutenção de equipamentos de proteção e automação que resultam em desligamentos acidentais, podem ser seguidas algumas linhas:

- considerando que a CHESF adota um único indicador (quantidade de desligamentos acidentais por erro humano por área e por ano) deve se investir na pesquisa e estudo para validar e implantar outros indicadores;
- estudar a idéia de um “escore de erro humano” com a finalidade de ajudar a identificar e priorizar os casos que exigem uma análise de maior porte e também dando uma avaliação qualitativa ao acidente;
- estudar e especificar um banco de dados e respectivo sistema de informação para facilitar o registro dos dados sobre desligamentos acidentais por erros humanos e subsidiar novos estudos;
- estudar a questão do erro do pessoal experiente. Almeida (2003, p. 73) registra que “trabalhadores mais experientes erram mais, mas, ao mesmo tempo, detectam e corrigem mais esses erros”. A percepção, na CHESF, é que os experientes erram mais (em números absolutos) porque são designados para as atividades complexas que exigem maior conhecimento e formulação de novas soluções. O estudo deve lançar alguma luz sobre esta situação;
- estudos para melhorar os projetos. Conforme Filgueiras (2004) os projetos de sistemas, principalmente os com aplicação forte de sistemas informatizados e automatizados, devem contemplar a prevenção do erro ou da violação, mas sem limitar-se a pedir senhas e confirmações. Por outro lado também precisa ser dotado de tolerância, ou seja, deve-se projetar para que se o erro acontecer suas

consequências não sejam catastróficas. Outro aspecto é dotar o projeto de registro e documentação de modo a que os analistas consigam detectar o erro;

- estudar melhorias nos projetos dos painéis onde são instalados os equipamentos de proteção e automação de modo a usufruir mais dos avanços da ergonomia;
- estudar medidas para minimizar a influência da tecnologia sobre a atividade de cálculo e emissão de ajustes dos equipamentos de proteção digital;
- ampliar as avaliações, junto a especialistas, objetivando generalizar o método proposto à todas as atividades de operação e manutenção de equipamentos primários do SEP.

A questão do erro humano é complexa, exige das empresas criatividade e investimento na prevenção, pois os sistemas e avanços tecnológicos evoluem a tal velocidade que se torna cada vez mais difícil ao homem usá-los correta e adequadamente. São muitas as oportunidades de parcerias entre as empresas e a academia inclusive para abordagens envolvendo especialistas de várias áreas como psicologia, engenharia, psiquiatria, estatística, administração, pedagogia e outras. Esta dissertação teve a intenção de colaborar nesta visão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, I. M. de, org. *Caminhos da análise de acidentes do trabalho*. Brasília, Ministério do Trabalho e Emprego, 2003.
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, *Resolução Normativa nº 270 de 26 de junho de 2007*. Brasília, 2007.
- BASSOLS, F. F; BALLARDIN, L. & GUIMARAES, L. B. de M. *Análise dos tipos de erros em uma distribuidora de produtos derivados de petróleo*. In: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Anais, Foz do Iguaçu, 2007.
- BLEY, J. Z. *Comportamento seguro: a psicologia da segurança no trabalho e a educação para a prevenção de doenças e acidentes*. Curitiba, Sol, 2ª edição, 2007.
- CARVALHO, P. V. R. de; VIDAL, M. C. R., CARVALHO, E. F. de. *Análise de microincidentes na operação de usinas nucleares: estudo de caso sobre o uso de procedimentos em organizações que lidam com tecnologias perigosas*. *Revista Gestão & Produção*, vol.12, nº2: p.219-237, São Carlos, 2005.
- CARVALHO, P. V. R. de, SANTOS, I. L. dos, GRECO, C. H. dos S. *Desenvolvimento de metodologia para análise da confiabilidade humana para ser utilizada em salas de controle de usinas nucleares*. *Revista de Ciência e Produção*, vol. 6, nº1: p. 38-45, Nova Iguaçu, 2006.
- CELIK, M. & ER, I. D. *Identifying the potential roles of design-based failures on human errors in shipboard operations*. In: Proceedings of the 7th navigational symposium on marine and safety of the sea transportation, Gdynia, 2007.
- CHESF *Avaliação das intervenções da manutenção no sistema elétrico com desligamento*. Portaria DO-02/98, portaria da Diretoria de Operação (DO), 1998.

CHESF *Painel final do II Seminário de Otimização da Manutenção de Sistemas de Proteção*. Departamento de Proteção e Automação (DPA), da Superintendência de Telecomunicações e Controle (STC), da Diretoria de Operação (DO), 1999.

CHESF *Classificação de falha humana em desligamento do sistema elétrico em sistemas de proteção e automação*. NM-TC-PA-GE-005 norma de manutenção do Departamento de Proteção e Automação (DPA), da Superintendência de Telecomunicações e Controle (STC), da Diretoria de Operação (DO), 1ª edição, 2004.

CHESF *Análise de perturbação e de acidente no sistema eletro energético*. IN-OP.01.07 – instrução normativa da Superintendência de Operação e Contratos de Transmissão de Energia (SOC), da Diretoria de Operação (DO), 2007.

CHESF *Planejamento e execução de intervenção em sistemas de proteção e automação*. NM-TC-PA-EM-001 norma de manutenção do Departamento de Proteção e Automação (DPA), da Superintendência de Telecomunicações e Controle (STC), da Diretoria de Operação (DO), 7ª edição, 2008.

CHESF *Perfil da companhia*, no Site http://www.chesf.gov.br/acompanhia_perfil.shtml em 24/09/2009, 2009a.

CHESF *Constatações dos seminários de prevenção de desligamentos acidentais por erro humano – SPDEH*, na intranet CHESF, <http://oscilo/seminarios.htm> em 24/09/2009, 2009b.

CORREA, C.R.P. & CARDOSO JUNIOR, M. M. Análise e classificação dos fatores humanos nos acidentes industriais. *Revista Produção*, vol. 17: nº1, p. 186-198, São Paulo, 2007.

COSTELLA, M.F. & SAURIN, T.A. *Proposta de método de identificação de erros humanos*. In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Anais, Porto Alegre, 2005.

FILGUEIRAS, L. V. L. *Confiabilidade humana em controle de processos*. I Seminário de Confiabilidade da REPLAN Petrobras, Paulínia, 2004.

- GANDRA, J. J.; RAMALHO, W.; GONCALVES, C.A. *Acidentes do trabalho: evoluindo do modelo de casualidade centrada no indivíduo para o modelo de cultura organizacional*. In: VII SEMEAD Seminários em Administração FEA-USP, Anais, São Paulo, 2004.
- LAFRAIA, J. R. B.; MIQUELES, C. P.; SOUZA, G. C. *Criando o Hábito da Excelência - Compreendendo a Força da Cultura na formação da Excelência em SMS*. Qualitymark, Rio de Janeiro, 2007.
- MASON, C. R. *The Art & Science of protective relaying*. New York , John Wiley & Sons, 1956.
- PERROW, C. *Análise organizacional: um enfoque sociológico*. São Paulo, Atlas, 1981.
- REASON, J. T. *Human error*. New York, Cambridge University Press, 1990.
- REASON, J. T. Human Erro: models and management. *British Medical Journal*, volume 320, p. 768-770, Londres, 2000.
- REASON, J. T. *Human factors: A personal perspective*. Helsinki, 2006.
- SHAPPELL, S. A. & WIEGMANN, D. A. *The Human Factors Analysis and Classification System – HFACS*. Report No.DOT/FAA/AM-00/7, Aviation Medicine - Federal Aviation Administration, Washington, 2000.
- SILVA, S. E. L. e. *Análise estatística de falha humana em subestações da COELBA*. Salvador, 2005, 26p (Especialização – Universidade Salvador – UNIFACS).
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. 2a Ed., São Paulo, Atlas, 2002.
- VANZIN, T. & ULBRICHT, V. R. *A abordagem dos erros humanos nos ambientes de hipermídia pedagógica*. In: CONAHPA - Congresso Nacional de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem, Anais v.1, p.1-10, Florianópolis, 2004.

ANEXO 1 – Quantidade de DAEH por órgão e por ano

Tabela A1.1 – Quantidade de DAEH por órgão e por ano

Fonte: o autor (2009)

Desligamentos Acidentais por Erros Humanos por Órgão e por Ano

ANO	SOCP	SNCP	SLCP	SPCP	SBCP	SSCP	STC	TOTAL
1997	1	4	2	4	3	7	0	21
1998	3	4	6	0	3	4	3	23
1999	0	3	2	1	5	9	0	20
2000	2	5	3	2	3	3	3	21
2001	0	4	4	0	0	3	5	16
2002	1	2	5	2	2	4	4	20
2003	3	0	2	1	3	2	5	16
2004	1	3	2	4	0	2	0	12
2005	2	1	3	1	1	1	6	15
2006	1	4	3	1	2	4	5	20
2007	1	0	3	3	2	2	4	15
2008	0	3	2	0	1	1	2	9
TOTAL	15	33	37	19	25	42	37	208

ANEXO 2 – Planilhas dos Relatórios de Desligamento por Erro Humano

Tabela A2.1 – RDEH do SBCP

Fonte: o autor (2009)

RDEH SBCP							
Ano	Data	Hora	SE	RDEH	Equito	Síntese	Digitais
2008	22/07	13:56	IRE	GRB-02	04T7	Toque acidental mão mantenedor no relé 94T.	
2007	27/11	11:25	BRA	GRB-02	13T3	Recolocar o relé K2 (circ. De abertura) com o disjuntor em operação.	
2007	24/12	10:35	BRA	GRB-03	04T1	Operando 87T face inversão de polaridade deixada comissionamento.	
2006	22/06	01:33	IRE	GRB-01	12T3	Teste na remota da SE.	
2006	10/12	10:33	SOB	Pendente	05B1	Desarme durante trabalhos pela equipe de proteção no disj. 15C5.	X
2005	03/05	10:51	JZD	GRB-02	BR 69kV	Durante medição na régua de contatos do trafo-terra 02A1	
2004	Não houve Desligamento por erro humano.						
2003	17/01	10:55	BJS	GRB-01	12M6	Durante testes na proteção	
2003	28/07	15:43	IRE	GRB-02	03N1	MP no relé de distância da cadeia THR	
2003	18/11	15:59	JZD	Pendente	04S1	Durante limpeza interna dos painéis de proteção	
2002	12/04	15:50	BRA	GRB-01	SE BRA	Durante trabalhos de substituição de proteção THR por digital	
2002	22/10	09:51	BRA	GRB-02	SE BRA	Desarme da LT 04L1 BJS/BRA durante comissionamento do 12T1/BRA	
2001	Não houve Desligamento por erro humano.						
2000	13/01	10:11	BJS	GRB-01	01K1	Retirada do DC do 04T3/BJS	
2000	22/01	14:14	BJS	GRB-02	SE BRA	Desligamento do 14L1/BJS, face não desativação de relé 94.	
2000	23/11	15:27	SNB	GRB-03	12V3	Abertura do 12V3 ao invés do 12V5, testes SCS	
1999	26/02	09:22	JZD	GRB-03	12D1	Quando da abertura do 12C4, telecomando, abriu indevidamente o 12D1	
1999	29/05	16:51	BRA	GRB-01	SE BRA	Recusa do relé 67N face frequência indevida (50Hz) - implantacao ajuste	
1999	23/07	15:55	BJS	GRB-02	04T6	Colocação errada de cabo no sistema de alimentação DC do trafo	
1999	20/09	09:04	BJS	GRB-04	04L1	Quando da transferência do 14L1 pelo 14D1	
1999	27/09	11:17	IRE	GRB-05	04T2	Ao inserir relé 87-T2 face erro implantacao ajuste	
1998	19/01	14:44	BJS	RDEH-02	02M6	Proteção direcional invertida	
1998	20/06	12:28	SE USB	RAP-01	SUDOESTE	Implantacao Ajuste inadequado da proteção do ATR 05T4	
1998	25/08	12:34	BJS	RDEH-05	SE BJS	Direcionamento desajustado proteção 67-N	
1997	22/04	16:25	BJS	RDEH-03	02M2	Retirada ponto trip inapropriado	
1997	17/09	14:42	JZD	RDEH-04	69 kV	Durante trabalhos proteção 02H1	
1997	30/12	15:35	IRE	RDEH-06	11E1	Fechamento alimentacao Relé 51N com uma fase invertida	

Tabela A2.2 – RDEH do SLCP

Fonte: o autor (2009)

RDEH SLCP							
Ano	Data	Hora	SE	RDEH	Equito	Síntese	Digitais
2009	20/set	17:24	CGD	Pendente	04T3	Desarme após retorno de trabalhos pelos SLCP e SLMG	
2009	11/08	11:38	PRD	GRL-02	12J6	Instalação de medidores digitais, ligação indevida com o circuito de abertura	
2009	01/03	07:17	NTD	GRL-01	02BP	Planejamento - atuação trip 02A2, quando do comando de abertura	X
2008	11/09	15:46	NTD	GRL-02	12H4	Desarme durante trabalhos face inversão fiação montagem, no passado.	
2008	11/11	15:56	MRR	GRL-03	AL 02J7	Testes após manutenção corretiva sem a devida confirmação da solução.	
2007	17/02	10:21	BGI	GRL-02	04V4	Procedimento incorreto relé 87 - abertura navalhas correntes sem retirar a FO	X
2007	29/08	10:43	GNN	GRL-06	01K1	Retirada relé que alimenta bombas parada máquina.	
2007	19/12	15:01	PEN	GRL-07	14S9/RLD	Procedimento incorreto da desconexão da cabeaço referente a telenroteação	
2006	10/01	12:03	MSI	RAP-SOC-01	BR 230kV	Desarme durante trabalhos no painel de proteção associado ao disj. 14T3.	
2006	02/02	15:28	AGD	GRL-02	15L8/15D1	Falha no planejamento executivo - não desativação do transfer-trip.	X
2006	08/08	14:05	GNN	GRL-04	12D1/12J1	Desarme durante investigação circ. Trip p/ identificação abertura 12J1.	
2005	09/03	15:20	MSI	GRL-04	15L7/15D1	MP no relé diferencial associado ao ATR 05T2	
2005	01/09	15:08	PEN	GRL-05	12C5	Realização medição grandezas elétrica CH CLT do disj.	
2005	16/10	12:28	PEN	GRL-08	Cargas 69kV	Instalação relé auxiliar trip da proteção do trafo-terra	
2004	24/01	09:22	GNN	GRL-01	04L3	Busca de fuga a terra	
2004	01/06	09:44	MSI	GRL-04	04S3	Adequação esquema religamento automático	
2003	26/02	11:07	CRD	GRL-02	13M2	Adequação proteção p/ implantação do PDAL	
2003	17/10	15:43	STD	GRL-08	02J2	Testes de proteção encontrando-se o 12J2 transferido	
2002	27/03	09:44	RCD	GRL-01	04T5	Ensaio pela proteção no circuito corrente do CS-01K1	
2002	30/04	15:10	GNN	GRL-03	14C8	Instalacao oscilo digital no painel	
2002	14/05	11:26	GNN	GRL-04	14F2	Instalacao oscilo digital no painel	
2002	05/06	08:36	PEN	GRL-05	SE PEN	Testes funcionais na proteção do 04T1	
2002	12/09	14:36	PRD	GRL-08	14C1	Substituição de um oscilógrafo (bateu no relé 2X3B)	
2001	27/07	13:32	AGL	GRL-04	14M3	Testes de proteção no 14M6	
2001	22/09	15:20	RLD	GRL-05	BRs 69kV	Trabalhos no 14T3, face trip indevido no 14D1	
2001	30/11	13:35	RCD	GRL-08	35E2-8	Abertura indevida durante intervenção da manutenção	
2001	12/12	21:42	CGD	GRL-09	11C1	Desarme face limalha no relé 51B após trabalhos em painel de proteção	
2000	10/08	11:28	CGD	GRL-07	SE 69kV	Testes no esquema de falha do 12H2	
2000	18/10	09:09	AGD	GRL-09	LTs 500kV	Instalacao oscilo II	
2000	07/11	14:22	CGD	Pendente	04T1	Ativação válvula de alívio, conexão folgada	
1999	10/01	21:44	PEN	GRL-01	12C7	Não abertura, face relé com frequência indevida (50 Hz) - implantacao ajuste	
1999	15/12	14:40	MRR	Pendente	12J2	Durante M.C. nas proteções - retirada de tampa do 50/51-N	
1998	16/03	18:34	AGL	RDEH-04	04T3	Inversão polaridade 67-N	
1998	27/03	10:01	RCD	RDEH-09	15D3	Durante o comissionamento LT MSI / RCD	
1998	10/05	18:55	TCA	RDEH-10	12T1	Durante adequação circuito falha 14C1	
1998	01/08	19:50	AGL	RDEH-11	69 Kv	Ligação invertida proteção 67-N	
1998	18/11	17:56	ACD	Pendente	69 kV	Ligação invertida do relé de distância da LT 02F3	
1998	15/12	15:30	MSI	Pendente	15D2	Desarme quando do comissionamento da LT 05C7 MSI/RCD	
1997	19/04	04:48	NTD	RDEH-02	04T2	Inserido rele em base errada	
1997	04/05	10:13	RLD	Pendente	04T2	Erro de graduação do rele diferencial - implantacao ajuste	

Tabela A2.3 – RDEH do SNCP

Fonte: o autor (2009)

RDEH SNCP								
Ano	Data	Hora	SE	RDEH	Equito	Síntese	Digit	
2008	27/02	18:26	TAD	GRN-01	AL-02C3	TC's polaridade invertida no primário. Erro no comissionamento.	X	
2008	19/04	07:31	FZD	GRN-04	05T1	Calculo ajuste indevido no relé 7SJ51 na função do 51-V.	X	
2008	19/04	07:44	FZD	GRN-04	05T2		X	
2007	Não houve Desligamento por erro humano.							
2006	21/03	03:15	FTZ	GRN-03	04T2	Desarme durante implantação de OAs.		
2006	25/03	15:42	FTZ	GRN-04	04T4	Desarme durante implantação de OAs.		
2006	26/08	07:59	BNB	GRN-06	04M1	Desarme durante retirada do relé 21.1 da LT para manutenção da proteção.		
2006	24/10	09:30	MSD	GRN-09	04C4	Desarme da LT BNB/MSD durante preventiva proteção 230kV.		
2005	08/06	09:15	SBT	GRN-02	15V9	Na liberação do trip do esquema de falha erro no manuseio da fiação	X	
2004	21/04	07:37	DMG	GRN-02	02J3/J4	Desarme durante aferição/calibração proteção da LT 04F5 FTZ/DMG.		
2004	29/11	09:51	MSD	GRN-04	12J1	Desarme da LT 02J1 durante M.P. no relé 21		
2004	19/12	10:57	SBT	GRN-05	05V9	Planejamento executivo - não tirou alimentação DC antes de abrir navalhas	X	
2003	Não houve Desligamento por erro humano.							
2002	27/02	10:40	DMG	GRN-01	12T2	Durante trabalhos de MP da proteção diferencial do trafo 04T2		
2002	02/12	11:52	SBT	Pendente	15D1/15V7	Desarme durante trabalhos de substituição do relé ALPS.	X	
2001	14/02	14:52	RSD	SOC-03	RSD/MSD/ACD	Desarme quando de trabalhos no PC, para substituição de voltímetro		
2001	12/03	13:24	DMG	GRN-02	04T1	Desarme durante implantação de ajustes na proteção neutro lado 230 kV		
2001	07/06	14:53	BNB	GRN-04	RSD/MSD/ACD	Desarme quando implantação ordem ajuste relé oscilação potência		
2001	03/12	16:25	MLG	GRN-05	CE-Lado Y	Desarme durante trabalhos de substituição de oscilos analógicos p/ digital		
2000	29/04	17:29	BNB	GRN-02	04T2	Desarme após implantação ajuste de proteção		
2000	30/04	04:25	FTZ	GRN-03	AL 69kV	Desarme Als 69 kV quando da energização do trafo-terra 02A2		
2000	15/08	15:51	MLG	GRN-06	04F5	Desarme LT PAF/MLG, face inversão da cabeaço da proteção distância		
2000	01/12	14:55	FTZ	GRN-10	14Z5	Desarme do disjuntor 14Z5/FTZ, durante trabalhos comissionamento SCS		
2000	04/12	16:42	FTZ	GRN-11	14S1/14D1	Desarme durante manobras transferência face erro comissionamento SCS		
1999	19/03	07:05	FTZ	GRN-02	14H1	Quando de liberação da cabeaço do TP associado ao 04BP		
1999	26/05	10:37	RSD	GRN-04	04L1	Desligamento LT RSD/MSD trabalhos no 14L1		
1999	23/08	17:29	MLG	GRN-05	11W1	Trabalhos pela equipe de proteção		
1998	13/08	13:20	SBD	Pendente	SE SBD	Calculo Ajuste inadequado proteção 21-1		
1998	18/10	08:35	SBD	RDEH-05	SE SBD	Durante trabalho na chave 43-PPS do 14L1		
1998	26/10	07:02	SBD	RDEH-06	SE SBD	Durante liberação da LT 04L1 para trabalhos na PPS do 14L1/SBD		
1998	05/11	16:30	MLG	RDEH-07	CE	TC fase "A" do trafo 04T5 com inversão de polaridade da cabeaço		
1997	20/01	13:48	BNB	RDEH-03	04F4	Desarme quando de teste no relé 27		
1997	11/06	10:55	MLG	RDEH-05	CE	Chave de bloqueio deixada atuada		
1997	14/10	12:13	FTZ	Pendente	19Q1			
1997	16/12	14:12	FTZ	RDEH-11	69 kV			

Tabela A2.4 – RDEH do SOCP

Fonte: o autor (2009)

RDEH SOCP							
Ano	Data	Hora	SE	RDEH	Equito	Síntese	Digitado
2009	25/08	14:02	ELM	GRO-02	04T1/T2	Atuação intencional do relé 86 sem análise do projeto.	X
2008	Não houve Desligamento por erro humano.						
2007	20/04	15:26	UBE	GRO-02	BR 04B1/BES	Manuseio fiação do painel 3R provocando potencial a terra devido a fricção.	
2006	22/02	10:38	SJI	GRO-02	05C5	Batida acidental em relés auxiliares provocando a atuação do relé de bloqueio.	X
2005	31/01	03:28	BES	GRO-01	05B1	Planejamento - não verificado trip cruzado entre proteções das barras.	X
2005	01/02	15:59	UBE	GRO-02	14G1	Desarme durante comissionamento do regulador de tensão	
2004	10/06	15:55	UBE	GRO-03	04B1/01G1	Desarme qdo de desconexão da cabeção do TC de bucha do 14G2	
2003	16/04	08:38	TSD	SOC-01	LI PD/TSD	Planejamento executivo, foi pego o desenho de outro bay.	X
2003	02/05	08:33	TSA	GRO-07	04H2	Qdo energização face conexões trocadas entre TPC banco LI 04F1TSA	
2003	14/10	14:13	BEA	GRO-08	05T1	Desarme durante manutenção preventiva na proteção 51-A	
2002	01/10	23:41	TSA	GRO-01	04T1/04T2	Desarme dos trafos face implantação de ordem de ajuste incompleta	
2001	Não houve Desligamento por erro humano.						
2000	09/05	09:26	SE UBE	Pendente	11Y2	Quando de trabalhos no 12J1, foi fechado o ponto de régua do 11Y2	
2000	15/09	13:42	PRI	Pendente	SE PRI	Desarme face inversão de face do TC associado a chave 32T3-8	
1999	Não houve Desligamento por erro humano.						
1998	04/05	10:24	TSA	Pendente	12J3	Durante trabalho em painéis 69 kV	
1998	03/12	15:08	SJI	Pendente	04M1	Colocação de oscilo na LT 04M1 em SJI	
1998	05/12	07:47	SJI	Pendente	04M1	Quando da liberação do 14T1 face atuação indevida falha disjuntor	
1997	21/05	10:42	BEA	RDEH-01	15D1	Atuação sobre chassi de proteção indevido	

Tabela A2.5 – RDEH do SPCP

Fonte: o autor (2009)

RDEH SPCP							
Ano	Data	Hora	SE	RDEH	Equito	Síntese	Digitai
2009	22/05	11:47	UXG	GRP-01	01G4	No remanejamento de cabo houve um toque acidental entre as veias acarretando a operação da proteção PSL1(7SL32).	
2008	Não houve Desligamento por erro humano..						
2007	27/03	14:30	BNO	GRP-01	LT-13C2	Manuseio inadequado de fiação provocando queima fusível fase B do TP	
2007	09/04	14:55	MDR	GRP-02	12M1	Toque acidental da tampa do relé no borne B da bobina ICS.	
2007	03/08	14:48	ZBU	GRP-03	13C1/12C1	Reconexão da fiação houve um toque acidental no ponto vizinho	
2006	22/03	09:01	BNO	GRP-04	12T3	Desarme durante intervenção p/ substituição de medidores analógicos.	
2005	17/02	10:21	CCD	GRP-01	14L2	Durante retirada chave bloqueio do relé 59X2	
2004	11/03	09:52	PAQ	GRP-02	15C1	Desarme durante MP na cadeia de proteção PL2	
2004	30/09	08:18	BNO	GRP-06	03C1	Desarme durante instalação proteção futuro 04T5	
2004	26/10	14:41	CCD	GRP-07	14S2	Desarme durante testes funcionais p/ novo anunciador	
2004	29/11	11:45	BNO	GRP-08	14T4	Desarme durante trabalhos para adequação das proteções dos 04T4/04T5	
2003	27/05	15:02	LGZ	GRP-01	01T3	Durante testes no relé diferencial 87T2	
2002	23/10	08:37	PAF	GRP-04	14G1/11C7/J4	Desarme coincidente abertura 14J1/PAF, face erro seqüência manobras.	
2002	28/11	14:57	PAF	GRP-05	14L3	Desarme durante substituição de oscilo	
2001	Não houve Desligamento por erro humano.						
2000	11/02	15:49	PAQ	Pendente	05S5	Não atendimento instrução de teleproteção, trabalhos em LT energizada	
2000	19/09	10:34	ZBU	Pendente	02V1	Desarme quando M.C. no esquema de religamento automático	
1999	18/01	10:11	BNO	GRP-01	14L3	Atuação discordância de pólos quando de intervenção	
1998	Não houve Desligamento por erro humano.						
1997	03/05	22:40	UXG	Pendente	01T6	Implantacao ajuste inadequado da proteção diferencial fase A	
1997	14/05	16:29	USQ	RDEH-03	01G3	Deixado calço no rele de perda de excitação	
1997	10/10	09:07	UAS	RDEH-06	01G4	Atuação indevida de relé (mínima impedância) do trafo 01T2	
1997	14/10	00:53	UXG	RDEH-07	01T1	Inversão das veias do TC de bucha durante teste	

Tabela A2.6 – RDEH do SSCP

Fonte: o autor (2009)

RDEH SSCP							
Ano	Data	Hora	SE	RDEH	Equito	Síntese	Digit
2009	31/05	01:21	CMD	GRS-01	14T7	Ligação invertida do circuito de corrente do relé diferencial durante MP	
2008	28/02	22:57	JCR	GRS-01	04T1	Desarme quando perturbação face erro implantacao de Ajuste.	
2007	28/03	10:34	ITB	GRS-02	02BP	Durante o corte chassi houve trepidação provocando operação relés 7SK88	
2007	05/07	16:13	FNL	GRS-04	BR 138kV	Descumprimento dos procedimentos na intervenção de pesquisa fuga à terra.	
2006	12/01	15:40	PTU	GRS-01	12J5	Desarme do disjuntor face erro na implantação da ordem de ajuste.	
2006	16/01	14:14	FNL	GRS-02	03T7	Desarme durante realização de MP na proteção.	
2006	04/07	15:01	STJ	GRS-06	12J6	Desarme com RA durante trabalhos de correção do referido RA	
2006	09/08	14:59	CTG	GRS-07	12T8	Desarme durante realização de manutenção nos painéis disjuntor	
2005	07/12	09:52	CMD	GRS-04	14M6	Planejamento executivo - substituição firmware relé P442 sem tirar DC	X
2004	23/08	16:04	CTG	GRS-06	04L2	Desarme durante execução de MP nos circuitos de tele supervisão	
2004	11/11	17:39	PTU	GRS-09	04T4	Desarme durante ensaios no circuito de comando e controle	
2003	26/05	17:49	FNL	GRS-04	03T9	Face erro implantacao ajuste	X
2003	18/08	15:36	JDM	GRS-05	04T2	Desarme durante trabalhos de implantação do supervisorio	
2002	03/01	11:06	CMD	GRS-01	14C2	Desarme durante MC no circuito de intertravamento da ch 34C2-2	
2002	13/05	15:10	JCR	GRS-04	04T2	Desarme durante manutenção equipamentos associados, pela proteção	
2002	28/05	10:01	JDM	GRS-05	12D1	Desarme durante trabalhos na proteção associada ao 12C4	
2002	08/11	08:41	MTT	GRS-06	12V3	Desarme durante separação dos circuitos de medição da proteção	
2001	25/01	11:14	CMD	GRS-01	14D1	Desarme quando de testes de abertura/fechamento no disjuntor 14M2	
2001	04/04	14:57	PTU	GRS-04	14L4	Desarme durante trabalhos de M.P.	
2001	07/09	11:32	CMD	GRS-06	Barra 69kV	Desarme relé 51 (N) TT, relação de TC errada - implantacao ajuste	
2000	11/10	11:32	CTG	GRS-07	04L2	Desarme quando de manutenção relés extraíveis	
2000	28/11	09:19	CMD	Pendente	01K1	Desarme quando de trabalhos de MP nas proteções associadas	
2000	21/12	13:54	CTG	Pendente	14L4	Durante troca oscilo ocorreu desarme do fusível da proteção de distância	
1999	09/01	21:33	PTU	GRS-03	04T3	Relés de neutro dos lados de 230 e 69 kV trocados	
1999	04/02	12:49	CTU	GRS-02	14L2	Desarme quando troca de oscilo	
1999	05/02	07:02	CTU	GRS-02	14L2	Desarme quando troca de oscilo	
1999	05/02	07:40	CTU	GRS-02	14L2	Desarme quando troca de oscilo	
1999	06/03	13:10	GVM	GRS-05	12V6	Atuação indevida relé subfreqüência	
1999	30/03	14:32	MTT	GRS-06	12V3/V4	Desarme quando de instalação de qualímetro	
1999	14/05	12:20	GVM	GRS-08	04F2	Quando de inspeção de oscilo	
1999	20/06	18:51	ENP	GRS-09	14F7	Desarme do 14F7/FNL, por transfer-trip ENP durante trabalhos proteção	
1999	18/08	17:01	FNL	GRS-10	21Y4	Desarme quando de intervenção programada pela proteção	
1998	07/01	14:18	FNL	Pendente	14T6/T7	Desajuste relé 67-N	
1998	12/09	08:21	CMD	Pendente	01K1	Desarme quando isolamento trip 01K2	
1998	26/09	13:54	MTT	Pendente	SE 11.9kV	Atuação indevida "duplicidade de baipasse", face relé invertido	
1998	06/11	13:20	CMD	Pendente	14C9	Durante trabalhos no relé 21-2	
1997	01/04	18:18	OLD	RDEH-03	04T1		
1997	09/05	10:33	CMD	RDEH-04	01K1	Quando de manutenção no 01K2	
1997	06/06	15:52	GVM	Pendente	14D1	Quando de teste fasorial	
1997	09/06	16:23	STJ	Pendente	04F3	Conexão indevida de proteção	
1997	16/06	08:23	FNL	RDEH-07	14F2	Quando de teste no oscilo da LT 04F2 GVM/FNL	
1997	22/08	09:35	FNL	Pendente	13J2	Quando de teste trip 13J2-B	
1997	24/09	11:04	FNL	RDEH-17	01A1	Deixado trip atuado indevidamente	

Tabela A2.7 – RDEH da STC

Fonte: o autor (2009)

RDEH STC							
Ano	Data	Hora	SE	RDEH	Equito	Síntese	Digital
2008	25/01	10:10	FNL	STC-01	BR 13.8 kV	Atuação falha 11Y1, face inversão de circuito de fiação no comissionamento.	X
2008	29/04	17:21	CGD	STC-02	12T4	Bateu no punho da chave, acidentalmente, provocando abertura do disjuntor.	
2007	10/01	18:40	BNO	STC-03	02T3A-B	Desarme trafos face erro emissão ajuste relé sobrecorrente LT 02V2.	
2007	22/02	17:46	BNO	STC-01	BR 13.8/02V2	Desarme disjuntores face erro emissão de ajuste no relé de neutro LT 02V2.	
2007	19/04	12:55	SMD	STC-02	03C2	Desarme qdo pertub. face erro calculo ajuste proteção SMD.	
2007	08/07	15:26	FNL	STC-04	01Q1	Desconhecimento consequências desconexão potencial negativo binárias SU 200.	X
2006	27/01	14:20	CRD	STC-01	13C1	Desarme face erro calculo de ajuste da proteção de sobrecorrente direcional	
2006	23/03	14:44	IRE	STC-03	Barra 69 kV	Desarme face 2 fios soltos esq. falha 12D1, durante trab. proj. SINOCOM	
2006	29/05	23:13	CGD	STC-02	04E2	Face erro ordem de ajuste relé diferencial ao não referenciar corrente de base.	X
2006	26/07	16:04	PFE	STC-04	Barra 69 kV	Durante perturbação externa face erro ao informar ordem de ajuste LTs 02N5 02N6.	X
2006	16/09	20:18	CGD	STC-05	Eixo 138kV	Face erro calculo ajuste proteção trafo 04T1, com anel aberto em MSD	
2005	14/01	20:08	STJ	STC-01	02BP	Atuação incorreta prot. 67-N 04T1, face erro calculo ajuste	
2005	30/06	16:09	MLG	STC-02	04BP	Erro no projeto MPCC e emissão ajuste do relé 7SJ531, para montar a função 51V	X
2005	07/11	06:54	PCD	STC-03	04T2/04T3	Operando 87T face erro ao emitir a ordem de ajuste.	X
2005	09/11	04:59	PCD	Pendente	04T2/04T3	Erro emissão ajuste - parametrização	X
2005	02/10	10:05	DMG	Pendente	LT-BNB/DMG	Face erro ajuste proteção	
2005	07/12	06:54	PCD	STC-05	04T2/04T3	Operando 87T face erro ao emitir a ordem de ajuste.	X
2004	Não houve Desligamento por erro humano.						
2003	29/03	18:28	IRE	DPA-01	14F1	Erro calculo ajuste devido não considerar a fonte de um dos terminais	X
2003	25/05	21:23	SPU	DPA-02	04F3	Erro calculo dos ajustes do sensor de direcionalidade da proteção 67N	X
2003	01/06	13:40	TSD	DPA-03	05E5	Erro ajustes função "Current Demand" sem conhecimento ser ativa para trip	X
2003	27/09	18:26	IRE	Pendente	14F2	Desarme face ordem de ajuste de trip de sobrecarga indevido	X
2003	12/10	11:24	ENP	Pendente	04T3	Desarme face ordem de ajuste incorreta para os relé 51-V	
2002	14/01	12:31	MRR	STC-01	14C1	Desarme durante adequação do MPCCR fim automatizar a SE MRR	
2002	14/01	13:23	MRR	STC-02	12T4	Desarme durante adequação do MPCCR fim automatizar a SE MRR	
2002	06/06	17:04	MTT	STC-03	12J5	Desarme, quando perturbação 12J3/PTU, face emissão ajuste com erro	
2002	22/06	08:14	MTT	STC-04	12J5	Desarme, quando perturbação 12J1/PTU, face emissão ajuste com erro	
2001	29/03	07:10	ULG	STC-01	LT-ULG/AGD	Desligamento face calculo ajuste alcance 2ª zona indevido	
2001	07/04	19:17	CTG	Pendente	BR 69kV	Desarme face ajuste prot. trafo-terra,	
2001	28/06	10:16	PIC	STC-03	12L1	Desarme quando manobras pelo telecomando em fase de implantação	
2001	07/11	14:11	MLG	Pendente	CE-Y	Desarme durante trabalhos de montagem do projeto do SCS	
2001	02/12	21:32	AGD	Pendente	LTs 500kV	Desarme das LTs 05L5 e 05L6 face erro ajuste proteção	
2000	13/02	13:55	CTU	Pendente	04T3	Operação diferencial, face relação TC auxiliar incorreta - erro calculo ajuste	
2000	17/02	12:54	CTU	Pendente	04T3	Operação diferencial, face relação TC auxiliar incorreta - erro calculo ajuste	
2000	15/09	08:51	MLG	Pendente	14M3	Desarme face erro emissão ajuste	
1999	Não houve Desligamento por erro humano.						
1998	08/05	08:46	TSA	Pendente	12D1	Comando duplo de abertura (12T4/12D1)	
1998	01/10	16:13	SBD	Pendente	14T1	Erro ajuste do 50-N do trafo 02A2	
1998	28/10	14:03	SBD	Pendente	SE	Erro projeto no esquema de potência associado ao 14L1	
1997	Não houve Desligamento por erro humano.						