

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

EXTRAÇÃO DO CONTEXTO DE TRABALHO PARA A CONCEPÇÃO DE
INTERFACES ERGONÔMICAS

ÂNGELA TIMÓTIA PEREIRA LIMA

Campina Grande – PB
Abril de 2006

EXTRAÇÃO DO CONTEXTO DE TRABALHO PARA A CONCEPÇÃO DE INTERFACES ERGONÔMICAS

ÂNGELA TIMÓTIA PEREIRA LIMA

Dissertação apresentada à Coordenação dos Cursos de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO

ORIENTADORES

MARIA DE FÁTIMA QUEIROZ VIEIRA TURNELL, PhD.

JOÃO MARQUES CARVALHO, PhD.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

L732e Lima, Ângela Timótia Pereira

2006 Extração do Contexto de Trabalho para Concepção de Interfaces Ergonômicas/
Ângela Timótia Pereira Lima. — Campina Grande, 2006.
102f.: Il.

Referências.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de
Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática.

Orientadores: Maria de Fátima Queiroz Vieira Turnell e João Marques Carvalho.

1— Interface Humano - Máquina 2 — Projeto de Interface 3 — Interfaces
Ergonômicas 4— Contexto de Trabalho

CDU 004.5

**EXTRAÇÃO DO CONTEXTO DE TRABALHO PARA A CONCEPÇÃO DE
INTERFACES ERGONÔMICAS**

ÂNGELA TIMÓTIA PEREIRA LIMA

Dissertação Aprovada em 27.04.2006

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

JOÃO MARQUES DE CARVALHO, PH.D., UFCG
Orientador

Benemar Alencar
BENEMAR ALENCAR DE SOUZA, D.SC., UFCG
Componente da Banca

Jose Eustaquio Rangel de Queiroz
JOSÉ EUSTÁQUIO RANGEL DE QUEIROZ, D.SC., UFCG
Componente da Banca

CAMPINA GRANDE - PB
ABRIL - 2006

AGRADECIMENTOS

Ao Mestre dos mestres, pela presença constante em minha vida.

A professora Maria de Fátima Queiroz Vieira Turnell pela orientação, contribuição, paciência e compreensão durante este trabalho de dissertação.

À minha família, Glaucivan, Luiza, Pedro, Maria das Graças, Ivan, que me deram o apoio necessário para realizar este trabalho, pois sem os mesmos eu não teria conseguido.

Aos meus filhos, Nataly e Gabriel, por compreenderem as minhas ausências durante este trabalho, mesmo sendo ainda tão crianças.

À Escola Superior de Tecnologia do Estado do Amazonas (EST/UEA), pela oportunidade nesta empreitada.

À empresa CHESF, por aceitar e participar na realização deste trabalho, em particular ao Engenheiro Fernando Vieira e aos operadores da Subestação CGD.

Às minhas irmãs de coração, Lucilene Mouzinho e Ana Caroline pela amizade, paciência, apoio e incentivo.

Aos colegas do Laboratório de Interface Homem-Máquina (LIHM), Alves, Cláudia, Daniel, Pedrosa e Scaico, pela troca de experiências, incentivo e companheirismo.

Aos colegas de mestrado, Angilberto, Amarília, Ana Caroline, Eduardo Lobo, Christophe Xavier e Manoel Azevedo, pelo apoio e incentivo.

Aos funcionários da EST, CEFET(AM), Prof^o. Anízio, Prof^o.Antenor, Prof^o.Cauper, Graça, Prof^o.Ribamar, Simone e Prof^a.Ana Célia pelo apoio e incentivo.

Aos professores da EST, Odette, Kátia, Salvador e Cláudio, pelo apoio, incentivo e ajuda com os alunos.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, na realização deste trabalho o meu muitíssimo obrigada.

SUMÁRIO

1. Introdução	1
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo Geral	3
1.1.2. Objetivos Específicos	3
1.2. Metodologia	4
1.3. Organização da Dissertação	5
2. Revisão Bibliográfica	6
2.1. Concepção de Interfaces Ergonômicas	6
2.1.1. Modelos de Concepção de Interfaces	8
2.2. Método para Concepção de Interfaces Ergonômicas (MCIE)	8
2.2.1. Análise de Requisitos	9
2.2.2. Modelagem da Interação	12
2.2.3. Concepção e Avaliação do Protótipo	12
2.3. Estudo do Contexto	14
2.4. O Erro Humano	16
2.4.1. Classificação do Erro Humano	18
2.4.2. Classificação dos Erros na empresa CHESF	19
2.5. Ergonomia Aplicada ao Ambiente de Trabalho	23
2.5.1. Descrição da Análise Ergonômica do Trabalho (AET)	25
2.5.1.1. Análise da demanda	25
2.5.1.2. Análise da tarefa	25
2.5.1.3. Análise da atividade	26
3. Processo de Extração e Análise do Contexto	27
3.1. Normas Técnicas	27
3.1.1. Norma Técnica ISO 9241	28
3.1.2.1. ISO 11064 parte 6	35
3.1.2.2. ISO 11064 parte 7	39
3.2. Análise do Contexto	40
3.2.1. Processo de Extração do Contexto (PEC)	44
3.2.1.1. Etapa 1 - Análise Documental	44
3.2.1.2. Etapa 2 - Elaboração do <i>Checklist</i> para observação do Ambiente	45
3.2.1.3. Etapa 3 - Elaboração do Questionário para sondagem de satisfação	48

3.2.1.4. Etapa 4 - Aplicação do Questionário e <i>Checklist</i>	49
3.2.1.5. Etapa 5 - Análise da Documentação do Contexto.....	49
3.3. Integração da Análise do Contexto ao MCIE	51
4. O Estudo de Caso: O Contexto na Empresa CHESF.....	53
4.1. Aplicação do Processo para a Extração do Contexto.....	53
4.1.1. Etapa 1 – Análise Documental.....	53
4.1.2. Etapa 2 – Elaboração do <i>Checklist</i> para observação do ambiente.....	56
4.1.3. Etapa 3 – Elaboração do questionário	60
4.1.4. Etapa 4 – Aplicação do questionário e do <i>Checklist</i>	62
4.1.5. Etapa 5 – Análise da documentação gerada.....	62
5. Conclusões e Sugestões de Trabalhos Futuros.....	72
Referências Bibliográficas	77
Apêndice A – Quadros Comparativos ISO/CHESF.....	83
Apêndice B – Quadros Relativo a Ocorrência dos Atributos.....	93
Apêndice C – Quadro Ilustrativo do Relatório do Contexto.....	95
Anexo A – Ferramenta WEBQUEST	96
Anexo B – Modelo do Relatório da CHESF.....	97
Anexo C – Parâmetros para o Projeto do Ambiente Físico da Norma ISO 11064-06... 	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Método para Concepção de Interfaces Ergonômicas	9
Figura 2.2: Árvore MAD utilizada no MCIE para especificar uma tarefa	12
Figura 3.1: Árvore de atributos	33
Figura 3.2: Processo total para o Projeto do Ambiente da Sala de Controle (ISO 11064-11)	37
Figura 3.3: Representação do Contexto	40
Figura 3.4: Composição do Ambiente de trabalho	42
Figura 3.5: Processo para extração do contexto (PEC)	44
Figura 3.6: Nova versão do MCIE com o processo do da descrição do contexto	51
Figura 4.1: Incidência dos Atributos do Usuário	64
Figura 4.2: Atributos da Tarefa	65
Figura 4.3: Atributos do Equipamento	65
Figura 4.4: Atributos do Ambiente Organizacional	66
Figura 4.5: Resultados Obtidos quanto ao Nível de satisfação do Ambiente	67
Figura 4.6: Resultados Obtidos do Questionário relativos a questão 7 e 8	68
Figura 4.7: Sala de Controle da subestação de Campina Grande II (CGD)	70
Figura 4.8: Painéis da Sala de Controle da subestação de Campina Grande II(CGD)	71
Figura A: Ferramenta WebQuest	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1: Roteiro para coleta de dados	14
Quadro 2.2: Classificação proposta por (Rouse et Rouse apud Cellier, 1990)	19
Quadro 2.3: Classificação das falhas no sistema para a CHESF	21
Quadro 2.4: Tipos de Falhas – Considerando a Natureza retirado da norma de operação (CHESF, 2005)	22
Quadro 2.5: Tipos de Falhas – Considerando a Circunstância retirada da norma de operação (CHESF, 2005)	22
Quadro 3.1: A distribuição das partes da ISO 9241	28
Quadro 3.2: Atributos de usuário, tarefas, equipamentos, segundo a norma ISO 9241-11	31
Quadro 3.3: Detalhamento do Ambiente (Organizacional, Técnico, Físico) segundo a norma ISO 9241-11	32
Quadro 3.4. Medidas de Desempenho Humano	39
Quadro 3.5: <i>Checklist</i> do Ambiente Organizacional baseado na ISO 9241-11	46
Quadro 3.6: <i>Checklist</i> do Ambiente Técnico baseado na ISO 9241-11	47
Quadro 3.7a: <i>Checklist</i> do Ambiente Físico baseado na ISO 9241-11	47
Quadro 3.7b: <i>Checklist</i> do Ambiente Físico baseado na ISO 9241-11	48
Quadro 3.8: Modelo do questionário de sondagem de satisfação do usuário	49
Quadro 4.1: Análise dos Atributos do Relatório1	56
Quadro 4.2: Comparativo dos Atributos do Relatório2	56
Quadro 4.3.a: <i>Checklist</i> do Ambiente Organizacional	57
Quadro 4.3.b: <i>Checklist</i> do Ambiente Organizacional	58
Quadro 4.4: <i>Checklist</i> do Ambiente Físico	59
Quadro 4.5.a: Questionário para sondagem de satisfação do operador	60
Quadro 4.5.b: Questionário para sondagem de satisfação do operador	61
Quadro 4.6: Levantamento das Ocorrências dos atributos	63
Quadro 4.7: Resultados Obtidos do questionário	67
Quadro 4.8: Classificação conforme a norma ISO 9241-11(ISO 9241-11,1998)	69
Quadro 4.8.a: Classificação conforme a norma ISO 9241-11(ISO 9241-11,1998)	70
Quadro 5.1: Classificação dos atributos	73
Quadro A.1: Atributos do Relatório 3	83

Quadro A.2: Atributos do Relatório 4	83
Quadro A.3: Atributos do Relatório 5	84
Quadro A.4: Atributos do Relatório 6	84
Quadro A.5: Atributos do Relatório 7	84
Quadro A.6: Atributos do Relatório 8	85
Quadro A.7: Atributos do Relatório 9	85
Quadro A.8: Atributos do Relatório 10	85
Quadro A.9: Atributos do Relatório 11	85
Quadro A.10: Atributos do Relatório 12	86
Quadro A.11: Atributos do Relatório 13	86
Quadro A.12: Atributos do Relatório 14	86
Quadro A.13: Atributos do Relatório 15	87
Quadro A.14: Atributos do Relatório 16	87
Quadro A.15: Atributos do Relatório 17	87
Quadro A.16: Atributos do Relatório 18	88
Quadro A.17: Atributos do Relatório 19	88
Quadro A.18: Atributos do Relatório 20	89
Quadro A.19: Atributos do Relatório 21	89
Quadro A.20: Atributos do Relatório 22	89
Quadro A.21: Atributos do Relatório 23	90
Quadro A.22: Atributos do Relatório 24	90
Quadro A.23: Atributos do Relatório 25	91
Quadro A.24: Atributos do Relatório 26	91
Quadro A.25: Atributos do Relatório 27	91
Quadro A.26: Atributos do Relatório 28	92
Quadro A.27: Atributos do Relatório 29	92
Quadro A.28: Atributos do Relatório 30	92
Quadro B.1: Levantamento das Ocorrências dos atributos	93
Quadro B.2: Levantamento das Ocorrências dos atributos	94

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADEPT	Advanced Design Environment for Prototyping with Task Models
AET	Análise Ergonômica do Trabalho
ALACIE	Atelier Logiciel d'Aide à la Conception d'Interfaces Ergonomiques
BVT	Bela Vista
CGD	Campina Grande II
CGU	Campina Grande I
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
DEE	Departamento de Engenharia Elétrica
DePerUSI	Delineamento do Perfil do Usuário de Sistemas Iterativos
DOMO	Divisão Metodização e Suporte de Operação
ERGO-START	Methodologie orientée ergonomie du logiciel: depuis la description des tâches utilisateurs jusqu'à la réalisation d'Interface
GIHM	Grupo de Interface Homem-Máquina
IHC	Interfaces Humano Computador
ISO 11064- 01	Ergonomic design of control centres – Part 01:Principles for the design of control centres
ISO 11064- 06	Ergonomic design of control centres – Part 06:Environmental requirements for control centres
ISO 11064- 07	Ergonomic design of control centres – Part 07:Principles for the evaluation of Control centres
ISO 9241- 11	Requisitos Ergonômicos para Trabalhos de Escritório para sala de Computadores, parte 11- Orientações sobre Usabilidade
LIHM	Laboratório de Interface Homem-Máquina
MACIA	Metodologia de Assistência à Concepção e à realização de Interfaces Adaptativas
MAD	Méthode Analytique de Description de Tâches
MCIE	Método para Concepção de Interfaces Ergonômicas
MEDITE	Metodologia para Concepção de interfaces ergonômicas (MAD+EDITOR+ERGONOMIA)
NR 17	Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde do Trabalhador
PEC	Processo de Extração do Contexto

RTM	Roteiro de Manobras
SAGE	Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia
SE	Subestação Elétrica
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande

RESUMO

Neste trabalho, propõe-se um procedimento para a extração do contexto do ambiente de trabalho, para a concepção de interfaces mais ergonômicas. O processo proposto baseia-se em recomendações das normas técnicas e no conhecimento ergonômico voltado para o ambiente de trabalho. Visando analisar a influência do contexto de trabalho de uma empresa sobre a incidência de erros humanos, o processo proposto foi aplicado a um estudo de caso no qual a ocorrência de erros no processo interativo pode resultar em perdas de vidas humanas, danos ambientais ou perdas financeiras. Este processo deverá ser integrado ao Método para Concepção de Interfaces Ergonômicas (MCIE), com fins ao projetar interfaces para sistemas industriais críticos.

ABSTRACT

In this work, a process to the extraction of the context of work environment is proposed to the conception of more ergonomic interfaces. The proposed process is based on recommendations of technical rules and on the ergonomic knowledge according to the work environment. To analyse the influence of the context of work in a company about the occurrence of human mistakes, the proposed process was applied to a study of the case in which the occurrence of mistakes in the interactive process can result in losses of human lives, environmental damages or financial losses. This process must be integrated to the method to the Conception of Ergonomic Interfaces (MCIE) in order to project interfaces to critical industrial systems.

CAPÍTULO 1

Introdução

Os avanços tecnológicos têm modificado o comportamento do usuário de diversos ambientes, tais como: indústria, sala de aula, ambiente virtual, medicina e diversão. Essas mudanças não têm sido adequadamente assimiladas pelo usuário durante a interação com alguns desses sistemas. Como é grande o volume de informações repassadas do sistema para o usuário e este não possui o conhecimento necessário e suficiente para operá-lo, tem-se como consequência uma sucessão de erros. Por exemplo, nos sistemas industriais críticos, os usuários¹ (operadores) atuam em situações de risco e, uma vez sob pressão, precisam tomar decisões que podem comprometer equipamentos e vidas humanas, acarretando custos para a empresa (Amalberti, 1996).

Pesquisas têm sido realizadas no intuito de melhorar o projeto de interface, para poder auxiliar os operadores na sua tomada de decisão (Thomas & Bevan, 1995). Segundo Schneiderman, melhorar o potencial do computador enquanto ferramenta de trabalho é uma tarefa para os *designers* que compreendem a tecnologia e são sensíveis às necessidades e habilidades humanas. No entanto, independentemente da formação, os projetistas de interfaces têm se preocupado com a ergonomia dos sistemas de modo a melhorar a interação com os usuários (Schneiderman, 1998).

Em paralelo, o crescimento do interesse dos pesquisadores em entender as causas e motivos que possam ter levado um operador a cometer falha, principalmente na área de segurança no trabalho (Almeida & Baumecker, 2005), tem contribuído para o projeto de interfaces. Para adequar o desenvolvimento de sistemas computacionais interativos e melhorar

¹ No texto deste trabalho as palavras “usuários” e “operadores” tem o mesmo significado

a usabilidade desses sistemas, é necessário levar em conta, além das habilidades dos usuários, o conhecimento sobre a situação de uso, ou seja, o contexto no qual eles estão inseridos.

Os métodos de concepção de interfaces interativos e centrados no usuário, a exemplo de: EASON (Rocha & Baranauskas, 2003), ADEPT (Markopoulos et al., 1992), ERGO-START (Hammouche, 1995), MACIA (Furtado, 1997), ALACIE (Gamboa, 1998), e MEDITE (Guerrero, 2002), são fundamentados nos modelos: do usuário, da tarefa e da interação, deixando de explorar um fator de grande relevância que é o contexto de uso² no qual o produto será utilizado. De acordo com o contexto de uso do produto, o usuário se comporta de forma diferente e esse estudo pode ajudar a entender as possíveis falhas decorrentes do contexto.

Segunda parte 11 da norma internacional ISO 9241, “um produto pode ser usado por um usuário específico para alcançar um determinado objetivo, de forma efetiva, eficiente e satisfatória para um contexto específico de uso” (ISO 9241, 1998). Esta norma explicita os parâmetros utilizados na coleta das informações do contexto. Em geral, como instrumentos de coleta de dados são utilizados questionários ou entrevistas; no entanto, para coletas de dados em ambiente de sistemas críticos, é adequado também fazer a observação direta e ou indireta e análise documental.

O Método de Concepção para Interfaces Ergonômicas (MCIE) foi desenvolvido no Grupo de Interface Homem-Máquina (GIHM), do Departamento de Engenharia Elétrica (DEE), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Neste método, a etapa Análise de Requisitos se subdivide em três sub-etapas; análise do usuário, análise da tarefa e análise do contexto. As duas primeiras etapas já foram formalizadas, mas a análise do contexto ainda não havia sido.

² No texto deste trabalho, a referência ao contexto de uso pode ser feita apenas pelo uso do termo contexto.

Este trabalho dá continuidade aos estudos do GIHM e preenche a lacuna relativa à modelagem do contexto. O objetivo é oferecer meios ao projetista para analisar e representar o contexto de uso de um produto, considerando aspectos sobre o ambiente de trabalho e a estrutura organizacional no processo de concepção das interfaces. Na base deste trabalho, está a hipótese de que o contexto de uso de um produto influencia no desempenho humano em particular na incidência de erros. Portanto, deve ser considerado no processo de concepção das interfaces.

1.1 Objetivos

Nesta seção, será mostrado os objetivos: geral e específicos desta dissertação.

1.1.1. Objetivo Geral

O objetivo geral desta dissertação é propor um processo para a etapa de análise e descrição do contexto do ambiente de trabalho, no qual o produto será utilizado. Este processo complementar a etapa de análise de requisitos do método de concepção de interfaces ergonômicas (MCIE).

1.1.2 Objetivos Específicos

1. Definir um processo de análise do contexto com base em recomendações oriundas de normas técnicas.
2. Propor instrumentos para apoiar o processo de análise e descrição do contexto.
3. Analisar a relação entre o contexto de uso e a ocorrência de erros a partir de um estudo de caso.

1.2 Metodologia

O desenvolvimento deste trabalho consistiu das seguintes etapas:

- 1) Estudo e levantamento de diferentes metodologias de concepção de interface, centradas no usuário e baseadas em modelos (Rocha & Baranauskas, 2003), (Markopoulos et al, 1992), (Hammouche, 1995), (Furtado, 1997), (Gamboa, 1998), (Guerrero, 2002), com o objetivo de compreender o processo de concepção; os modelos gerados; e particularmente os elementos de contexto considerados em suas etapas.
- 2) Estudo de normas técnicas relativas a análise do trabalho e do contexto.
- 3) Proposição de um processo e de instrumentos para analisar e descrever o contexto.
- 4) Análise documental de relatos de acidentes, provocados pelo erro humano, durante a interação dos usuários com sistemas críticos, do ponto de vista do contexto de trabalho.
- 5) Validação do processo a partir de um estudo de caso.
- 6) Proposição de integração do processo ao método MCIE.

1.3 Organização da Dissertação

Este trabalho está organizado em 5 capítulos. No Capítulo 1 (Introdução), são descritos a contextualização do trabalho, o objetivo e a metodologia desenvolvida.

No Capítulo 2 (Revisão Bibliográfica), apresenta-se uma descrição do método (MCIE), seguido de definições sobre contexto, a problemática relacionada aos erros e sua relação com o ambiente de trabalho e por fim temas relacionados à ergonomia e a análise ergonômica do trabalho (AET).

No Capítulo 3 (Processo da Extração e Análise do Contexto), são apresentadas as normas técnicas ISO 9241, parte 11, e ISO 11064 parte 6 (normativo para sala de controle). Em seguida, é apresentado o processo proposto para a extração do contexto, detalhando todas as suas etapas.

No Capítulo 4 (Estudo de Caso: O Contexto na Empresa CHESF), apresenta-se o estudo de caso no qual foi aplicado o processo da extração do contexto em uma subestação do sistema elétrico da Companhia Hidrelétrica do São Francisco - CHESF. Nele é apresentada a empresa, sua estrutura organizacional, assim como a análise do contexto de trabalho realizada com base no processo proposto.

No Capítulo 5 (Conclusão e trabalhos futuros), são discutidos os resultados do trabalho, a relação entre o contexto de trabalho e a incidência de erros e acidentes, a abrangência destes resultados e apresentadas propostas de continuidade.

CAPÍTULO 2

Revisão Bibliográfica

Este capítulo é dedicado à revisão bibliográfica sobre os temas relevantes à realização deste trabalho. Na primeira parte, são apresentados, de forma sucinta, o problema e alguns métodos para concepção de interfaces, com ênfase para o MCIE, por se tratar do método no qual se insere este estudo. A segunda parte apresenta o estudo do contexto, o conceito e aplicações. A terceira parte apresenta conceitos relacionados a erro humano, suas definições, classificação e sua relação com o contexto de trabalho. A última parte apresenta os temas: ergonomia aplicada ao trabalho, psicologia cognitiva e análise do trabalho (Vergara, 1997), (Guérin et al., 2001).

2.1. Concepção de Interfaces Ergonômicas

A concepção de interfaces mais ergonômicas tem sido uma preocupação constante para os projetistas de interface. Com o avanço tecnológico, as ações praticadas pelos usuários estão mais complexas e os ambientes de trabalho cada vez mais automatizados. Exemplos comuns são os dispositivos portáteis multifuncionais que substituem as agendas, telefones, *paggers* ou um computador pessoal. Para os sistemas dos setores industriais, o surgimento da automação possibilitou equipamentos mais sofisticados e que necessitam da atenção redobrada dos operadores, pois os mesmos agora têm que monitorar e operar um conjunto maior de equipamentos. Esta situação leva ao aumento da carga cognitiva formando, assim, um ambiente mais propício ao erro. Sistemas nos quais as falhas podem resultar em perdas econômicas significativas, danos físicos ou ameaças à vida humana são classificados como sistemas críticos. Existem três tipos principais de classificação para sistemas críticos (Sommerville, 2003):

i) Sistema crítico de segurança: sistema cuja falha pode resultar em ferimentos, perda de uma vida, perda de equipamento ou em um grande dano ambiental. Um exemplo é um sistema de controle para fábrica de produtos químicos. Outro exemplo é o que ocorre em subestações elétricas responsáveis pela distribuição de energia para toda uma população, que é o caso estudado neste trabalho.

ii) Sistema crítico de missão: sistema cuja falha pode resultar na falha de alguma atividade orientada a metas. Um exemplo é um sistema de navegação de aeronaves.

iii) Sistemas críticos de negócios: sistema cuja falha pode resultar no fracasso dos negócios que utilizam o sistema. Um exemplo é o sistema de bolsa de valores.

Nos sistemas críticos, uma interface confusa que proporcione uma interpretação errada por parte do operador, pode ocasionar erros na tomada de decisões, cujas conseqüências podem ser catastróficas. Exige-se, portanto desses sistemas características de qualidade tais como: segurança, exatidão, adaptabilidade a diferentes usuários e graus de experiência, rapidez, facilidade de aprendizagem e de uso (Sommerville, 2003).

Assim, para que se possa obter um bom projeto de interface, é fundamental que se leve em consideração fatores como: usabilidade, fatores humanos e ergonomia. Verificou-se na bibliografia pesquisada que existe um avanço contínuo na proposição de diversos modelos para lidar com esses fatores (Bouyer & Sznalwar, 2005), (Abrahão et al., 2005), (Thomas, 1995).

2.1.1. Modelos de Concepção de Interfaces

As atividades de projeto da interface com o usuário visam definir formas de apoiar a realização do trabalho no contexto de uso definido para o sistema. O contexto está relacionado com os tipos de usuário, as suas tarefas e o seu ambiente³.

Dentre as diversas abordagens para o projeto de Interfaces Humano-Computador (IHC) são construídos modelos do usuário e das tarefas envolvendo o processo ergonômico, a usabilidade e os fatores humanos, como aqueles citados em: EASON (Rocha & Baranauskas, 2003), ADEPT (Markopoulos et al., 1992), ERGO-START (Hammouche, 1995), MACIA (Furtado, 1997), ALACIE (Gamboa, 1998), e MEDITE (Guerrero, 2002). Entretanto, nenhum desses modelos aborda a análise do contexto na concepção da interface.

2.2 Método para Concepção de Interfaces Ergonômicas (MCIE)

O MCIE foi desenvolvido no âmbito do GIHM do Departamento de Engenharia Elétrica da UFCG (Turnell, 2004). Esta é uma metodologia que tem sido aplicada no projeto de interfaces para sistemas industriais e prevê na etapa de análise de requisitos a modelagem do contexto. O método, representado na Figura 2.1, tem três etapas principais, que são: Análise de requisitos, Modelagem da Interação e Concepção e Avaliação do Protótipo (Turnell, 2004).

³ Neste texto o termo **ambiente** esta sempre relacionado ao ambiente (organizacional, técnico e físico).

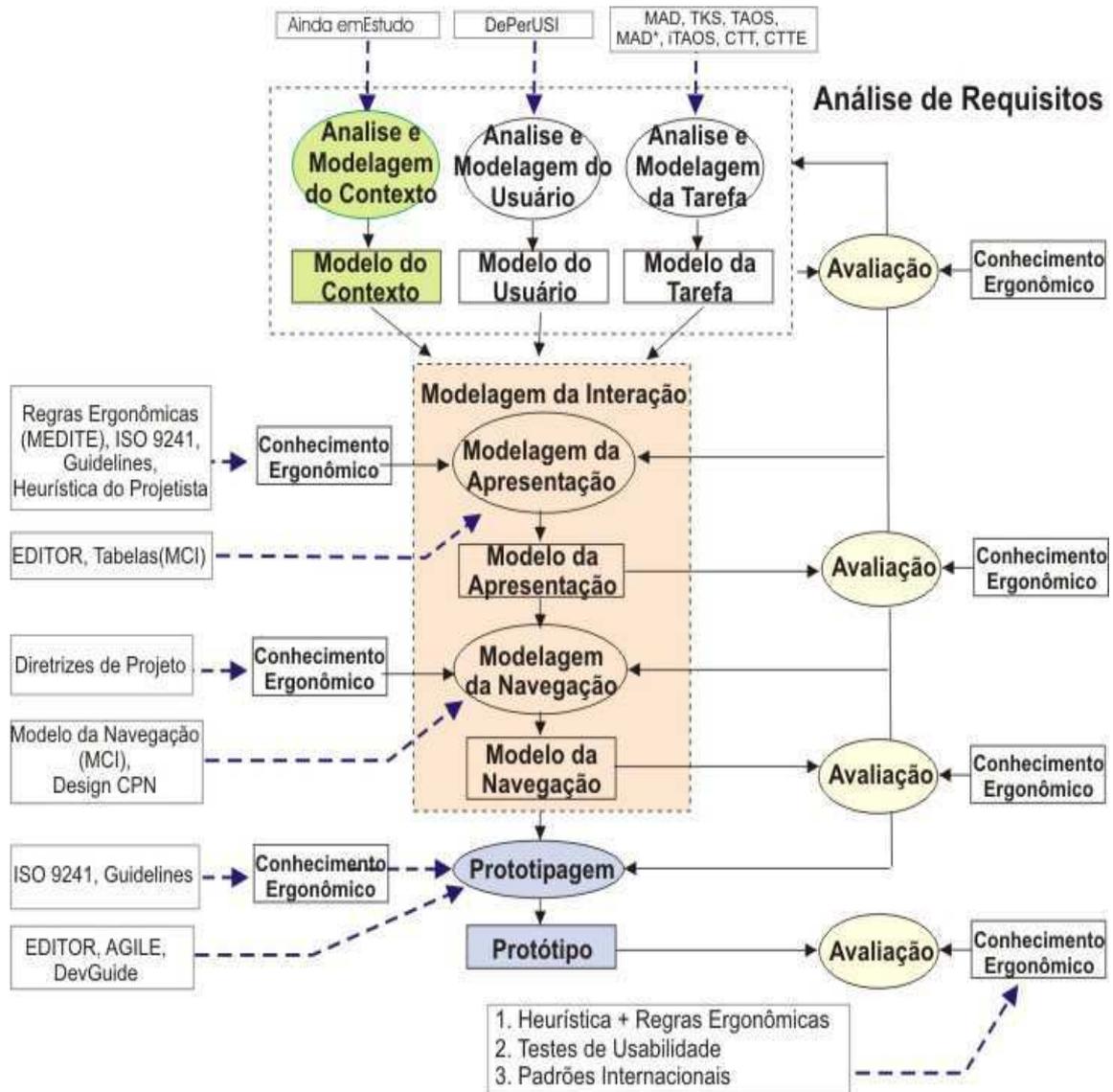


Figura 2.1. Método para Concepção de Interfaces Ergonômicas retirada de (Turnell, 2004).

2.2.1. Análise de Requisitos

A primeira etapa do MCIE é a análise de requisitos, que consiste em obter informações sobre o usuário, o contexto e a tarefa a ser realizada, seguida pela validação junto ao usuário.

1) Análise e Modelagem do perfil do usuário;

Nesta sub-etapa, faz-se o levantamento de dados sobre as características do perfil do usuário, tais como: faixa etária, sexo, habilidade e experiências. A escolha desses atributos é

em função do grau de importância para o projeto. A fonte destas informações segundo (Turnell, 2000) pode ser:

- o conhecimento científico;
- opiniões obtidas do usuário;
- dados mensurados ou observados pelo próprio projetista.

Atualmente, a coleta das informações para essa etapa pode ser auxiliada pela ferramenta Webquest (Oliveira, 2005), disponível (<http://www.lihm.paqtc.org.br/webques>). A interface com o WebQuest é apresentada no Anexo A. Esta ferramenta facilita a aplicação do questionários para o Delineamento do Perfil do Usuário (DePerUSI) (Queiroz,2001) e possibilita a:

- focalização do tema de interesse;
- aplicação rápida, reduzindo os custos envolvidos;
- apuração de grandes quantidades de dados;
- realização de análises estatísticas sobre os dados coletados;
- garantia do anonimato aos respondentes.

2) Análise e Modelagem do Contexto:

Na sub-etapa de análise e modelagem do contexto, realiza-se o levantamento e coleta das informações pertinentes ao contexto de uso, tais como atributos do: ambiente (organizacional, técnico e físico), tarefa, equipamento e usuário. Para esta etapa, ainda não se tinha uma sistemática de coleta explicitando o que coletar, onde e porquê. Este é um dos

objetivos deste trabalho, criar uma sistemática para identificar os atributos do contexto que são relevantes para o projeto, e propor uma representação para tais atributos.

3) Análise e Modelagem da Tarefa;

Na sub-etapa de análise e modelagem da tarefa, faz-se o levantamento das atividades do usuário buscando compreender os aspectos a seguir (Turnell, 2004).

- as tarefas a serem realizadas;
- as seqüências de ações necessárias para realizar cada uma das tarefas;
- a importância de cada tarefa possui para o usuário;
- o papel do usuário na realização da tarefa;
- os pontos que podem ser automatizados de forma a aumentar a produtividade, eficiência e qualidade da interação.

Além desses pontos, o projetista deve procurar analisar as tarefas, de forma a:

- determinar o grau de dificuldade para realizar cada tarefa;
- determinar a gravidade da consequência dos erros quando da execução de cada tarefa.

O MCIE utiliza tanto o Método Analítico de Descrição de Tarefas (MAD) (Scapin & Pierret, 1990) para representar o modelo da tarefa quanto o método Concur Task Trees (CTT) (Paterno et al., 1997). O formalismo MAD utiliza a representação arbórea das tarefas. A Figura 2.2 ilustra a ocorrência de uma manobra realizada sobre um equipamento indevido (sobre os religadores 21y3 e 21y4 ao invés do religador 21y5).

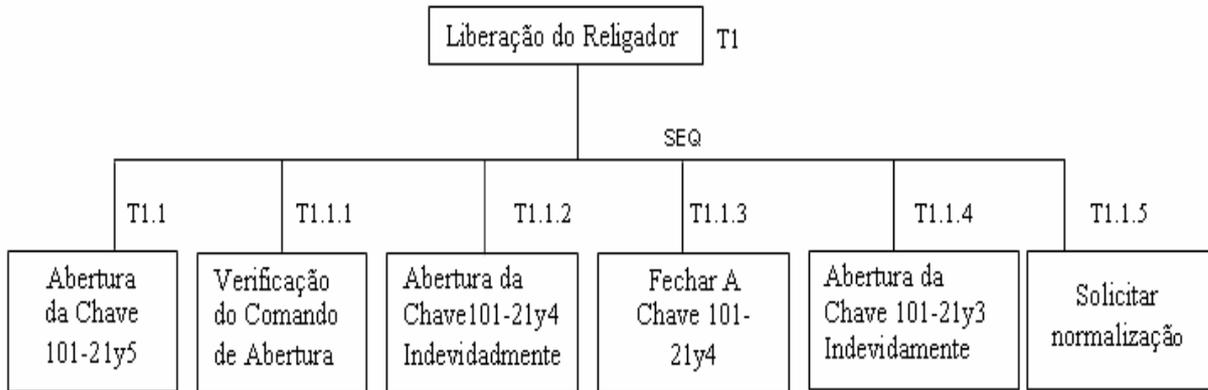


Figura 2.2: Árvore MAD utilizada no MCIE para especificar uma tarefa

2.2.2. Modelagem da Interação

A segunda etapa do MCIE, a Modelagem da Interação, representa os componentes da interface homem-máquina e como eles são utilizados pelo usuário para executar as tarefas prescritas. Consiste da construção de uma representação abstrata da interface com o usuário e contém os seguintes passos: (i) **modelagem da apresentação** que consiste em identificar e agrupar os Objetos e Ações envolvidos no desempenho da tarefa. (ii) **modelagem da navegação** que consiste em mapear cada par de ação/objeto do domínio da tarefa para um par de ação/objeto no domínio da interface. Estes passos usam os artefatos das sub-etapas (Análise e Modelagem do perfil do usuário, Análise e Modelagem do Contexto, Análise e Modelagem da Tarefa) associado ao conhecimento ergonômico que é representado como um conjunto de regras. Esta representação resulta em especificação de: tipos de interação, objetos de interação e na representação visual dos objetos no domínio da interface, de acordo com as regras ergonômicas (Turnell, 2004).

2.2.3. Concepção e Avaliação do Protótipo

A terceira etapa do MCIE é a Concepção e Avaliação do Protótipo, que consiste na geração de um protótipo e que visa concretizar o modelo da interface com base no conjunto

de artefatos gerados nas etapas anteriores, além de mensurar a usabilidade do produto. Esta etapa está subdividida em: Geração do protótipo e Avaliação do protótipo.

Pode-se observar que, mesmo modelando as etapas, é necessário sempre avaliar para diagnosticar as possíveis falhas no projeto de interface. Para isso, citam-se neste trabalho vários modelos de métodos de avaliação de interfaces, que podem servir de auxílio, tais como:

- a) avaliar a inspeção de conformidade com padrões, utilizando-se de regras que são parâmetros de qualidade e verificando-se se elas são atendidas no produto gerado. Por exemplo, o padrão ISO 9241, que é composto de 17 partes e sua abrangência é internacional;
- b) a avaliação heurística, que pode ser realizada por um especialista em interfaces, fazendo uma avaliação do produto, segundo a sua experiência em projetos de interfaces;
- c) a mensuração de desempenho do usuário, realizando-se testes com o usuário para avaliar e coletar informações relacionadas à facilidade ou dificuldade de interação com o produto. Esses testes podem ser realizados em laboratórios de testes de usabilidade ou no próprio ambiente de trabalho (Scherer, 2004). Segundo Queiroz (Queiroz, 2001) pode-se seguir um roteiro para coletar os dados no teste mostrado no Quadro 2.1:

Quadro 2.1: Roteiro para coleta de dados retirado de (Queiroz, 2001)

Etapa	Descrição
Preparação	Verificação de todas as condições de teste (sala, sistema computacional, material necessário em geral, instruções e instrumento de questionamento) antes da introdução do usuário de teste no ambiente.
Introdução	Recepção do usuário e explanação breve do(s) propósito(s) do ensaio; Introdução do(s) procedimento(s) de teste; Distribuição das instruções e esclarecimentos de dúvidas.
Teste	Observação imparcial de todos os eventos interativos usuário-sistema; Anotação, quando necessária, de detalhes pertinentes ao contexto avaliatório; Diálogo limitado ao estritamente necessário com apenas um dos avaliadores, conforme acordo pré-fixado.
Questionamento/ Análise de Resultados	Apresentação do mecanismo de questionamento (questionário, verbalização de procedimentos ou outra estratégia pré-definida) ao usuário de teste; Associação de todas as informações coletadas (arquivos armazenados no sistema, anotações, questionários e/ ou outro meio) ao usuário correspondente; Elaboração imediata de um breve relatório do ensaio; Elaboração do relatório final.

d) a sondagem de satisfação do usuário, que envolve os aspectos de medições psicológicas e aplicação de questionários.

O trabalho desenvolvido nesta dissertação concentra-se na etapa de análise de requisitos do MCIE, mais especificamente na análise do contexto.

2.3 Estudo do Contexto

Na perspectiva de entender a importância do contexto, buscou-se na bibliografia conceitos para a palavra Contexto e foram encontradas diversas definições.

A conceituação do termo contexto tem suas origens na área de estudos lingüísticos. A seguir são apresentadas definições do termo Contexto, segundo diversos autores e relacionadas à várias áreas de estudo:

Bronislaw Malinowski *apud* (Halliday & Hasan, 1989), durante suas pesquisas sobre o “Contexto”, percebeu a necessidade de propor outros termos que atendessem a outras situações do Contexto. Assim utilizou o termo “contexto da situação” expressando um ambiente no qual um texto seria analisado, incluindo o ambiente verbal e a situação na qual o texto fosse falado e o termo “contexto cultural”, no qual fica caracterizado não somente o que estava acontecendo, mas também os aspectos culturais envolvidos. Para ele, essa classificação de tipos de Contextos é fundamental para se compreender um texto.

J. R. Firth *apud* (Halliday & Hasan, 1989) criou sua própria teoria lingüística sobre uma descrição de “Contexto de uso”. Os elementos envolvidos são: os participantes, a ação dos participantes, características da situação e efeitos da ação verbal.

Dell Hymes *apud* (Halliday & Hasan, 1989), em seu trabalho sobre a etnografia da comunicação, propôs outros elementos que também descrevessem o contexto de uso: a forma e conteúdo da mensagem, o cenário, os participantes, o efeito da comunicação, a chave, o meio, o gênero e as normas de interação. O seu trabalho engloba as diferentes maneiras que a língua pode ser usada em diferentes culturas.

Dey & Abowd (2000) definem **contexto** como sendo qualquer informação relevante que possa ser utilizada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade pode ser uma pessoa, um lugar, ou um objeto, relevantes para a interação entre o usuário e a aplicação.

Na concepção de sistemas iterativos a compreensão do “Contexto” tem como objetivo identificar possíveis situações que levem o usuário ou a tarefa além dos limites de sua normalidade (Cybis, 2003).

Em aplicações móveis, o “Contexto” ganha importância, pois o usuário pode estar em diferentes locais e situações tais como: na cidade, na chuva, na selva, demandando que o sistema se adapte ao ambiente no qual o usuário está trabalhando, principal desafio da computação ubíqua.

Observa-se na bibliografia que são variadas as situações nas quais o estudo do contexto está inserido, como na saúde (Porto, 2000), na educação (Sarmet, 2003), na indústria (Vergara, 1995), na psicologia (Almeida, 2005) e em várias outras áreas do conhecimento. Até um decênio atrás, não se mencionava a questão do “Contexto de uso” do produto, pois a ênfase maior era para a modelagem do perfil do usuário e a modelagem da tarefa. Com a crescente complexidade de equipamentos e sistemas capazes de mudar o seu ambiente de uso cresce também a necessidade de compreender o “Contexto”.

Neste trabalho, será adotado o conceito proposto na norma ISO 9241, parte 11 - o “Contexto de uso” de um produto ou sistema envolve os usuários, as tarefas, o equipamento e o ambiente (organizacional, técnico e físico).

2.4 O Erro Humano

Como avaliar as falhas que podem ocorrer a partir da interação humano-máquina no ambiente de trabalho? São propostas duas abordagens (Almeida, 2005). A primeira, centrada no indivíduo, considera o erro humano a causa de acidentes ou incidentes onde os investigadores procuram encontrar falha nas avaliações, decisões erradas e julgamentos inadequados das pessoas envolvidas. A segunda, enfatiza a dimensão organizacional e sociotécnica do sistema e busca conhecer e avaliar as circunstâncias nas quais as pessoas se encontravam no momento da falha, (Dekker, 2002 *apud* Almeida, 2005). Na bibliografia consultada foram encontradas as definições a seguir para o erro ou falha humana:

Com base na abordagem centrada no indivíduo, segundo Sommerville em (Sommerville, 2003), o erro ou falha humana é definido como o comportamento humano que resulta na introdução de defeitos no sistema.

Para Reason (Reason apud Van Elslande et al., 1999), o erro só existirá se, após uma seqüência planejada de atividades mentais ou físicas, o objetivo desejado não for atingido, ou se estas faltas não puderem ser atribuídas à intervenção única do acaso.

Para Hollnagel (Hollnagel, 1998), erro é uma ação que falha ao não produzir o resultado esperado, provocando com isso uma consequência indesejada.

Para René Amalberti em (Amalberti, 1996), o erro humano não pode deixar de existir, pois faz parte da atividade cognitiva que utiliza o erro para recuperar informações. Para ele o erro pode ser classificado em: erros de rotina; erros de conhecimento; erros de violação de regras. Todos esses erros estão relacionados com o aspecto cognitivo.

A bibliografia estudada sugere a relação do erro humano com o contexto específico do momento em que ocorre um acidente ou incidente (Vergara, 1995). Por outro lado, como as análises de acidentes focalizam na busca por um responsável pelo acidente ou incidente, observa-se que tem sido dada maior importância às ações erradas dos operadores do que ao estudo das condições nas quais o erro se produziu (Carpes Jr. & Sell, 2003).

Na abordagem que leva em conta as dimensões organizacional e sociotécnica do sistema, erros humanos não estão relacionados apenas ao indivíduo que o comete, mas envolve também aspectos dos equipamentos, tarefas e ambiente de trabalho, os quais sistematicamente influenciam o desempenho humano.

De acordo com concepções mais recentes, os quase acidentes e incidentes (acidentes sem vítima) de trabalho resultam de modificações ou desvios que ocorrem no interior de sistemas de produção, modificações ou desvios esses que por sua vez resultam da interação de múltiplos fatores. Concebendo a empresa como um sistema sócio-técnico aberto e o acidente como um sinal de mal-funcionamento desse sistema, investigá-lo implica analisar aspectos do sub-sistema técnico (instalações, máquinas, leiaute, tecnologia, produtos) e do sub-sistema social da empresa (idade e sexo dos trabalhadores, qualificação profissional, organização do trabalho, relações pessoais e hierárquicas, cultura da empresa, contexto psico-sociológico). (Almeida, 2005).

2.4.1 Classificação do erro humano

O erro humano pode ser classificado de várias formas. Para Van Elslande e Alberton (Van Elslande *et al.*, 1999), o erro é produto de características organizacionais e psicológicas tais como: falta de carga de trabalho, sobrecarga de trabalho, pressão temporal, estresse, falta de confiança e excesso de confiança, que influenciam no bom andamento da adaptação do operador.

Segundo Guber (Guber, 1998), a partir de estudos que abordam o aspecto da psicologia cognitiva, distinguem-se basicamente dois tipos de falhas: 1) Os lapsos, que ocorrem quando se tem um objetivo bem definido a executar, mas se realiza de forma não satisfatória; 2) Os equívocos, que ocorrem quando se tem um objetivo formulado de forma errada, a intenção não é a correta.

Foi mencionado em (Kantowitz e Sorkin apud Guber, 1998) a classificação na qual os erros podem ser classificados em cinco categorias: 1) **o erro por omissão**, quando a pessoa omite parte da tarefa a ser feita; 2) **o erro por comissão**, quando se produz o desenvolvimento de uma tarefa incorreta; 3) **o erro seqüencial**, quando a pessoa encarregada de efetuar a tarefa, faz uma delas fora da seqüência correta; 4) **o ato estranho**, quando se efetua uma tarefa extra, devido a uma distração na atenção do sistema homem-máquina e, por conseguinte, cria um risco potencial; e 5) **o erro de tempo**, quando um indivíduo realiza uma tarefa demasiado cedo ou demasiado tarde, mas não no tempo previsto.

Outra classificação interessante é a proposta por (Rouse et Rouse apud Cellier, 1990) e que está representada no Quadro 2.2. Essa classificação baseia-se no modelo de Rasmussen (Rasmussen apud Cellier, 1990). Por meio dessa classificação é possível identificar as causas do erro, pois ela permite identificar a adequação do operador a cada etapa de uma tarefa.

Essas classificações sobre o erro têm como objetivo levantar as possíveis causas que possam ter gerado as falhas (Guerrero, 2004).

Quadro 2.2: Classificação proposta por (Rouse et Rouse apud Cellier, 1990)

CATEGORIA GERAL	CATEGORIA ESPECIFICA
Observação do Estado do Sistema	Excessiva
	Falsa interpretação
	Incorreta
	Incompleta
	Inapropriada
	Ausente
Escolha de uma hipótese	Inconsistente em relação à observação
	Consistente, mas pouco provável
	Consistente, mas muito custosa
	Funcionalmente não pertinente
Avaliação de uma hipótese	Incompleta
	Aceitação de uma hipótese errada
	Rejeição de uma hipótese certa
	Ausente
Definição do objetivo	Incompleto
	Incorreto
	Supérfluo
	Ausente
Escolha do Procedimento	Incompleto
	Incorreto
	Supérfluo
	Ausente
Execução	Ação omissa
	Ação repetida
	Acréscimo de uma operação
	Operação fora de seqüência
	Intervenção em tempo não apropriado
	Posição da operação incorreta
	Execução incompleta
	Ação sem relação e inapropriada

2.4.2 Classificação dos Erros na empresa CHESF

Neste trabalho, se fez necessário entender como a empresa escolhida para o estudo de caso (CHESF) analisa o erro humano, documentado mediante **relatórios de análise do desempenho humano na operação em tempo real** (CHESF, NO-05). Por se tratar de uma empresa do setor elétrico, a ocorrência de acidentes e incidentes é, por norma do setor, registrada em relatórios. Estes relatórios constituem uma base de casos interessante para este estudo, pois envolvem sistemas considerados críticos.

A redução da incidência do erro humano é uma das preocupações desta empresa. A criação desses relatórios de falhas é realizada seguindo uma estrutura formulada pela empresa, na qual são detalhados os seguintes aspectos: descrição do evento, configuração do sistema, fatos e dados relevantes sobre o contexto. Nos relatórios há também um relato sobre a análise das tarefas, análise do desempenho humano, análise psicossocial, construção de um ou mais diagramas de árvore de causa e recomendações gerais para a correção das falhas. No Anexo B apresenta-se a estrutura destes relatórios (CHESF, NO-05).

Durante a operação do sistema o operador está propenso a cometer erros, os quais podem ocorrer em diversas situações de trabalho e podem ter várias causas associadas. Por meio dos relatórios de falhas, a CHESF se propõe a identificar as possíveis causas dos erros. Para esta empresa, as falhas no sistema podem ser classificadas de acordo com suas causas, que podem ser do tipo representado no Quadro 2.3 (CHESF, NO-05).

Quadro 2.3: Classificação das falhas no sistema para a CHESF

FALHAS NA PROGRAMAÇÃO	FALHAS DO MATERIAL
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planejamento inadequado dos recursos; ▪ Deficiência de análise funcional; ▪ Tempo inadequado para análise; ▪ Ausência de coordenação de intervenção; ▪ Descontinuidade; ▪ Comunicação deficiente. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instruções Técnicas / Normativas deficientes; ▪ Desenhos desatualizados ou inexistentes; ▪ Projeto inadequado; ▪ Falta de sobressalentes;
FALHAS DO EQUIPAMENTO	FALHAS DE EXECUÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fadiga ou deterioração de componentes; ▪ Instrumental deficiente (qualidade, calibração, manutenção, obsolescência); ▪ Equipamento obsoleto; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desconhecimento de configuração; ▪ Descumprimento de normativo; ▪ Improvisação; ▪ Falta de padronização; ▪ Sinalização inadequada; ▪ Falta de entrosamento e comunicação entre órgãos; ▪ Tempo inadequado; ▪ Ferramental inadequado
FALHAS DA MÃO DE OBRA	FALHAS NO MEIO-AMBIENTE
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desatenção; ▪ Imperícia; ▪ Falta de capacidade técnica; ▪ Falta de motivação (falta de incentivos, treinamento, salário); ▪ Estresse (fadiga, pressão, apoio logístico, hora-extra, transporte); ▪ Relacionamento deficiente. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Influência de agentes físicos e químicos (chuva, umidade, ruído, poluição, insalubridade, climatização ambiental); ▪ Espaço físico inadequado (leiaute); ▪ Movimentação de terceiros; ▪ Iluminação deficiente.

Os relatórios da CHESF utilizam essa classificação de falhas e seus atributos. Conforme as normas: ISO 9241-11(ISO 9241-11,1998), ISO 11064-6 (ISO 11064-6,2003), esses fatores vão influenciar diretamente na interação do homem com o produto.

Ainda segundo a CHESF, os erros podem ser classificados em duas formas, como ilustra os Quadros 2.4 e 2.5 (CHESF, NO-05). Como pode ser observada, essa classificação é semelhante àquela definida por (Kantowitz & Sorkin apud Guber, 1998) na seção 2.4.1 :

Quadro 2.4 Tipos de Falhas – Considerando a Natureza retirada da norma de operação (CHESF, NO-05)

TIPOS DE FALHAS – CONSIDERANDO A NATUREZA	
Erro de omissão	Quando se deixa de realizar algum item da tarefa. Uma incidência acentuada desse tipo de erro sugere uma atenção destacada para questões de supervisão de tarefas e fatores "individuais-homem".
Erro de comissão	Quando algum item de tarefa é realizado incorretamente. Uma incidência acentuada desse tipo de erro sugere uma atenção destacada para questões de treinamento e fatores "individuais-estressores".
Erro de tempo	Quando todos os itens da tarefa são realizados corretamente, mas fora do tempo desejado. Uma incidência acentuada desse tipo de erro sugere uma atenção destacada para questões de prática e fatores "situacionais-ambiente".
Erro seqüencial	Quando algum item da tarefa é realizado fora de seqüência. Uma incidência acentuada desse tipo de erro sugere uma atenção destacada para questões de supervisão de tarefas e fatores "situacionais-ambiente".
Erro de inovação	Quando é introduzido um item de tarefa que não deveria ser realizado. Uma incidência acentuada desse tipo de erro sugere uma atenção destacada para questões relacionadas a fatores "situacionais-normativo".

Quadro 2.5 Tipos de Falhas – Considerando a Circunstância retirada da norma de operação (CHESF, NO-05)

TIPOS DE FALHAS – CONSIDERANDO A CIRCUNSTÂNCIA
▪ Durante a preparação da instalação ou sistema;
▪ Durante a recomposição do sistema ou instalação;
▪ Durante a liberação de equipamento;
▪ Durante a normalização do equipamento;
▪ Durante a execução da manutenção.

A partir da classificação apresentada, conclui-se que o ambiente de trabalho do operador pode levá-lo à situação extrema de risco, fazendo com que ele esteja sujeito a um universo de fatores que vão influenciar sobre sua atuação, durante a execução de suas tarefas.

A seguir, é mostrada a importância da ergonomia para o contexto de uso do produto.

2.5. Ergonomia Aplicada ao Ambiente de Trabalho

A ergonomia é o estudo que busca a melhoria das condições de trabalho e sua adaptação ao homem. Ela é a aplicação de conhecimentos científicos relativos ao homem, no desenvolvimento de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia (Guérin et al, 2001). A ergonomia utiliza métodos e técnicas científicas para observar o trabalho humano no seu ambiente de atuação e essas técnicas são utilizadas para auxiliar na análise do trabalho (Marmaras & Pavard , 1999).

Os conceitos de ergonomia e usabilidade têm influenciado o desenvolvimento do projeto de interfaces. O usuário e o contexto são conceitos definidos na parte 11 da norma ISO 9241 (ISO 9241-11, 1998), que esclarece também outros conceitos importantes para o projeto, a saber:

- usuário - pessoa que interage com o produto;
- contexto de uso - usuários, tarefas, equipamentos (*hardware*, *software* e materiais), ambiente físico e social em que o produto é usado;
- eficácia - exatidão e completeza com que os usuários atingem objetivos específicos, acessando a informação correta ou gerando os resultados esperados. A exatidão é uma característica associada à correspondência entre a qualidade do resultado e o critério especificado, enquanto a completeza é a proporção da quantidade-alvo que foi atingida;
- eficiência – exatidão e completeza com que os usuários atingem seus objetivos, em relação à quantidade de recursos gastos;
- satisfação - conforto e aceitabilidade do produto, medidos por meio de métodos subjetivos e/ou objetivos. As medidas objetivas de satisfação podem se basear na observação do comportamento do usuário (postura e movimento corporal) ou no monitoramento de suas

respostas fisiológicas. As medidas subjetivas, por sua vez, são produzidas pela quantificação das reações, atitudes e opiniões expressas subjetivamente pelos usuários.

Com o avanço de novas tecnologias, a ergonomia vem transformando o processo de automação, através da adaptação das atividades do homem a essa nova realidade baseado em estudos de ergonomistas como (Keyser, 1980), (Daniellou *apud* Santos & Zamberlan, 1992). Estes contribuíram com modelos sobre o trabalho humano voltado principalmente para centros e salas de controle. Esses estudos foram aplicados a setores como: montagem de automóveis, refino de petróleo, fabricação de cimento, fabricação de papel, controle de usina nuclear, controle de tráfego aéreo, e controle das linhas de metrô e trem (Santos & Zamberlan, 1992).

No mundo do trabalho, se faz necessário identificar e estudar uma diversidade de indicadores: (i) presentes nas condições de trabalho (riscos físicos ambientais; deficiências de suporte organizacional), (ii) na organização do trabalho (sobrecarga de trabalho; tarefas precariamente projetadas) e (iii) nas relações de trabalho (interações conflituosas entre colegas e chefias; relações tensas entre usuários e consumidores).

Neste trabalho foram utilizados fundamentos teóricos da metodologia para a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) que vem sendo utilizada há mais de quarenta anos, e vários métodos e técnicas que foram desenvolvidos e utilizados para realizar a AET, como por exemplo, aqueles propostos por (Wisner, 1995), (Guérin et al., 2001). O foco principal da AET é o estudo da interação entre os operadores em todas as suas formas: física, mental, de comunicação e interação com os elementos do ambiente de trabalho. Por meio desse estudo podem-se levantar as causas que levam ao desempenho mal sucedido na execução de suas tarefas e, posteriormente, formular as modificações necessárias.

2.5.1. Descrição da Análise Ergonômica do trabalho (AET)

O método da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) é composto das seguintes etapas: 1) análise da demanda; 2) análise da tarefa e 3) análise da atividade, que possibilitam um diagnóstico de todo o ambiente e das atividades onde o operador atua (Guérin et al.,2001).

2.5.1.1. **A análise da demanda** é o ponto de partida de toda a análise ergonômica do trabalho. Ela caracteriza-se pelo momento da definição do problema a ser analisado, descrevendo os postos de trabalho e procurando evidenciar os aspectos ergonômicos mais importantes a fim de caracterizar a problemática.

2.5.1.2. **A análise da tarefa** consiste na análise das condições nas quais o trabalhador desenvolve suas atividades de trabalho prescrito. Para tanto, deve ser realizada a análise de documentos e observações sistemáticas, nas quais se consideram os seguintes aspectos:

- **Condições Organizacionais**

Dados referentes ao homem: características do operador (idade e sexo), número de operadores, jornada de trabalho, rotatividade, formação, experiência, habilidades.

Dados referentes à organização do trabalho: organização coletiva de trabalho; repartição das tarefas, relações hierárquica, duração do horário e ritmos de trabalho, acidentes de trabalho.

- **Condições Térmicas**

Dados referentes aos equipamentos: máquinas e equipamentos existentes, meios de proteção, meios de informação, meios de comunicação.

- **Condições físicas e ambientais**

Análise subjetiva de condições ambientais sonoras, térmicas, luminosas e tóxicas.

Assim, a análise da tarefa consiste em estabelecer quais são as operações que devem ser realizadas pelo operador e as condições para sua execução (Vergara & Santos, 1991). A análise da tarefa envolve fundamentalmente:

- a análise das características básicas do espaço dimensional,
- a análise da regulamentação das operações, das instruções, das normas de operação.
- a análise da organização do trabalho.

2.5.1.3. **Análise da atividade:** este tipo de análise consiste no levantamento dos comportamentos do homem na situação real de trabalho. São considerados os comportamentos que possam ser analisados através de métodos e técnicas que sejam aplicáveis a determinadas situações do trabalho.

Encontra-se na AET a base para se aplicar o processo de extração do contexto, que serão adotados neste trabalho durante o estudo de caso.

Concluí-se que os erros humanos podem ser classificados de várias formas e que essas classificações têm sido utilizadas para avaliar os erros e suas conseqüências no ambiente de trabalho automatizado; e que a ergonomia e AET é um mecanismo para analisar e adequar o ambiente de trabalho ao tipo de atividade realizada pelo usuário.

No capítulo 3 é descrito o processo de extração de informações sobre o contexto com base nas normas ISO 9241 parte 11 (ISO 9241-11,1998) e ISO 11064 parte 6 (ISO 11064-6,2003), e sua descrição.

CAPÍTULO 3

Processo de Extração e Análise do Contexto

Neste capítulo, inicialmente são apresentadas as normas técnicas ISO 9241, parte 11, e ISO 11064 parte 6 (normativo para sala de controle). Em seguida, é apresentado o processo proposto para a extração do contexto, detalhando todas as suas etapas.

3.1 Normas Técnicas

As Normas Técnicas são geradas e aperfeiçoadas refletindo um processo de padronização. Elas são amplamente utilizadas e têm um ciclo de vida, pois se tornam superadas ou obsoletas podendo ser substituídas por outras ou sendo abandonadas devido a alterações no contexto tecnológico para o qual foram criadas. Este caráter evolutivo das normas provoca, uma constante tensão sobre seus usuários que têm que optar entre normas existentes e as necessidades impostas por mudanças tecnológicas.

O processo de padronização não é mera reprodução das normas existentes. Ao contrário, aqueles que geram Normas Técnicas, da mesma forma que um legislador, trabalham no abstrato, entre o que é adequado e o que pode vir a ser. Eles devem se basear no existente, mas devem entender as limitações das normas e procurar soluções melhores, mais abrangentes e atualizadas.

O ser humano convive com a padronização há milhares de anos e depende dela para a sua sobrevivência, sem parâmetros para serem seguidos com certeza seria um caos. Por isso os projetistas se apóiam nas normas técnicas para tomar decisões. Neste capítulo, é feita uma breve descrição das normas mais relevantes para o desenvolvimento de um projeto de interface em particular para sistemas desenvolvidos para o setor elétrico.

3.1.1. Norma Técnica ISO 9241

A norma internacional ISO 9241 vem sendo utilizada como referência para o conceito da “usabilidade”, relacionando-o com os aspectos ergonômicos, psicológicos, estéticos e de desempenho, observados na interação homem-máquina (Dias, 2002). Esta norma está organizada em um conjunto de 17 partes, sob o título geral de requisitos ergonômicos para o trabalho de escritório com terminais de vídeo (VDTs) (ISO 9241, 1993). São ilustrados no Quadro 3.1 os títulos de cada parte da norma:

Quadro 3.1: A distribuição das partes da ISO 9241

- | |
|--|
| <p>Parte 1: Introdução geral;</p> <p>Parte 2: Orientações sobre requisitos da tarefa;</p> <p>Parte 3: Requisitos para apresentação visual;</p> <p>Parte 4: Requisitos para teclado;</p> <p>Parte 5: Requisitos posturais e de leiaute para posto de trabalho;</p> <p>Parte 6: Requisitos para ambiente;</p> <p>Parte 7: Requisitos para monitores quanto à reflexão;</p> <p>Parte 8: Requisitos para apresentação de cores;</p> <p>Parte 9: Requisitos de dispositivos de entrada, que não sejam os teclados;</p> <p>Parte 10: Princípios de diálogo;</p> <p>Parte 11: Orientações sobre Usabilidade;</p> <p>Parte 12: Apresentação da informação;</p> <p>Parte 13: Orientações ao usuário;</p> <p>Parte 14: Diálogos por menu;</p> <p>Parte 15: Diálogos por linguagem de comandos;</p> <p>Parte 16: Diálogos por manipulação direta;</p> <p>Parte 17: Diálogos por preenchimento de formulários;</p> |
|--|

Na parte 1, tem-se uma introdução à norma; a parte 2 trata da organização e gerência do trabalho; as partes 3 e 4 referem-se ao projeto dos equipamentos do *hardware*; as partes 5 e 6 referem-se ao local de trabalho; a parte 7 refere-se a recomendações sobre ofuscação e reflexão produzidos na tela e a parte 8 refere-se a recomendações de cores para terminais de

visualização. Por fim, as partes de 9 a 17 referem-se ao *software* e muitas das recomendações propostas são condicionais, isto é, devem ser seguidas somente dentro de um contexto específico no qual elas são aplicáveis (tipos particulares de usuários, tarefas, ambientes e tecnologia). A norma propõe como parte da sistemática de sua adoção, a análise da aplicabilidade das recomendações. A seguir, são detalhadas as partes da norma mais relacionadas a este trabalho.

A parte 10, define os sete princípios de projeto que, segundo o comitê técnico que elaborou esta norma, podem levar a uma interface homem-computador ergonômica. São eles: a adequação à tarefa, a auto-descrição, o controle, a compatibilidade com as expectativas do usuário, a tolerância aos erros, a possibilidade de individualização e a adequação para a aprendizagem;

A parte 11, refere-se à especificação da usabilidade dos sistemas. Nela, a usabilidade é definida como uma característica que permite que o usuário alcance seus objetivos e satisfaça suas necessidades dentro de um contexto de utilização determinado. Por outro lado, desempenho e satisfação do usuário são especificados e medidos a partir do grau de realização dos objetivos perseguidos na interação (eficácia), pelos recursos alocados para alcançar estes objetivos (eficiência) e pelo grau de aceitação do produto pelo usuário.

Na parte 12, aborda-se a apresentação visual das informações através de monitores. Ela traz princípios gerais para a apresentação da informação e se refere tanto à organização da informação nas telas quanto ao uso de técnicas de codificação individual. Suas recomendações referem-se à: janelas, áreas de entradas e saídas, grupos, listas, tabelas, rótulos, campos, cursores, aspectos sintáticos e semânticos de códigos alfanuméricos, abreviaturas, codificação gráfica, códigos de cores e outras técnicas de codificação visual.

A parte 13 trata da orientação ao usuário, que é vista como o conjunto de informações suplementares, portanto adicionais ao diálogo habitual entre homem e máquina, que são fornecidas sob o comando do usuário ou automaticamente pelo sistema. Os elementos do sistema de condução incluem os convites, a realimentação, as informações sobre o estado do sistema, a gestão de erros e a ajuda.

As partes de 14 a 17 tratam dos estilos de diálogo: menu, linguagem de comandos, manipulação direta e preenchimento de formulários. As normas fornecem recomendações referentes à adequação destes estilos de diálogo a diferentes situações, sobre como implementá-los em seus diferentes aspectos e como avaliá-los.

O processo de análise do contexto começa por um estudo da norma ISO 9241 (ISO 9241, 1993), seguido da identificação dos atributos relativos ao usuário, à tarefa, e ao ambiente do sistema. Feito isso, deve-se extrair uma lista de atributos mais relevantes para serem usados na descrição do contexto. A parte 11 descreve como analisar os atributos citados:

1) Descrição de usuários: as características relevantes dos usuários podem incluir: conhecimento, habilidade, experiência, educação, treinamento, atributos físicos e capacidades sensoriais e motoras. Pode também ser necessário definir as características de diferentes tipos de usuários em função do seu nível de experiência ao desempenhar diferentes funções.

2) Descrição das tarefas: se a descrição do contexto for usada como base para o projeto ou avaliação da interação do usuário com o produto, será necessária uma descrição detalhada das atividades e processos. Pode ser necessária a descrição da alocação de atividades e das etapas relacionadas aos recursos humanos e tecnológicos. As tarefas não devem ser descritas apenas em termos das funções ou funcionalidades fornecidas por um

produto ou sistema. Convém que qualquer descrição das atividades e etapas envolvidas no desempenho da tarefa esteja relacionada aos objetivos a serem alcançados.

3) Descrição dos equipamentos: a descrição pode abranger o *hardware*, *software* e os materiais associados com o sistema a partir de um conjunto de atributos ou características de desempenho do *hardware*, *software* ou outros materiais.

4) Descrição de ambientes: Os aspectos relevantes a descrever incluem atributos: (i) do ambiente técnico (rede de trabalho local); (ii) do ambiente físico (local de trabalho, mobiliário); (iii) do ambiente atmosférico (temperatura, umidade); e (iv) do ambiente cultural e social (práticas de trabalho, estrutura organizacional e atitudes). Baseada nesses aspectos, a norma ISO fornece uma lista de atributos a ser observado no contexto, ilustrados nos Quadros 3.2 e 3.3.

Quadro 3.2. Atributos de usuário, tarefas, equipamentos, segundo a norma ISO 9241-11.

Usuários	Tarefas	Equipamentos
<p>Tipos de usuários Primários Secundários e indiretos</p>	<p>Estrutura da tarefa Nome da tarefa Frequência de uso da tarefa Duração da tarefa Frequência de eventos Flexibilidade da tarefa Demanda física e mental Dependências da tarefa Resultado da tarefa Risco resultante de erro Demandas críticas de segurança</p>	<p>Descrição básica Identificação do produto Descrição do produto Principais áreas de aplicação Funções principais</p>
<p>Habilidades e conhecimentos Habilidade/conhecimento do produto Habilidade/conhecimento do sistema Experiência na tarefa Experiência organizacional Nível de treinamento Habilidades nos dispositivos de entrada Qualificações Habilidades de linguagem Conhecimento geral</p>		<p>Especificação Hardware Software Materiais Serviços Outros itens</p>
<p>Atributos pessoais Idade, Gênero, Capacidades físicas Limitações e incapacidades físicas Habilidade intelectual Atitude Motivação</p>		

Quadro 3.3: Detalhamento do Ambiente (Organizacional, Técnico, Físico) segundo a norma ISO 9241-11.

Ambiente		
Ambiente organizacional	Ambiente técnico	Ambiente Físico
<p>Estrutura</p> <p>Horas de trabalho</p> <p>Grupo de trabalho</p> <p>Função do trabalho</p> <p>Práticas de trabalho</p> <p>Assistência</p> <p>Interrupções</p> <p>Estrutura de gerenciamento</p> <p>Estrutura de comunicações</p>	<p>Configuração</p> <p>Hardware</p> <p>Software</p> <p>Materiais de referência</p>	<p>Condições do local de trabalho</p> <p>Condições atmosféricas</p> <p>Ambiente térmico</p> <p>Ambiente visual</p> <p>Instabilidade ambiental</p>
<p>Atitudes e cultura</p> <p>Política no uso de computadores</p> <p>Objetivos organizacionais</p> <p>Relações industriais</p>		<p>Projeto do local de trabalho</p> <p>Espaço e mobiliário</p> <p>Postura do usuário</p> <p>Localização</p>
<p>Projeto de trabalho</p> <p>Flexibilidade do trabalho</p> <p>Monitoramento do desempenho</p> <p>Resposta do desempenho</p> <p>Velocidade</p> <p>Autonomia</p> <p>Descrição</p>		<p>Segurança do local de trabalho</p> <p>Riscos para a saúde</p> <p>Equipamento e roupa de proteção</p>

Os atributos relativos à categoria dos Usuários e da Tarefa já são explorados nos métodos de concepção tais como MCIE (Turnell, 2000), ADEPT (Markopoulos *et al.*, 1992), ERGO-START (Hammouche, 1995), MACIA (Furtado, 1997), ALACIE (Gamboa, 1998), e MEDITE (Guerrero, 2002).

A partir da norma ISO 9241-11(ISO 9241-11,1998) e dos atributos já mencionados foi construída uma representação em estrutura de árvore, na qual é atribuída uma hierarquia as categorias e seus atributos, como ilustra a Figura 3.1.

Esta norma apresenta nove princípios que são considerados para projetar centros de controles mais ergonômicos.

Princípio 1 – Aplicação da abordagem de projeto centrada no usuário

Projeto iterativo de um sistema focalizando especificamente em sua usabilidade e enfatizando o papel do operador humano como agente controlador do sistema.

Princípio 2 – Integrar a ergonomia na prática da engenharia

Diretrizes para a gestão do projeto devem integrar a ergonomia e suas ferramentas.

Princípio 3 – Melhorar o projeto através de iterações.

Avaliações devem ser realizadas até que a interação entre operadores e sistema atinja seus requisitos funcionais e os objetivos.

Princípio 4 – Conduzir uma análise situacional

Realizar uma análise do contexto de trabalho e de contextos similares.

Princípio 5 – Conduzir uma análise da tarefa

Compreender e descrever as tarefas realizadas por todos aqueles implicados com o ambiente da sala de controle.

Princípio 6 - Projetar sistemas tolerantes ao erro

Utilizar uma avaliação de risco para obter informações sobre o erro humano.

Princípio 7 – Assegurar a participação do usuário

Usuários devem ser envolvidos no projeto do centro de controle.

Princípio 8 – Formar uma equipe de projeto multidisciplinar

A equipe de projeto, incluindo usuários, deve ser interdisciplinar ao longo de todo o ciclo de projeto.

Princípio 9 – Documentar as bases ergonômicas do projeto

Registrar as reflexões e discussões relacionadas a ergonomia do projeto.

Ao se projetar Centro de controles é necessário a aplicações desses princípios para que o ambiente esteja adequado as normas técnicas.

3.1.2.1. ISO 11064 - Parte 6

Esta parte da norma trata especificamente do ambiente da sala de controle e, portanto se relaciona diretamente ao foco deste trabalho, visto que este é o ambiente no qual ocorre a interação do operador com sistemas industriais críticos.

O ambiente da sala de controle tem sido alvo de atenção no projeto da interface de sistemas críticos, pois esses ambientes quando não são apropriados podem seriamente afetar o desempenho do operador sobre o sistema. Em sala de controle os fatores do ambiente incluem a claridade, a umidade, a temperatura, a vibração e o ruído. Para observar esses fatores é também necessário observar o seu efeito sobre os operadores. Deve-se, também, observar o deslocamento do operador no ambiente de trabalho, e as pressões exercidas pelo fator tempo na realização de suas tarefas e pela complexidade do equipamento operado na sala de controle.

Os padrões relacionados às exigências ambientais resultam em melhores condições de trabalho de tal maneira que a segurança de operação dos sistemas cresce; a saúde dos operadores não é ameaçada, e promove-se maior eficiência no seu trabalho. As exigências da norma também abordam as necessidades em outras áreas funcionais relacionadas à sala de controle (sala de repouso, etc.). Estes padrões são gerais e, portanto, não abordam de forma específica as características de países e ou regiões.

Segundo a Parte 6 dessa norma, há setes princípios ergonômicos gerais para um bom projeto do ambiente da sala de controle (ISO 11064-6, 2003):

Princípio 1: As necessidades, em termos das demandas da tarefa sobre o operador e seu conforto, serão o foco preliminar ao projetar o ambiente da sala de controle.

Princípio 2: A fim de otimizar o desempenho e conforto do operador, os níveis da iluminação e de temperatura, deverão ser ajustáveis.

Princípio 3: Onde existirem demandas conflitantes entre vários aspectos do projeto do ambiente (condições térmicas, qualidade do ar, iluminação, acústica, vibração, e projeto do interior e estética) um equilíbrio, que favoreça necessidades operacionais, deve ser buscado.

Princípio 4: Onde fatores externos forneçam a informação operacional (vistas da segurança, condições atmosféricas), estes deverão ser considerados ao projetar o centro de controle.

Princípio 5: Os fatores ambientais operam em conjunto e devem ser considerados de uma maneira holística, isto é, o conjunto do ambiente necessita ser considerado (por exemplo o ruído gerado pelos sistemas de condicionamento de ar).

Princípio 6: O projeto do ambiente deve ser usado para eliminar os efeitos prejudiciais do trabalho em turnos, por exemplo, elevando a temperatura do ambiente pela manhã.

Princípio 7: O projeto do ambiente deve considerar mudanças futuras (por exemplo de equipamento, de disposição da estação de trabalho, e da organização do trabalho). Isto pode ser feito projetando para obter flexibilidade, por exemplo, na posição da iluminação dos dutos de ventilação, etc.

A qualidade do ambiente de trabalho deve ser considerada como uma parte integral do processo do projeto total para centros de controle. Este projeto é uma atividade multidisciplinar.

Segundo a norma (ISO 11064-6, 2003), os passos do projeto do ambiente de controle são ilustrados na Figura 3.2.

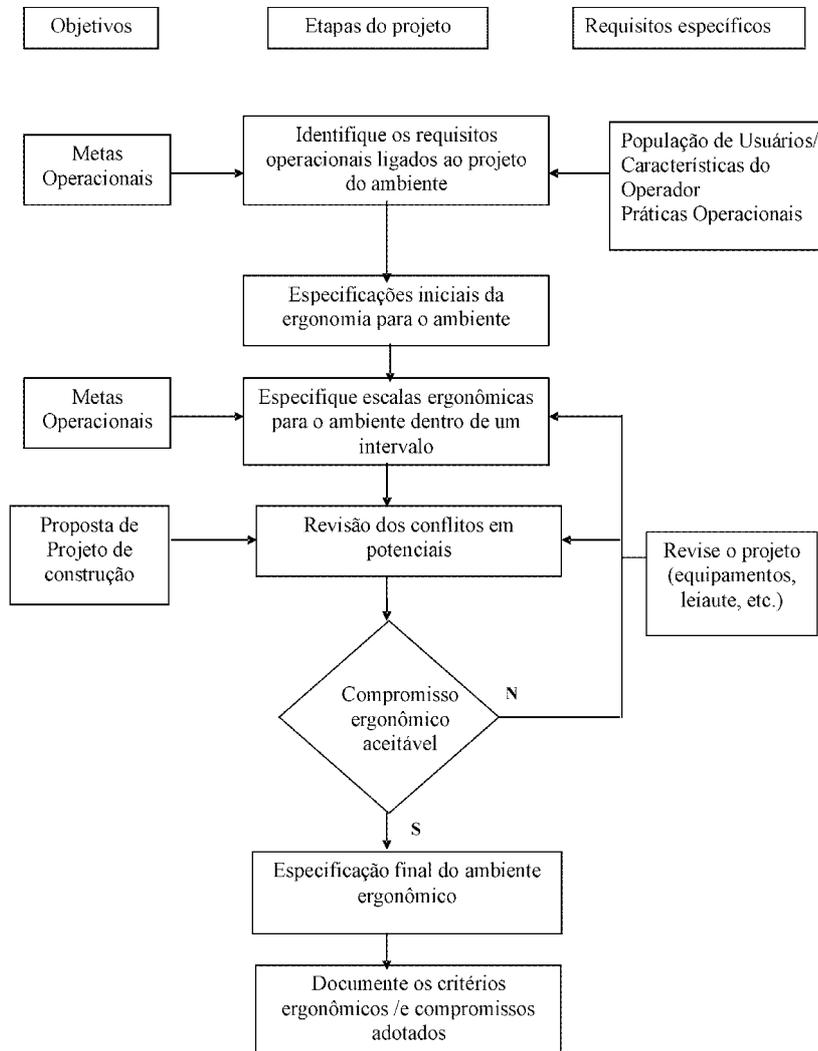


Figura 3.2: Processo total para o Projeto do Ambiente da Sala de Controle (ISO 11064-06)

Através da especificação dos atributos especificados, a norma conduz a projetos mais ergonômicos para sala de controle. Ao adotar a norma esperamos que os ambientes assim projetados não interfiram com o operador durante a realização de suas tarefas reduzindo seus erros de interação com o sistema.

A documentação gerada ao final das etapas sugeridas na Figura 3.2 é voltada para a construção de centros de controle, porém pode ser também utilizada no reprojeto destes

ambientes, identificando e propondo soluções para possíveis problemas decorrentes do projeto não ergonômico. Um exemplo da influência do projeto do ambiente sobre a qualidade das atividades do operador é o do conforto visual, citado no texto da norma. No projeto da iluminação da sala de controle, visando atingir o conforto visual, devem ser considerados: o tipo de atividade do operador, o leiaute da sala de controle e os equipamentos na estação de trabalho (ISO 11064-6, 2003). Os fatores relacionados ao conforto visual são:

- flexibilidade adequada para tarefas e escalas visuais diferentes dos operadores (por exemplo idade);
- otimização do desempenho visual no ambiente de trabalho;
- minimização da degradação no desempenho humano;
- aumento da segurança;
- aumento da legibilidade da informação;
- melhora do estado de alerta do operador;
- realce do conforto e a saúde do operador;
- leitura vertical e horizontal do material impresso em estações de trabalho, se requerido;
- a leitura de mapas em paredes e de material de referência;
- visão do equipamento auto-iluminado, como monitores de VDU, indicadores de alarmes e painéis de *status*;
- a leitura de painéis iluminados em consoles de controle;
- a leitura de expositores externos à estação de trabalho.

Para isso é necessário que a iluminação esteja adequada para atender às necessidades do operador. Outros parâmetros relacionados com a iluminação, a acústica e o ar são tratados no Anexo C.

3.1.2.2. ISO 11064 - Parte 7

Esta parte da norma propõe um conjunto de princípios para apoiar a validação dos centros de controles, baseados na ergonomia. Estes princípios são muito próximos aos utilizados no projeto de interfaces ergonômicas, ver seção 3.1.1. A norma também propõe medidas do desempenho humano que servem de base para a avaliação ilustrada no Quadro 3.4.

Quadro 3.4: Medidas de Desempenho Humano

- 1) Compatibilidade: as entradas e saídas de informações, durante as interações, devem respeitar as limitações e habilidades dos operadores.
- 2) Compreensibilidade: a informação apresentada deve ser compreendida facilmente e as ações de controle devem resultar nas respostas esperadas do sistema.
- 3) Consciência da situação: a situação deve ser compreendida e com base nos acontecimentos atuais e passados o operador deve ser capaz de fazer previsões.
- 4) “Controlabilidade”: o operador deve ser capaz de tomar decisões.
- 5) Carga Cognitiva: o operador tem capacidade de processamento cognitivo, limitada.
- 6) Medidas do Trabalho em Equipe: os principais fatores que descrevem o desempenho da equipe são a interação social entre os membros da equipe, a distribuição da carga de trabalho, a comunicação e cooperação entre os membros da equipe.
- 7) Medidas relacionadas à habilidade de aprendizado: significa que usuários inexperientes podem aprender facilmente como utilizar o sistema sem consultar manuais ou com poucas consultas.
- 8) Medidas relacionadas à Eficácia, Eficiência e Satisfação: estes fatores também são abordados na norma ISO 9241-11, como forma de avaliar a usabilidade.
- 9) Medidas de desempenho do sistema, relevantes à segurança.
- 10) Leitura das estações de trabalho envolvendo a dinâmica da antropometria, a organização física do ambiente e interações.

Nesta seção, apresentam-se as normas relacionadas com o projeto do ambiente de uma sala de controle, uma vez que este ambiente é o foco deste trabalho.

3.2. Análise do Contexto

No processo de extração e representação do contexto, será incorporada a metodologia AET desenvolvida por (Guérin et al, 2001) e descrita no Capítulo 2. Esta associação deve-se à necessidade de analisar situações reais de trabalho levando em conta a diversidade das pessoas e destas situações, assim como abordar as condições oferecidas pelo ambiente de trabalho (ruído, iluminação, temperatura), as características dos postos de trabalho e o teor e a organização do trabalho. Este processo de extração do contexto será posteriormente integrado à etapa de análise de requisitos do método MCIE.

Segundo a norma ISO 9241-11 (ISO 9241-11,1998), o contexto abrange atributos tanto do usuário quanto da tarefa, assim como aqueles relacionados ao ambiente e equipamentos, como ilustra a Figura 3.3. Esta representação do contexto será detalhada a seguir e constitui a base deste processo de extração do contexto.

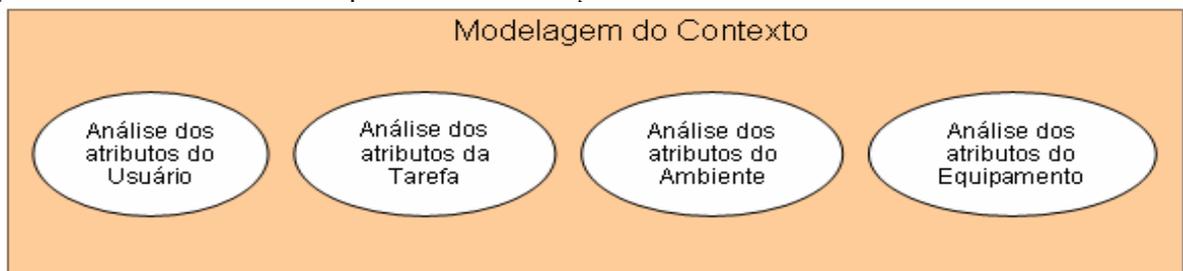


Figura 3.3: Representação do Contexto

1) **Análise dos atributos do usuário:** uma representação do usuário já é adotada em várias metodologias de concepção de interfaces tais como:

ADEPT (Markopoulos et al., 1992) nesta metodologia o *modelo do usuário*, que coleta informações gerais sobre as características dos usuários neste modelo é identificado habilidades, conhecimentos e estilos de processamento da informação. Este modelo é usado para influenciar e auxiliar na seleção de alternativas de projeto;

MACIA (Furtado, 1997) nesta metodologia a etapa *análise do domínio* é a fase que começa por um estudo preliminar do domínio para identificar os usuários, os problemas que

eles enfrentam com o sistema existente e seus objetivos com o novo sistema. No fim deste estudo, o analista já está familiarizado com o vocabulário do domínio e pode identificar as tarefas realizadas pelos operadores e os módulos que determinam as assistências sobre o processo em supervisão.

MEDITE (Guerrero, 2002) o princípio desta metodologia é guiar o desenvolvedor, experiente ou não em ergonomia, passo a passo na especificação das interfaces. Para tanto, propõe etapas bem definidas com modelos e artefatos específicos partindo dos atributos pertinentes ao usuário e tarefas a realizar;

MCIE (Turnell, 2000) neste método a representação resume as características, ou perfil do usuário, a qual é extraída através de questionários, entrevista, observação.

2) **Análise dos atributos da tarefa:** representa o conhecimento relativo as atividades que o usuário deve realizar, e como pode ocorrer essa interação, por exemplo, nome da tarefa, duração, seqüenciamento das ações a serem realizadas, etc. Esse modelo também tem sido bastante explorado por outras metodologias ADEPT (Markopoulos *et al.*, 1992), ALACIE (Gamboa, 1998), ERGO-START (Hammouche, 1995), MEDITE (Guerrero & Lula, 2002), MACIA (Furtado, 1997), MCIE (Turnell, 2000) ;

3) **Análise dos atributos do ambiente:** Segundo a norma ISO 9241-11, ambiente é todo e qualquer lugar onde podem ocorrer as atividades do operador e onde ele pode interagir com a organização. Este ambiente pode ser classificado em ambiente Organizacional, Ambiente técnico e Ambiente Físico (ISO 9241-11, 1998).

- Ambiente Organizacional: é o funcionamento da organização e como ela está estruturada; a atitude, cultura e o projeto de trabalho dentro da empresa.

- Ambiente Técnico: é a organização e a estrutura dos equipamentos, software e documentação (que o operador recorre em caso de dúvidas).
- Ambiente Físico: envolve a descrição a respeito dos atributos (leiaute, equipamentos, etc.) da climatização e da segurança do local.

Portanto, o ambiente pode ser descrito como ilustrado na Figura 3.4, que representa a interação do usuário com o ambiente, no momento em que atua sobre um sistema.

Estas informações podem ser capturas através de questionário, observação direta, entrevista e análise documental como podemos observar a seguir. São então gerados documentos para que o projetista de Interfaces possa analisar o contexto.

3.2.1. Processo de Extração do Contexto (PEC)

Com base nas recomendações da norma ISO 9241-11, é proposto um processo para extração do contexto, o qual se encontra ilustrado na Figura 3.5.

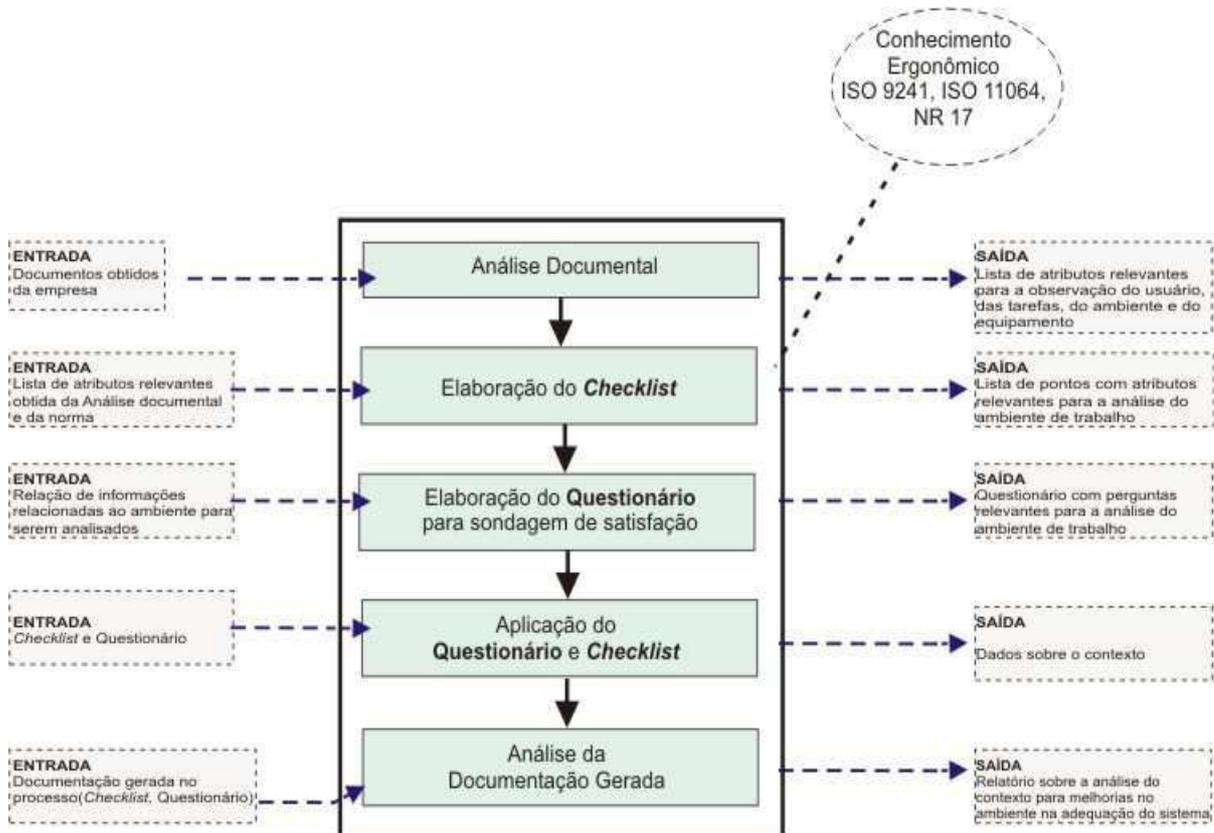


Figura 3.5: Processo para extração do contexto (PEC)

3.2.1.1. ETAPA 1 - Na etapa Análise Documental é realizada uma análise na documentação obtida sobre o ambiente de trabalho (empresa) que o descreva dos três pontos de vista: organizacional, técnico e físico. Esta documentação deve permitir a identificação dos atributos relevantes para o processo de concepção do ambiente de trabalho. Nesta etapa, dado que o foco deste trabalho é voltado para a concepção de interfaces, são também identificados os atributos do ambiente que podem influenciar na qualidade da interação usuário-sistema.

Entrada: Documentos obtidos da empresa que descrevem: o leiaute do ambiente de trabalho, os equipamentos e a estrutura organizacional da empresa (normas de trabalho, comunicação interna).

Saída: Lista de atributos relevantes para a observação do usuário, das tarefas, do ambiente e do equipamento.

3.2.1.2. ETAPA 2 - A etapa de **Elaboração do Checklist para observação do ambiente** deve ser baseada no conhecimento ergonômico. O conhecimento ergonômico consiste do conjunto de recomendações contido nas normas técnicas, relativas ao contexto. O *checklist* será construído com base no artefato da etapa “Análise Documental” que lista os atributos que devem ser escolhidos para o ambiente a ser analisado e nos atributos definidos pela norma ISO 9241-11. Os Quadros (3.5, 3.6 e 3.7a, 3.7b) ilustra um *checklist* padrão⁴ que é proposto para apoiar a observação direta do ambiente de trabalho.

Entrada: Lista de atributos relevantes, obtida da Análise Documental e da norma.

Saída: Lista de pontos com atributos relevantes para a análise do ambiente de trabalho.

⁴ *Checklist* padrão – consiste de uma coletânea de pontos que deve ser instanciada para casos específicos.

Quadro 3.5. Checklist do Ambiente Organizacional baseado na ISO 9241-11

Checklist 1: Ambiente Organizacional					
Atributos da Estrutura					
Itens	Descrição	SIM	NÃO	N/A	Comentários/Recomendações
Horas de trabalho	Os horários de trabalho são fixos?				
Grupo de Trabalho	Existe identificação entre os membros da equipe de trabalho?				
Função do trabalho	É bem definida a hierarquia das funções dentro da empresa?				
Interrupções	Existe situação onde o usuário recebe estímulos externos e se implicara no atraso da tarefa				
Estrutura de comunicação	Existe comunicação interna eficiente?				
ATITUDES E CULTURA	DE ACORDO COM A EMPRESA AS ATITUDES E A CULTURA PODEM SER DIFERENCIADAS				
Itens	Descrição	SIM	NÃO	N/A	Comentários/Recomendações
Política no uso de computadores	O acesso ao computador é livre?				
Objetivos organizacional	A empresa tem um planejamento sobre os pontos onde o suporte deve ser mais intenso?				
PROJETO DE TRABALHO	DESENVOLVIMENTO E ACOMPANHAMENTO				
Itens	Descrição	SIM	NÃO	N/A	Comentários/Recomendações
Flexibilidade do trabalho	Existe uma flexibilidade quanto aos prazos de execução das tarefas do projeto?				
Monitoramento do desempenho	Existe acompanhamento de cada etapa realizada no projeto?				
Autonomia	Existe a autonomia para tomar alguma decisão ?				

Quadro 3.6. Checklist do Ambiente Técnico baseado na ISO 9241-11

Checklist 2: Ambiente Técnico

Atributos da Configuração					
Itens	Descrição	SIM	NÃO	N/A	Comentários/Recomendações
Hardware	Os equipamentos utilizados no ambiente de trabalho é adequado para a execução nas tarefas realizadas?				
Software	Os softwares que são utilizados para a tarefa e o ambiente possui suas características e ferramentas específicas ao contexto da aplicação para o qual foram desenvolvidos.				
Materiais de referência	Existe material para que o usuário possa recorrer para tirar suas dúvidas?				

Quadro 3.7a. Checklist do Ambiente Físico baseado na ISO 9241-11

Checklist 3: Ambiente Físico					
Condições do local de trabalho					
Itens	Descrição	SIM	NÃO	N/A	Comentários/Recomendações
Condições atmosféricas	Caso ocorram mudanças nas condições atmosféricas isso irá interferir no trabalho?				
Ambiente Térmico	Existe um controle sobre a temperatura do ambiente?				
Ambiente Visual	Este um planejamento para o conforto visual relacionado ao aspecto físico?				
Projeto do local de trabalho					
Espaço e mobiliário	As instalações estão adequadas ao usuário? (ex. espaço adequado entre o mobiliário para se movimentar existe padronização)				
Postura do Usuário	A posição com que é realizada a atividade é adequada?				
Localização	A localização onde é realizada a tarefa está adequado segundo as normas?				

Quadro 3.7b. Checklist do Ambiente Físico baseado na ISO 9241-11

Checklist 3: Ambiente Físico (cont.)

Segurança no local de trabalho					
Risco para a saúde	Existe algum tipo de risco (stress prolongado, Lesão por esforço repetitivo (LER) ou qualquer outro tipo que prejudique a saúde do usuário)				
Equipamento e roupa de proteção	A necessidade de utilizar alguma roupa especial ou equipamento na hora de realizar a tarefa.				

3.2.1.3. ETAPA 3 - A Elaboração de Questionário para sondagem de satisfação do usuário é baseada no conhecimento ergonômico foi formulado um questionário para fazer a sondagem junto ao usuário sobre os aspectos relacionados ao ambiente (organizacional, técnico e físico), pode ser aplicado localmente ou via *Web* para facilitar a coleta de dados quando o número de usuários a serem abordados for uma amostra quantitativa, esse questionário pode ser do tipo fechado (com opções que o respondente deve escolher) ou aberto (o respondente é livre para responder) veja um modelo do questionário no Quadro 3.7.

Entrada: Relação de informações relacionadas ao ambiente para serem analisados.

Saída: Questionário com perguntas relevantes baseadas no conhecimento ergonômico e extraídos da documentação, para a análise do ambiente de trabalho.

Quadro 3.8. Modelo do questionário de sondagem de satisfação do usuário.

QUESTIONÁRIO
LEVANTAMENTO DA SATISFAÇÃO DO USUÁRIO SOBRE O AMBIENTE
<ol style="list-style-type: none"> 1) <i>O horário de trabalho afeta sua vida social?</i> 2) <i>É realizado com frequência treinamento na sua área de atuação?</i> 3) <i>É realizada a integração dos funcionários através de reuniões ou eventos?</i> 4) <i>A comunicação interna é feita de forma clara?</i> 5) <i>O uso do computador na empresa tem alguma restrição?</i> 6) <i>Os programas utilizados estão adequados a suas atividades?</i> 7) <i>No ambiente da sala de trabalho existem ruídos que interferem na concentração (equipamento com ruído, telefone)?</i> 8) <i>Existe projeto voltado para a reorganização do ambiente de trabalho?</i>

3.2.1.4. ETAPA 4 – Consiste na **Aplicação do questionário e do Checklist** . Para tanto, são realizadas visitas à empresa, durante a qual são feitas observações e entrevistas com base nos artefatos: **Checklist** e **Questionário**.

Entrada: *Checklist* e questionário.

Saída: Dados sobre o contexto

3.2.1.5. ETAPA 5 - A Análise da Documentação do Contexto. Esta etapa utiliza os dados coletados nas etapas anteriores. Este tipo de análise se fundamenta em procedimentos heurísticos.

A partir dos dados coletados, deve ser gerado um relatório (APÊNDICE C) contendo a análise dos dados do ponto de vista ergonômico e discutindo sua influência sobre a interação do usuário com o sistema. Da análise, podem surgir sugestões de mudanças no ambiente de modo a melhorar adequação da interação do usuário com o sistema e adicionar ao sistema mecanismos de ajuda para tornar a interação mais ergonômica e menos sujeita a erros. Por exemplo, bloquear ações não permitidas que podem resultar em erros e acidentes.

Entrada: Documentação gerada no processo

Saída: Lista de pontos sobre melhorias no ambiente e na adequação do sistema

Conclui-se que a coleta de dados é uma fase crucial que deve ser realizada no próprio local onde será usado o produto ou sistema. Uma coleta eficaz deve possibilitar a compreensão de como o operador trabalha e interage com o ambiente, detalhando a execução de sua tarefa.

Os instrumentos sugeridos para a coleta dos dados referentes ao ambiente são: a análise documental, entrevista semi-estruturada e observação livre. (Mastella, 2004) e (Vergara,1997)

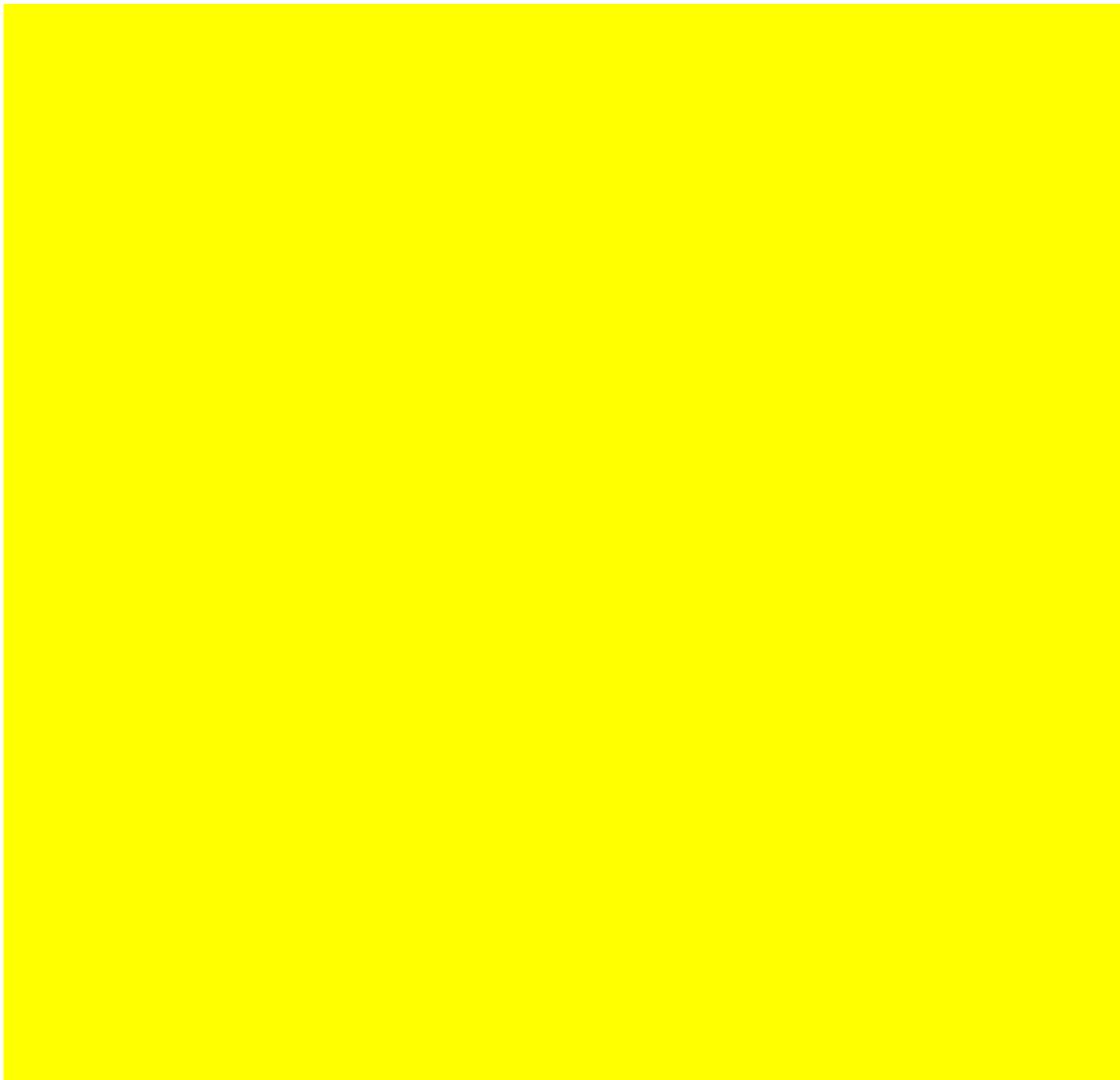
a) Análise Documental é constituída pelo exame de materiais que ainda não receberam um tratamento analítico, esses documentos devem ser fornecidos pela empresa (Mastella, 2004).

b) Entrevistas Semi-Estruturadas nesta etapa deve ser feita uma entrevista com base em um roteiro flexível para o entrevistador, levando a uma melhor compreensão dos fatos a serem analisados (Mastella, 2004) e (Vergara,1997).

c) Observações Livres nesta etapa é realizada a visita à empresa para observação do ambiente de trabalho (Mastella, 2004) e (Vergara,1997). Apesar de livres, as observações são mais eficazes quando apoiadas por *checklists*, a exemplo do proposto pela (SINTEF, 2003).

3.3. INTEGRAÇÃO DA ANÁLISE DO CONTEXTO AO MCIE

Para o MCIE, a modelagem do contexto representa a complementação de um trabalho iniciado no âmbito do Grupo de Interface Homem-Máquina (GIHM) que objetiva melhorar a ergonomia de sistemas e produtos a partir de um método de concepção (Scaico, 2001), (Guerrero, 2004), (Scherer, 2004), (Nascimento, 2004). Estes trabalhos ainda não consideravam de forma explícita a análise do contexto nem a relação entre o contexto e o erro humano. Com o desenvolvimento deste trabalho, o MCIE passa por um refinamento da etapa de análise de requisitos, como ilustrado na Figura 3.6.



A partir deste trabalho, a etapa análise de requisitos passa a ter dois processos: (i) análise do equipamento e (ii) análise e modelagem do ambiente.

Através dos procedimentos definidos neste capítulo, aplica-se o processo de análise e representação do contexto ao estudo de caso da empresa CHESF, como será descrito no próximo capítulo.

CAPÍTULO 4

Estudo de Caso: O Contexto na Empresa CHESF

Neste capítulo, será apresentada a aplicação do processo, proposto a um estudo de caso. Para o estudo, foi escolhida a empresa CHESF, e o seu ambiente de operação de subestações. A escolha do estudo de caso se fundamentou no fato dos sistemas elétricos serem categorizados como sistemas críticos, pois as tarefas de supervisão e controle dessa indústria exigem do operador atenção, experiência, agilidade e controle. A perda desse controle pode causar acidentes com conseqüências das mais variadas. Outro ponto relevante para a escolha foi o fato de a empresa adotar um nível considerável de automação de seus processos de supervisão e controle e disponibilizar para este estudo uma base de relatórios sobre ocorrências de acidentes e incidentes relacionados com a falha humana ocorridas durante a operação do sistema.

4.1. Aplicação do Processo para a Extração do Contexto

Como proposto na descrição do processo, este estudo de caso inicia pela aplicação da metodologia AET, com o esclarecimento da demanda inicial. No estudo de caso, esta demanda se relaciona com o elevado número de falhas que ocorrem na sala de controle das subestações fornecedoras de energia elétrica.

4.1.1. ETAPA 1 - Análise Documental

A análise documental iniciou-se com os relatórios de falhas fornecidos pela CHESF. Foi realizada uma pré-seleção de relatórios a partir de um conjunto de 386 casos de relatos de acidentes ocorridos na empresa, no período compreendido entre 1998 e 2005. O corpus analisado consistiu de um conjunto de 30 relatórios relacionados a erros e falhas operacionais. A seleção destes relatórios fez parte do trabalho de (Guerrero, 2004), com base nos seguintes

critérios: (i) acidentes causados pelo erro humano; (ii) acidentes ocorridos na sala de comando ou no pátio; (iii) acidentes ocorridos durante a realização de tarefas de controle ou supervisão. Estes relatórios constituíram o corpus inicial utilizado no processo de construção de um modelo conceitual de cenários de acidentes causados pelo erro humano.

Na realização deste trabalho, foram também utilizadas informações obtidas nas normas e procedimentos disponibilizados pela empresa, e no seu site (<http://www.chesf.gov.br/>), os quais complementaram o corpus analisado. Do material analisado foi obtida a descrição da empresa, que comporá a saída desta etapa do processo e que é apresentada, a seguir.

A Companhia Hidrelétrica do São Francisco - CHESF é uma empresa instalada na região Nordeste, sua sede é em Recife e atua na região há 55 anos. Possui um sistema de geração hidrotérmico, com predominância de usinas hidráulicas, que são responsáveis por um percentual superior a 95% da produção total.

O sistema elétrico da CHESF pode ser dividido em vários subsistemas, como segue: Norte, Sul, Centro, Oeste, Leste e Sudoeste. O subsistema Leste é composto de nove subestações, com três delas instaladas em Campina Grande, as quais são operadas por uma equipe de 12 operadores. A energia elétrica é transmitida através de um amplo e complexo Sistema de Transmissão, composto de 94 subestações e mais de 18.000 km de linhas, nas tensões de 69, 138, 230 e 500 kV. Esse é o maior sistema de transmissão, em extensão, do país (CHESF, 2005). A empresa atende diretamente os consumidores de energia, como indústrias e concessionária. As concessionárias são responsáveis em repassar ao consumidor residencial.

Os operadores que participaram deste estudo de caso são funcionários da CHESF e atuam na sala de controle em turnos de 6 horas. A equipe em cada turno é composta por dois operadores e um encarregado. Os operadores controlam e monitoram, por meio da

manipulação direta, os dispositivos físicos encontrados nos painéis e mostradores assim como utilizam terminais de um sistema de supervisão para agir remotamente.

Neste estudo, o processo de extração da informação junto aos operadores foi restrito à subestação de Campina Grande II e Bela Vista, com a coleta de informações baseada em formulários impressos. Inicialmente cogitou-se a possibilidade de aplicar o formulário de coleta via *web*, pois se pretendia abranger um número maior de subestações e operadores, entretanto por restrições da empresa o processo de coleta foi restrito a Campina Grande.

Na busca de uma explicação para a ocorrência dos acidentes relatados, foi feita uma análise do erro humano, em cada um dos relatos, com base no conjunto de atributos do ambiente. Para cada relato foi preenchido um quadro relacionando os atributos do ambiente que poderiam ter influência sobre a ocorrência do erro. Embora a empresa adote uma classificação própria para os atributos do contexto, estes refletem os atributos propostos na norma ISO 9241-11(ISO 9241-11,1998); assim, foi realizada uma comparação entre os dois conjuntos de atributos, durante a análise. Dos 30 quadros gerados a partir desta análise, dois são ilustrados a seguir: os Quadros 4.1 e 4.2. Os demais quadros constituem o Apêndice A. Estes quadros associados à descrição da empresa constituem a saída desta etapa.

Descrição da ação: Durante a realização da manobra de liberação do religador 21Y5, o mesmo não aceitou comando elétrico de abertura remota nem local. Então o operador, realizando as manobras nas chaves, deslocou-se para sala de comando e lá chegando recebeu orientação de um terceiro operador para concordar a posição da chave 101 do 21Y5 com a sinalização vermelha (fechado) e abri-lo, em seguida o operador (do pátio) recém chegado a sala de comando dirigiu-se para o painel de comando dos religadores e indevidamente acionou o punho da chave 101 do 21Y4 abrindo-o, notando a falha fechou-o.

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO1)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacional: Ambiente</i>	Falta de sinalização na chave 101 antes do início de manobras Chaves de Comando dos religadores muito próximas
USUÁRIO	<i>Individual: Homem</i>	Desatenção, Excesso de Auto Confiança, Estresse e Cansaço
	Individuais: Estressores	Excesso de Manobras
TAREFA	Procedimentos	Mudança de ações operacionais face falha 21Y5
EQUIPAMENTO	<i>Situacional: Ambiente- Equipamento</i>	Falha no circuito de abertura do religador 21Y5
OBS: a falha ocorreu no início do turno da tarde às 14h50. O turno era composto por 2 operadores		

Quadro 4.2: Comparativo dos Atributos do **Relatório2**

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO1)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacional: Normativo</i>	Falha de comunicação, Falha de supervisão.
USUÁRIO	<i>Individual</i>	Descumprimento das normas
TAREFA		
EQUIPAMENTO		
OBS: a falha ocorreu no início do turno da manhã às 07h49		

A partir da comparação entre atributos do ambiente, buscou-se obter uma descrição mais completa dos fatores que poderiam influenciar a execução das tarefas descritas nos relatórios. Da análise realizada concluiu-se que algumas situações relacionadas à ocorrência das falhas se repetiram com frequência.

4.1.2. ETAPA 2 - Elaboração do *Checklist* para observação do ambiente

Os atributos relevantes para a observação do ambiente foram obtidos a partir de uma instanciamento, para o estudo de caso, do *Checklist* padrão proposto neste processo (ver seção 3.2.1, do Capítulo 3). Este, por sua vez, foi construído com base nas normas ISO 9241-11 (ISO 9241-11,1998) e ISO 11064-06 (ISO 11064-6,2003). A instanciamento eliminou itens do *checklist* original uma vez que a partir da análise documental muitos pontos de observação

deixaram de ser necessários. Da instanciação obteve-se como resultado o *Checklist* para observação do ambiente no local de trabalho da empresa estudada ilustrada nos Quadros (4.3.a, 4.3.b e 4.4).

Quadro 4.3a: *Checklist* do Ambiente Organizacional

Checklist 1: Ambiente Organizacional						
Nome da Empresa		CHESF				
Responsável		Ângela Lima				
Data						
Itens	Descrição	SIM	NÃO	N/A	Referência à documentação	Comentários/Recomendações
1.1	Os operadores têm uma visão adequada, desobstruída de painéis do lugar de trabalho normal deles/delas?					
1.2	O arranjo de assento permite co-operação fácil, comunicação de voz e alcança entre operadores?					
1.3	<p>Informações importante e freqüentemente usada como por exemplo, (RTM) está facilmente disponível aos operadores?</p> <p>As informações deveriam ser armazenadas e deveriam ser estruturadas para prover acesso fácil e rápido. Cheque: permissões de trabalho, manuais de procedimento.</p>					
1.4	No ambiente de trabalho dos operadores tem espaço reservado para uso de documentação escrita sem interferir com controles e exibições visuais?					

Quadro 4.3.b: *Checklist* do Ambiente Organizacional

Checklist 1: Ambiente Organizacional (continuação)						
1.5	Para o supervisor é proporcionado um lugar de trabalho separado? <i>Freqüentemente são dirigidos informações e pedidos de permissão de trabalho ao supervisor. O lugar de trabalho do supervisor deveria ser um ponto de reunião natural ao entrar no sala de controle</i>					
1.6	O lugar de trabalho do supervisor lhe permite obter informação importante da sala de controle?					
1.7	Outras pessoas (manutenção, supervisão etc.) conseguem obter informação necessária sem perturbar os operadores?					
1.8	Máquinas de escritório como impressoras, máquinas de tirar cópia e fax são colocados em uma sala, não utilizada pelos operadores?					

Quadro 4.4: Checklist do Ambiente Físico

Checklist 2: Ambiente Físico						
Nome da Empresa		CHESF				
Responsável		Ângela Lima				
Data						
Itens	Descrição	SIM	NÃO	N/A	Referência à documentação	Comentários/Recomendações
2.1	<p>A temperatura de ar operativa está entre 20 o C e 24o C debaixo de todas as condições de tempo ?</p> <p><i>É recomendado que a temperatura de ar seja mantida qualquer hora e especialmente debaixo de 22 o C a em época de inverno. Temperatura muito alta ou muito baixa pode causar desatenção e pode ser um fator de risco durante trabalho que requer tarefas mentais. Possibilidade para ajustes de temperatura individuais deveria ser provida.</i></p>					
2.2	São providas linhas de comunicação dedicadas entre a emergência controle centro e a sala de controle?					
2.3	<p>Existem ruídos que possa perturbar o ambiente da sala de controle?</p> <p><i>Como rádio, alarmes, movimentação</i></p>					
2.4	As cores das paredes e chão da sala de controle estão adequadas as normas?					
2.5	A relação de dimensões que determinam o espaço global deveria ser considerada ao planejar uma sala de controle.					
2.6	É utilizado os equipamentos de proteção para as manobras externas?					

4.1.3. ETAPA 3 – Elaboração do questionário para sondagem de satisfação do operador

Após a análise dos relatórios de ocorrências na empresa e das normas técnicas foi elaborado um questionário para analisar o nível de satisfação do operador em relação ao ambiente de trabalho na sala de controle. O questionário elaborado é ilustrado nas Figuras (4.5a e 4.5.b) a seguir:

Quadro 4.5a: Questionário para sondagem de satisfação do operador

QUESTIONÁRIO APLICADO COM O OPERADOR – PARA SONDAÇÃO DE SATISFAÇÃO DO OPERADOR		
Versão: Outubro de 2005		
Fator	Perguntas a serem feitas	
Organizacional	Qual o seu nível de satisfação quanto aos horários incomuns na sua jornada de trabalho?	<input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Elevada
Comentários:		
Organizacional	Há procedimentos claros para a comunicação de informação e responsabilidade entre salas de controles diferentes?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Às vezes
Comentários:		
Físico	Qual a o seu nível de satisfação quanto à temperatura ambiente do seu local de trabalho para execução das manobras?	<input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Elevada
Comentários:		
Físico	Qual o seu nível de satisfação quanto à visualização das informações nos painéis, nos mostradores e nos terminais do sistema?	<input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Elevada
Comentários:		

Quadro 4.5b: Questionário para sondagem de satisfação do operador

QUESTIONÁRIO APLICADO COM O OPERADOR – PARA SONDAÇÃO DE SATISFAÇÃO DO OPERADOR (CONTINUAÇÃO)		
Físico	Qual o seu nível de satisfação quanto ao espaço físico e mobiliário do ambiente de trabalho para realizar as manobras?	<input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Elevada
Comentários:		
Físico (Acústico)	Qual a classificação você da para o nível de perturbação ao atender ao telefone no ambiente de trabalho?	<input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Elevada
Comentários:		
Equipamentos	As falhas nos equipamentos ocorrem com frequência ? Especifique qual o equipamento que mais ocorre falhas.	<input type="checkbox"/> Muito <input type="checkbox"/> Pouca <input type="checkbox"/> Às vezes
Comentários:		
Físico (Acústico)	Os equipamentos que fazem muito barulho tem local específico para ficar para não perturbar o ambiente da sala de controle ?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Às vezes
Comentários:		
Físico (Acústico)	Existe isolamento acústico do ambiente?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Comentários:		
Físico (Iluminação)	O nível de iluminação (posicionamento das luminárias, níveis de iluminação) é adequado para desenvolver suas atividade ?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Às vezes
Comentários:		
Físico (Térmico)	Caso ocorra mudança nas condições atmosféricas como ventania, chuvas e temporal essas mudanças afetam a realização da sua tarefa?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Às vezes
Comentários:		
Físico (Acústico)	Os alarmes do sistema representam muito ruído para o ambiente?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Às vezes
Comentários:		

4.1.4. ETAPA 4 – Aplicação do questionário e do Checklist

Após a elaboração do *Checklist* e do questionário, utilizou-se essa documentação na realização das entrevistas e visitas. A entrevista foi realizada com engenheiros da empresa, na Divisão de Metodização e Suporte de Operação (DOMO), com o propósito de obter informações sobre a organização da empresa e normatização dos documentos de relato. Durante a entrevista obtivemos respostas às questões relacionadas ao ambiente organizacional, como sugere a norma ISO 9241-11(ISO 9241-11,1998). A partir das respostas obtidas elaborou-se uma lista de pontos constatados sobre o ambiente:

- não adoção de uma norma técnica para o Leiaute dos equipamentos;
- não adoção de uma norma técnica para o Leiaute da sala de controle;
- avaliação do desempenho do operador em relação ao tempo de realização de uma tarefa (manobra);
- não existe fiscalização quanto ao cumprimento de normas operacionais;
- os horários de trabalhos dos operadores são variados;
- adequação do normativo operacional ainda em andamento.

Ainda como parte desta etapa, foram realizadas visitas na (SE CGD). Durante as visitas foi utilizado o *checklist* para observação do ambiente. Alguns pontos de observação demandaram a ajuda dos operadores, os quais também responderam aos questionários, individualmente.

Uma vez que os resultados desta etapa: (*checklists* e questionários preenchidos) são entradas da etapa de análise, estes serão apresentados na próxima etapa de análise.

4.1.5. ETAPA 5 – Análise da documentação gerada

Com base na documentação gerada nas etapas anteriores, foi realizada uma análise envolvendo os dados dos 30 relatórios. Na análise, foi levantada a frequência de ocorrência dos atributos nos relatórios, que se encontra registrada no Quadro 4.6 para dez dos trinta relatórios. A frequência de ocorrência nos demais relatórios encontra-se registrada nos

quadros ilustrados no Apêndice B. Os resultados obtidos permitem identificar os fatores do ambiente que mais contribuíram para a ocorrência dos erros.

Quadro 4.6: Levantamento das Ocorrências dos atributos

Levantamento da ocorrência dos atributos extraídos dos relatórios da CHESF				
RELATÓRIOS CHESF	AMBIENTE	USUÁRIO	TAREFA	EQUIPAMENTO
RELATÓRIO 1	Leiaute inadequado dos Equipamentos	Desatenção Excesso de auto confiança Estresse e cansaço Excesso de manobras	Mudança de ações operacionais	Falha no religador
RELATÓRIO 2	Falha de comunicação Falha de Supervisão	Descumprimento das normas		
RELATÓRIO 3		Descumprimento das normas		Falha no disjuntor Falha no relé Atuação indevida da proteção distância
RELATÓRIO 4	Leiaute inadequado dos Equipamentos	Aumento da carga de trabalho		Falha no religador
RELATÓRIO 5	Instruções Técnicas/ Normativas deficientes Falta detalhar as manobras dos equipamentos do Serviço Auxiliar.	Descumprimento das normas Desatenção		
RELATÓRIO 6	Falta procedimento para o operador em emergência Leiaute externo inadequado	Estresse	Diagnóstico falho	Falha na chave seccionadora
RELATÓRIO 7		Pouco conhecimento do procedimento, Pouca experiência e prática		
RELATÓRIO 8		Repetitividade das ações		
RELATÓRIO 9	Leiaute inadequado dos Equipamentos	Excesso de autoconfiança		
RELATÓRIO 10	Leiaute inadequado da Sala de comando	Desatenção Excesso de autoconfiança	Interferência na Comunicação	

De acordo com a categorização (usuário, tarefa, equipamento e ambiente), sugerida pela ISO, é possível observar a incidência de cada atributo na sua respectiva categoria, para os casos estudados.

Observa-se na categoria Usuário da (Figura 4.1) que o aspecto cognitivo (desatenção, estresse, cansaço) é um fator que tem influenciado na execução das manobras (Almeida, 2005), (Amalberti, 1996). Por outro lado, o **descumprimento de normas** demanda um maior envolvimento da empresa no sentido de esclarecer e fornecer subsídios aos operadores para utilizar normas durante a execução de suas tarefas (Vergara, 1995).

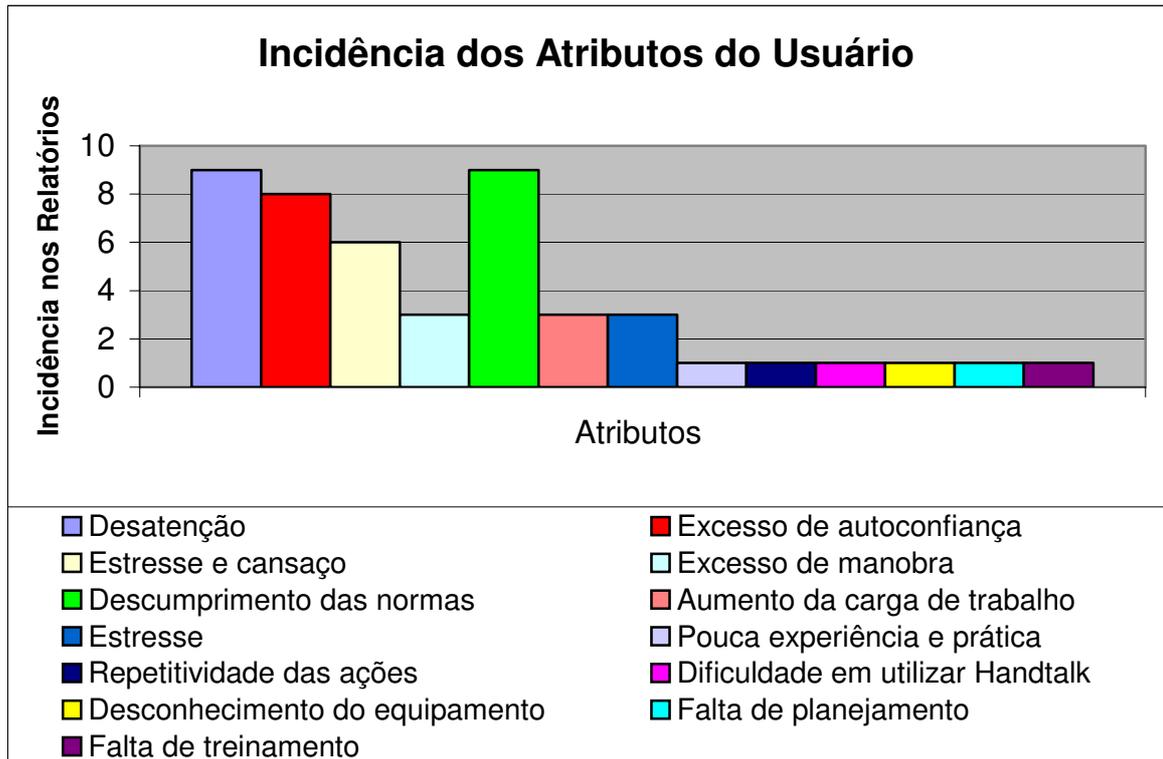


Figura 4.1: Incidência dos Atributos do Usuário

Observa-se que na categoria atributos da Tarefa (Figura 4.2) houve um equilíbrio em relação a ocorrência dos atributos analisados, não havendo, portanto, destaque de atributos que mereçam comentário.

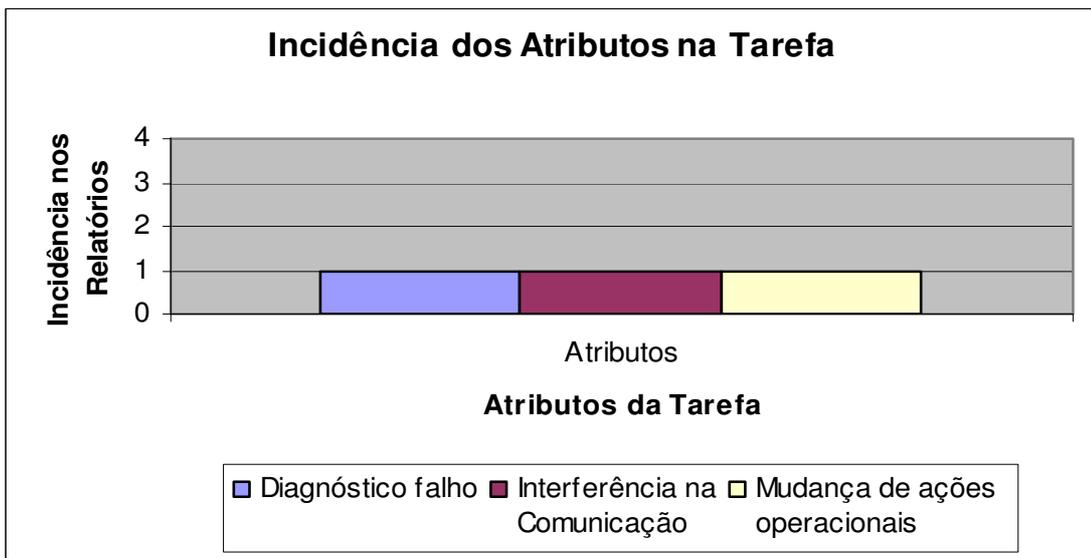


Figura 4.2: Atributos da Tarefa

Na categoria Equipamento (Figura 4.3) o que mais causou problemas para o operador, ao interagir com o sistema, foram as falhas de relés que muitas vezes não responderam aos comandos.

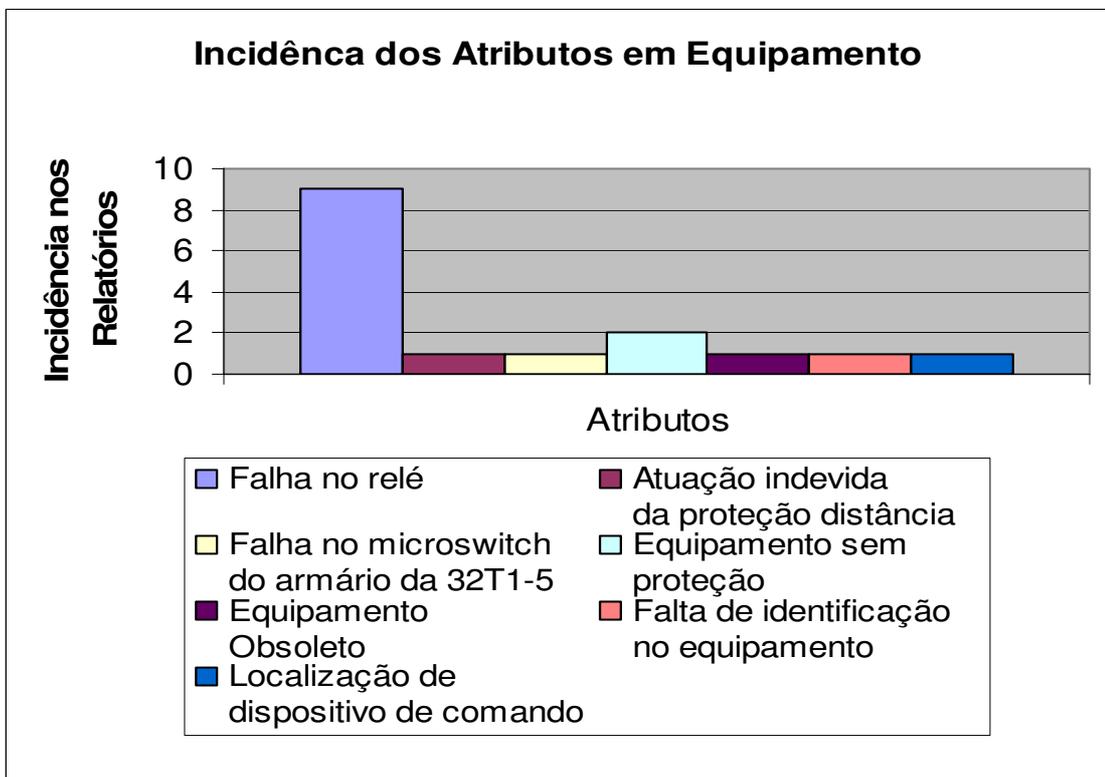


Figura 4.3: Atributos do Equipamento

Observa-se na categoria do Ambiente (Figura 4.4) que a falta de planejamento no leiaute da sala de comando reflete na execução das manobras (Santos & Zamberlan,1992).

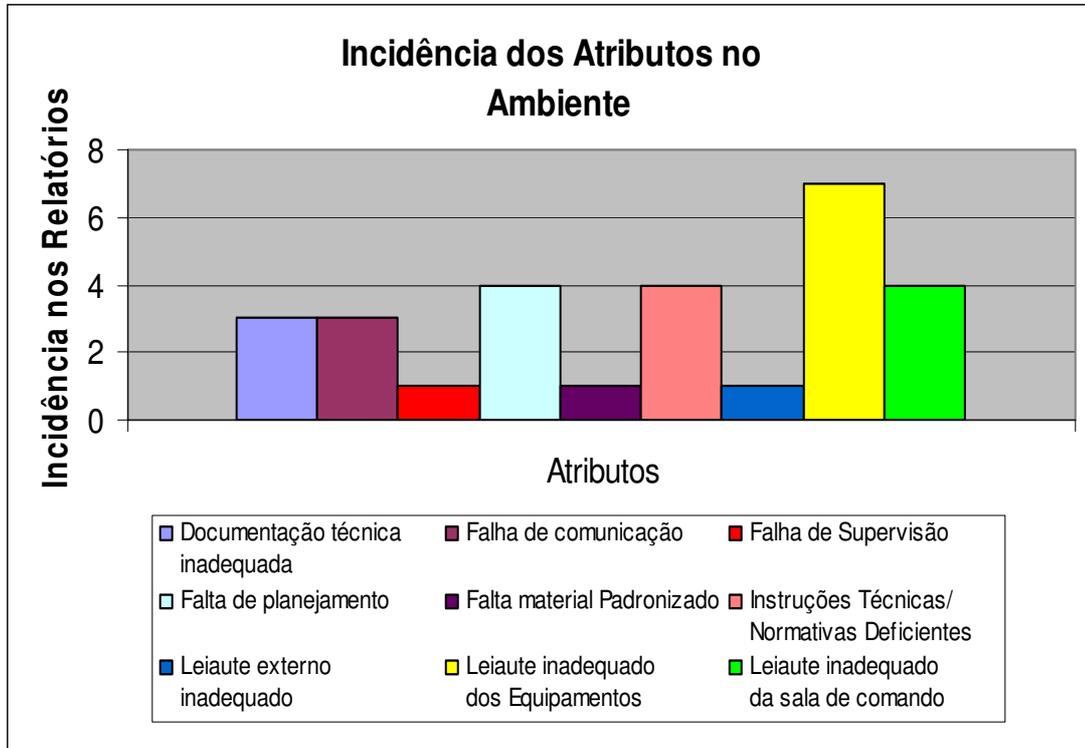


Figura 4.4: Atributos do Ambiente Organizacional

No questionário, foram introduzidas questões para sondar a opinião do operador sobre a influência do contexto de trabalho sobre sua tarefa, baseado nas recomendações das normas ISO 9241- 11 (ISO 9241-11,1998), ISO 11064-6(ISO 11064-6,2003). Da aplicação do questionário a 11 operadores foram obtidos os seguintes resultados. No Quadro 4.7, é apresentado o resultado da totalização das respostas obtidas.

Itens	Perguntas	Baixa	Média	Elevada
1	Nível de satisfação quanto aos horários incomuns na jornada de trabalho?		6	5
2	Nível de satisfação quanto à temperatura ambiente para execução das Manobras. (na sala de controle)		5	6
3	Nível de satisfação quanto à visualização das informações nos painéis, mostradores e nos terminais do sistema.		7	4
4	Nível de satisfação quanto ao espaço físico e mobiliário do ambiente de trabalho para realizar as manobras.	2	5	4
5	Nível de perturbação no ambiente de trabalho por: ruído do aparelho do ar condicionado, telefone, equipamento barulhento, alarmes.	2	4	4
6	Nível de Iluminação (posicionamento das luminárias, níveis de iluminação) é adequado para desenvolver suas atividades		8	3
	Perguntas	Sim	Não	Às vezes
7	As falhas nos equipamentos ocorrem com frequência?	6		5
8	Existe Isolamento acústico no ambiente da sala de controle? (por exemplo, para equipamentos que fazem barulho, para interferência externa)		9	2

Na Figura 4.5, é apresentada a totalização do nível de satisfação em relação a cada item do questionário. Por exemplo, para a questão 6, oito dos onze usuários apresentam nível médio de satisfação, enquanto apenas três apresentam nível de satisfação elevado.

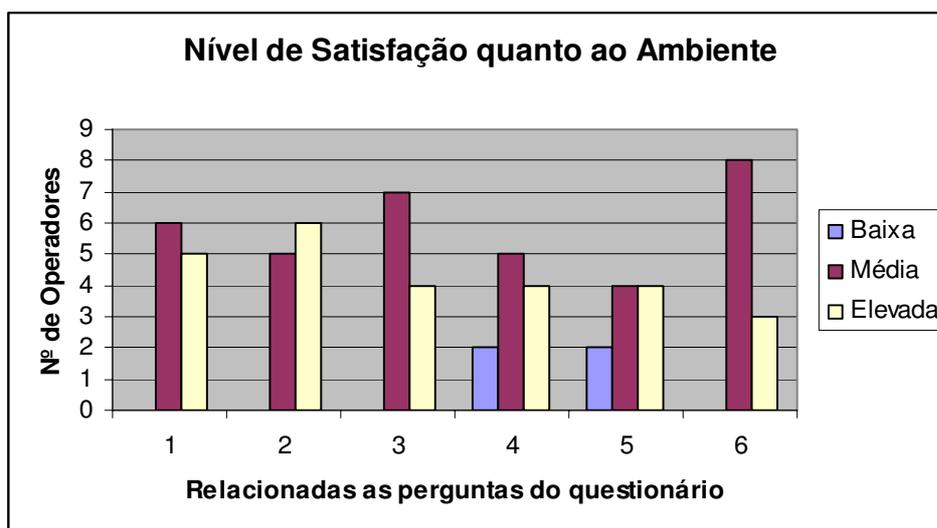


Figura 4.5: Resultados Obtidos quanto ao Nível de satisfação do Ambiente

A Figura 4.6 sintetiza as respostas relativas aos itens 7 e 8 do questionário, relativos aos equipamentos, destacando a necessidade de manutenção ou troca de equipamentos e de melhora do isolamento acústico do ambiente.

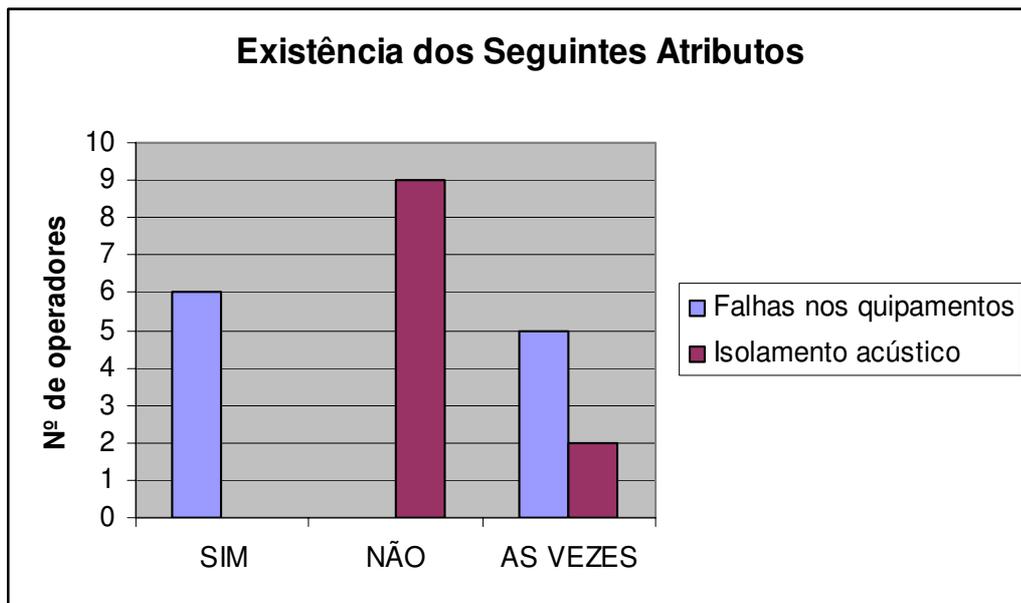


Figura 4.6: Resultados Obtidos do Questionário relativos a questão 7 e 8

Nas entrevistas com os operadores, abordou-se também aspectos relacionados à estrutura do ambiente organizacional, apoiado por um roteiro de perguntas previamente elaborado:

ROTEIRO A SER SEGUIDO PARA ENTREVISTA COM OPERADORES NO AMBIENTE DE TRABALHO	
<i>Elaboração de algumas perguntas não fechadas para se explorar melhor a opinião do operador em relação ao ambiente</i>	
Entrevistado	
Data:	
Local/Turno	
<ol style="list-style-type: none"> 1. São realizadas reuniões para que o operador fique a par das decisões que possam afetar a realização do seu trabalho? 2. O número de operadores é adequado em cada subestação? 3. Realiza-se treinamento com frequência? 4. Existem cobranças no desempenho do operador? 5. A comunicação interna é realizada de forma clara? 	

Relação de Problemas relatados nas entrevistas:

Através das visitas e observações realizadas na sala de controle foi possível classificar os dados coletados conforme o Quadro 3.3 mostrado na seção 3.1.1 e ilustrado nos Quadros (4.8, 4.8a).

Quadro 4.8. Classificação conforme a norma ISO 9241-11(ISO 9241-11,1998)

AMBIENTE	
ORGANIZACIONAL	<p>Estrutura</p> <p>O treinamento deveria ser mais freqüente;</p> <p>Falhas no projeto da sala de controle, pois normalmente o projeto é desenvolvido por pessoas sem vivencia em salas de controle e os operadores não são consultados;</p> <p>A manutenção preventiva só ocorre em equipamentos de mais relevância, enquanto que o correto seria ter uma manutenção preventiva de todos os equipamentos. Alguns só se submetem à manutenção quando apresentam problemas;</p> <p>Quando há problemas de proporção maior com interrupção de energia o operador precisa esperar uma resposta da Organização Nacional de Sistemas (NOS) para poder ‘fechar a ocorrência’, (finalizar o procedimento), isso deixa o operador sob tensão, pois a autorização pode demorar a ocorrer.</p> <p>Durante as visitas, notou-se que o telefone da sala de controle toca com freqüência e que o operador precisa interagir com o sistema e com o telefone principalmente durante a ocorrência de problemas. O telefone na terminologia da empresa é um ‘distrator’ do operador;</p> <p>Problemas com equipamentos; (i) principalmente com os relés, pois alguns já estão um tanto obsoletos, (ii) equipamentos fora do padrão que adotado na SE⁵, (iii) erros em alguns equipamentos: erro de aferição, erro do próprio fabricante que força os operadores a compensar na hora de calcular os valores das medições dos painéis.</p>
TÉCNICO	<p>Configuração</p> <p>O programa utilizado para fazer manobras o SAGE⁶, às vezes deixa o operador com falsas expectativas de falhas, pois vive disparando o alarme sem de fato estar ocorrendo qualquer problema. Isso pode levar o operador em determinados momentos a ignorar uma ocorrência real.</p>

⁵ Referenciados pelos operadores como ‘armadilhas’

⁶ Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia foi Desenvolvido no *Laboratório Avançado de Supervisão e Controle* - LASC

Quadro 4.8a. Classificação conforme a norma ISO 9241-11(ISO 9241-11,1998)

AMBIENTE (CONTINUAÇÃO)	
FÍSICO	<p><i>Condições do local de trabalho</i></p> <p>Falta a exibição clara do mapa de riscos. Este se encontra desatualizado e pouco visível;</p> <p>O mobiliário poderia ser mais bem organizado, pois existe muito material sobre a mesa tal como telefones, rádio, prancheta.</p> <p>O ambiente da sala de comando ainda não está adequado à norma ISO 11064-11, pois alguns fatores ainda não estão ajustados, por exemplo: a iluminação, a visualização dos mostradores nos painéis e a disposição dos equipamentos como podemos observar nas fotos do ambiente da sala de controle (Figuras 4.7 e 4.8).</p> <p><i>Projeto do Local de Trabalho</i></p> <p>A inadequação do painel à estatura média dos operadores faz com que ao realizar as medições o operador fique exposto ao efeito paralaxe, que resulta na medição errada. Este problema está sendo corrigido com a instalação de medidores digitais, mas ainda está em fase de implantação.</p>



Figura 4.7: Sala de Controle da subestação de Campina Grande II (CGD)

Figura 4.8: Painéis da Sala de Controle da subestação de Campina Grande II(CGD)



A partir do estudo realizado no ambiente da sala de controle, apoiado pelo processo aqui proposto, mostrou-se eficaz na identificação de atributos do ambiente de trabalho para o contexto.

CAPÍTULO 5

Conclusões e Sugestões de Trabalhos Futuros

Neste capítulo, serão apresentadas as conclusões acerca dos resultados obtidos através da aplicação do processo proposto a um estudo de caso e os resultados da análise da influência do contexto sobre os erros humanos. São também propostas sugestões de continuidade.

Considera-se que o objetivo geral desta dissertação, *propor um processo para a etapa de análise e descrição do contexto do ambiente de trabalho* foi alcançado. Do estudo de caso realizado, foi constatado que os resultados obtidos para descrição do contexto complementam a etapa de análise de requisitos do método de concepção de interfaces ergonômicas (MCIE). Por sua vez, a utilização de normas técnicas como fundamentação do processo, se mostrou uma estratégia bastante eficaz, pois facilitou a identificação de atributos chave no processo de descrição do contexto. Na elaboração do processo, foram também propostos instrumentos para apoiar o projetista na análise e descrição do contexto; no entanto, alguns destes instrumentos ainda não se encontram em uma versão informatizada, o que facilitaria ainda mais a tarefa do projetista. Finalmente, a análise da relação entre o contexto de uso e a ocorrência de erros evidenciou diversos aspectos úteis para o reprojeto do ambiente de trabalho do estudo de caso, como será discutido mais adiante.

A aplicação do processo ao estudo de caso possibilitou identificar os atributos críticos do ambiente de trabalho que interferem na realização das tarefas dos operadores, destacando os aspectos que estariam favorecendo a ocorrência dos erros humanos. Durante a análise dos relatórios da empresa, o processo (PEC) se apoiou fortemente na AET, como descrito no capítulo anterior. A Ergonomia desempenha um papel fundamental na humanização do trabalho, focalizando nas mudanças no ambiente e na organização do trabalho e tendo como

objetivo reduzir a lacuna entre a tarefa prescrita e a tarefa realizada, evitando assim a ocorrência de acidentes.

Do estudo, foi concluído que as principais **causas do erro** podem ser agrupadas nas seguintes categorias de acordo com o processo PEC conforme ilustrado no Quadro 5.1:

Quadro 5.1: Classificação dos atributos

CATEGORIAS	ATRIBUTOS
USUÁRIO	Desatenção, estresse e cansaço, excesso de autoconfiança, desobediência às normas, sobrecarga cognitiva (causada, por exemplo, pela diversidade de alarmes), etc.
EQUIPAMENTOS	Falhas de equipamentos, equipamentos sem proteção, equipamentos sem padronização, falta planejamento da manutenção preventiva, etc.
AMBIENTE	Inadequações no gerenciamento das cobranças ou de atitudes, falhas em procedimentos, treinamentos raros, instalações inadequadas, inexistência de um sistema de isolamento acústico de equipamentos, inexistência isolamento do ambiente a interferências externas (telefone, pessoas, etc.), iluminação deficiente, não há um ambiente de transição para minimizar o impacto da mudança de temperatura entre a sala de controle e o pátio.

Da análise dos **fatores do ambiente** que podem ter levado ao erro, foram obtidos os seguintes resultados:

Na categoria Usuário, os fatores identificados relacionados ao erro foram: as escalas de turno muito próximas, o número reduzido de operadores, a falta de motivação e a presença de terceiros no ambiente de trabalho.

Na categoria Equipamentos, os fatores identificados refletem problemas relacionados com a não conformidade com as normas técnicas, tais como: falta de padronização, erros de aferição, equipamentos obsoletos, painéis com mostradores inadequados, que podem causar transtornos ao executar manobras; comprovando os resultados dos estudos de (Santos & Zamberlan, 1992).

Na categoria Ambiente, refletem problemas relacionados à falta de planejamento: no leiaute da sala de comando, na padronização e no normativo.

Os resultados supracitados foram obtidos através da análise do corpus, em particular dos relatórios de falhas ocorridas em diferentes subestações da empresa CHESF. Por outro

lado, as visitas e entrevistas foram restritas à subestação de Campina Grande. O conjunto de dados possibilitou inferir a relação entre o contexto e as situações de erro. As inferências foram apoiadas pelos estudos realizados sobre acidentes causados pelo erro humano, (Amalberti, 1996), (Almeida, 2001). Estes estudos mostram que fatores analisados contribuem para a ocorrência de erros ao colocar o operador em situações de risco.

Para os projetistas, as informações sobre o contexto de uso são essências, pois envolvem características dos usuários, tarefas, equipamentos e ambiente que podem ser utilizadas no projeto de interface ou no seu reprojeto de modo a proporcionar uma interação mais ergonômica. Outros atributos, do contexto voltados especificamente para o ambiente de trabalho, podem ser incorporados como recomendações para ambientes mais adequados as normas técnicas e que possa proporcionar uma interação melhor entre usuário e sistema.

Essas informações possibilitam uma visão mais real do ambiente de trabalho, fundamentando a concepção dos mecanismos de ajuda ao usuário e resultando em maior robustez na operação do sistema.

Uma verificação de conformidade do ambiente pode também ser realizada com base na norma ISO 11064-7(ISO 11064-7,2000).Uma vez que esta norma oferece um *checklist* que pode ser adotado durante o projeto ou mesmo para avaliar instalações já projetadas. Assim, propõe-se que esta norma seja utilizada em um processo de avaliação do ambiente analisado, no estudo de caso, para em seguida, a partir dos resultados da avaliação serem formuladas diretrizes para o reprojeto da sala de controle da empresa. Assim, espera-se adequar o ambiente para os operadores reduzindo com isso os fatores que levaram a incidência de erros.

Do ponto de vista da integração ao MCIE, este trabalho possibilitou a reformulação da etapa de análise de requisitos detalhando a sub-etapa análise do contexto. Em consequência desse detalhamento, fez-se necessário o refinamento do modelo do usuário e da tarefa para eliminar redundâncias.

Por se tratar de uma amostra restrita ao universo da CHESF, não pode-se fazer uma generalização dos resultados aqui obtidos. No entanto, não se pode desconsiderar esses resultados, pois os mesmos representam uma parcela do ambiente onde os operadores atuam e refletem de fato a situação do contexto onde podem ocorrer os erros para uma subestação elétrica.

Os resultados mais gerais deste trabalho deverão apoiar a extração e representação do contexto de uso para outras situações além daquela do estudo de caso. Desta forma, pretende-se apoiar projetos que possam se beneficiar do conhecimento do contexto, tais como o projeto de salas de controle e, em particular, a concepção de interfaces mais ergonômicas para os sistemas utilizados nestes ambientes.

Os resultados mais específicos deste trabalho, relacionados ao estudo de caso, serão aplicados na elaboração de cenários de incidentes e acidentes no projeto de um simulador que possibilite o estudo de situações críticas o qual será também utilizado no treinamento de operadores da empresa estudada.

Limitações do Processo de Extração do Contexto (PEC)

Este processo foi aplicado para um tipo de sistema crítico (subestação elétrica) e um tipo de ambiente, no entanto pode ser utilizado para outros tipos de sistemas desde que sejam feitas adaptações para identificação dos atributos e sejam utilizadas normas técnicas de acordo com as necessidades do sistema o que dificulta a sua aplicação é a falta de padronização existente nos ambientes.

5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com a finalização deste trabalho, são apresentadas algumas sugestões de continuidade:

- **Construção de ferramentas para apoiar o processo de coleta e análise de dados.**

O MCIE não possui ferramentas apropriadas para a geração e construção automatizada de questionários ou *ckecklist* para apoiar o levantamento do contexto;

- **Construção de uma ferramenta que possa adaptar a base ergonômica para diferentes contextos;**

Na construção da base, sugere-se a definição de uma estrutura geral baseada no conhecimento ergonômico que possibilite ao projetista escolher as categorias e atributos a serem utilizados de acordo com o contexto de uso da aplicação.

- **Construção de uma ferramenta para facilitar a descrição e documentação do contexto baseado na norma ISO.**

Essa ferramenta deve permitir que o projetista possa extrair as informações relevantes para aplicá-las no projeto de interface.

- **Validar a premissa de que o conhecimento do contexto leva a projetos mais ergonômicos.**

Baseado no contexto de uso de um produto podem ser projetadas interfaces mais ergonômicas que por sua vez reduzem a incidência de erros humanos.

- **Desenvolvimento de pesquisa utilizando o PEC em outros ambientes de trabalho.**

Aplicando o processo proposto a outros ambientes de trabalho tanto no suporte a concepção de novos sistemas quanto na avaliação dos ambientes e sistemas existentes.

Referências Bibliográficas

ABRAHAO, J. ; SILVINO, A. M. D. ; SARMET, M. M. *Ergonomics, cognition and informatized job*. Psic.: Teor. e Pesq., May/Aug. 2005, vol.21, no.2, p.163-171. ISSN 0102-3772.

ALMEIDA, I. M. *Construindo a culpa e evitando a prevenção: caminhos da investigação de acidentes do trabalho em empresas de município de médio porte*. Botucatu São Paulo, 2001. [Tese de Doutorado – Faculdade de Saúde Pública da USP.

ALMEIDA, I. M., BAUMECKER, I. C. *Guia de campo para a análise de erros humanos*, Revista Cipa nº294, ano 2005 Disponível em:

<http://www.cipanet.com.br/materia_capa.asp?id=1&n=294> Acesso em: 07 novembro de 2005

AMALBERTI, R. *La conduite de systèmes à risques*. Collection Le Travail Humain, 1996.

BOUYER, G. C. E SZNELWAR, L. I. *Análise cognitiva do processo de trabalho em Sistemas Complexos de Operações*. Ano 02, Vol 04, mar/2005. Disponível em <<http://www.cienciasecognicao.org/>>. Acesso em maio de 2005.

CARPES JR.,W. P., SELL I.O *Produto como causador de acidentes*.Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção.UFSC, Florianópolis, v.4, n.2,dez.2004.

Disponível em<< <http://www.producaoonline.inf.br/v04n02/artigos.php> >>

Acesso em: 10 de outubro de 2005

CELLIER J.M. *L'erreur humaine dans le travail*. In: LEPLAT, Jaques, DE TERSSAC, Gilbert. Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes. Avec la collaboration de: J.M. Cellier, M. Neboit, A. Oudiz. Marseille: Octares, 1990. ISBN 2- 906-769-03-7.

CHESF .NO-05. Norma de Operação. *Análise do Desempenho Humano na Operação em Tempo Real*, CHESF, 2005.

CHESF, 2005. *Site da Companhia Hidrelétrica do São Francisco*. Disponível em <<http://www.chesf.gov.br/>> Acesso em: 10 de outubro de 2005

CHESF, 2003. *Relatório de Acompanhamento de Falhas Humanas*, CHESF 2003.

CYBIS, W. A. Laboratório de Utilizabilidade de Informática.Florianópolis, Maio de 2003. Disponível em <<http://www.labiutil.inf.ufsc.br/apostila/apostila.htm>>

DEY, A. K. ; ABOWD, G. D. Towards a better understanding of context and context-awareness.

In Proceedings of the 2000 Conference on Human Factors in Computing Systems, The Hague, The Netherlands, April 2000.

DIAS, C. *Avaliação de usabilidade: conceitos e métodos*. Revista Eletrônica do Instituto de Informática, Campinas, v.2, n.1, 2002.

Disponível <http://www.puc-campinas.edu.br/.../ceatec/revista_eletronica/Segunda_edicao/Artigo_02/Avaliacao_de_Usabilidade.PDF>

Acesso em :17 de setembro 2005

FARIAS, F. G. *Diretrizes para Projeto de Interfaces Homem-Máquina Aplicadas a Sistemas de Supervisão Industriais*, 117p. Dissertação (Mestrado), Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, COPELE-DEE, UFPB, Campina Grande, 1996.

FURTADO M. E. S. *Mise en oeuvre d'une méthode de conception d'interfaces adaptatives pour des systèmes de supervision à partir de spécifications conceptuelles*. PhD thesis, Doctorat de productique et Informatique à l'Université Aix Marseille III, France, 1997.

GAMBOA F. R. *Spécification et Implémentation d'ALACIE: Atelier Logiciel d'Aide à la Conception d'Interfaces Ergonomiques*, Thèse de Doctorat, Paris XI, Octobre, 1998.

GUBER N. D. *Responsabilidade no projeto do produto: uma contribuição para a melhoria da segurança do produto industrial*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, maio, 1998.

GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG, J.; KERGUELEN, A. *Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia*. São Paulo: Universidade de São Paulo- Escola Politécnica, Fundação Vanzolini, Editora Edgard Blucher, 2001.

GUERRERO, C. V. S. *MEDITE - Uma Metodologia Orientada a Modelos para Concepção de Interfaces Ergonômicas*. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Ciência da Computação da UFCG, Campina Grande, PB, 2002.

GUERRERO, C. V. S. *Proposta de um Arcabouço para Concepção e Avaliação de Interfaces Ergonômicas*. Relatório Projeto e Pesquisa 1, Pós-Graduação em Ciência da Computação da UFCG, Campina Grande, PB, 2003.

GUERRERO, C. V. S. *Modelo Conceitual de Cenários de Acidentes causados pelo Erro*

Humano em Sistemas Industriais Críticos. Monografia de Qualificação COPELE/UFCG, novembro, 2004.

HALLIDAY, M. A. K.; HASAN, R. *Language, context, and text: aspects of language in a social-semiotic perspective*. 2 ed. Oxford: Oxford University Press, 1989.

HAMMOUCHE H. *De la modélisation des tâches utilisateurs au prototype de l'interface homme-machine*. Thèse de Docteur, Université Paris VI, Décembre, 1995.

HOLLNAGEL, E. *Cognitive Reliability and Error Analysis Method: CREAM*. Oxford, UK: Elsevier Science, Inc. 1998. ISBN 0-08042-848-7.

ISO 11064-1,2000 *Ergonomic design of control centres, Part 1- Principles for the design of control centres*. Geneva, 2000.

ISO 11064-6,2003. *Ergonomic design of control centres, Part 6- Environmental requirements for control centres*. Geneva, 2003.

ISO 11064-7,2000. *Ergonomic design of control centres, Part 7- Principles for the evaluation of control centres*. Geneva, 2000.

ISO 9241,1993. *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals*. Geneva, 1993.

ISO 9241-11,1998. *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11: Guidance on usability*, 1998.

KEYSER, V. *Fiabilité Humaine et la Gestion du temps dans les systèmes complexes*. Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes. Avec la collaboration de: J.M. Cellier, M. Neboit, A. Oudiz. Marseille: Octares, 1990.

MARKOPOULOS P., PYCOCK J., WILSON S., *ADEPT - A task based design environment*. Queen Mary and Westfield College, UK, 1992

MARMARAS N. PAVARD B. *Problem-Driven Approach to the Design of Information Technology Systems Supporting Complex Cognitive Tasks*. *Cognition, Technology & Work*, (1999) 1:222-236, 1999 Springer-Verlag London Limited. Disponível em <http://www.ergonomia.com.br/htm/Marmarastextos.htm>. Acesso em: 10 de outubro de 2005.

MASTELLA, L. S. *Técnicas de Aquisição de conhecimento para sistemas baseados em Conhecimento*. Trabalho Individual. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre 2004.

- NASCIMENTO, J. A. N. *Modelagem da Interface Homem-Máquina de uma Subestação Elétrica*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - COPELE, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, setembro de 2004.
- NR 17. *Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde do Trabalhador*. Disponível em <http://www.mte.gov.br/Empregador/segsau/Legislacao/Normas/conteudo/nr17/>>. Acesso em junho de 2005.
- OLIVEIRA, R. C. L. *WEBQUEST: Uma Ferramenta Web Configurável para a Sondagem da Satisfação Subjetiva do Usuário*, Dissertação de Mestrado em Informática, Coordenação de Pós-Graduação em Informática - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, Junho de 2005.
- PATERNI, F.; MANCINI, C. and MENICONI, S. 1997. “*ConcurTaskTrees: A Diagrammatic Notation for Specifying Task Models*”. In Proceedings Interact’97, pp. 362-369. Sydney, Austrália.
- PORTO, M. F. S. *Análise de riscos nos locais de trabalho: conhecer para transformar*. Publicação da Fundação Oswaldo Cruz (CESTEH/ENSP/FIOCRUZ). Cadernos de Saúde do Trabalhador, n. 0. 3, INST, CUT, junho 2000
- QUEIROZ, J. E. R. *Abordagem Híbrida para Avaliação da Usabilidade de Interfaces com o Usuário*, Tese de Doutorado, Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - COPELE, UFPB, Campina Grande, junho de 2001.
- RASMUSSEN, J., *The Human as a Systems Component*, Human Interaction with Computers (Ed. Smith, H. T. et Green, T. R. G.), Academic Press, 1980.
- RFO-SLOL-001/2001. Relatório de Análise do Desempenho Humano na Operação em Tempo Real. Falha Operacional. *Fechamento Indevido do Religador 21Y3 SE ANGELIM*, Diretoria da Operação CHESF, 2001.
- ROCHA, H. V., BARANAUSKAS, M. C.C. *Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador*. São Paulo - Escola Computação: IME - USP, 2003
- SANTOS, V. ZAMBERLAN, M.C. *Projeto Ergonômico de Salas de Controle*, Fundación Mapfre – SP – Sucursal Brasil, 1992.
- SARMET, M. M. *Análise Ergonômica de Tarefas Cognitivas Complexas Mediadas por Aparato*

Tecnológico: Quem é o Tutor na Educação a Distância? Dissertação de mestrado, do Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília-UNB, junho de 2003.

Disponível em :< <http://www.unb.br/ip/labergo/sitenovo/imgprod/producaof3.htm>>. Acesso em agosto de 2005.

SCAICO, A. *Aplicação de um Modelo de Navegação de IHM ao Contexto de Sistemas Industriais*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - COPELE, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, agosto de 2001.

SCAPIN, D. L and PIERRET-GOLKBREICH, C., *Towards a Method for Task Description : MAD," in Work with display units*. Elsevier Science Publishers, North-Holland, 1990.

SCHERER, D. *Proposta de Suporte Computacional ao MCI*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, Fevereiro de 2004.

SHNEIDERMAN, BEN. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*, Addison-Wesley Publishing Company– 3ª edição, 1998.

SINTEF. *Modelo de CHECKLISTS*. Disponível em < <http://www.criop.sintef.no/The%20CRIOP%20methodology/All%20general%20analysis%20checklists.pdf>> . Acesso em junho de 2005

SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*, Addison Wesley- 6ª edição, 2003

THOMAS, C. ; BEVAN, N. *Usability Context Analysis: A Practical Guide*, versão 4.04, National Physical Laboratory, Teddington, UK. Edição 1995. Disponível em <http://www.usabilitynet.org/tools/context.htm>>. Acesso em abril de 2006 .

TURNELL, M. F. Q. V. *Accounting for Human Errors in a Method for the Conception of User Interfaces* In: International Mediterranean Modeling MultiConference - I3M'04. Genova, Italy, 2004.

TURNELL, M. F. V. Q. *Projeto de Interface Homem-Máquina*. Notas de Aulas. UFCG, Campina Grande, PB. 2000.

VAN ELSLANDE P., ALBERTON. *L'Accident de la Route : Chercher l' Erreur*. Sécurité et Cognition. Editions HERMES, 1999.

VERGARA, W. R. H. *Análise da Atividade: A Extração de Conhecimentos*. Psicologia Reflexão e Crítica, vol. 10, número 001. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

VERGARA, W. R. H. *Simulação cognitiva da tomada de decisão em situações complexas: modelagem do raciocínio humano por meio de casos*. Tese de Doutorado, PPGEP, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

WISNER, A. *A Inteligência no Trabalho, Textos selecionados de ergonomia*. São Paulo: Editora da UNESP, 1994.

APÊNDICE A – QUADROS COMPARATIVOS ISO/CHESF

Neste apêndice é apresentado os quadros que relacionam os atributos da ISO com os atributos da CHESF, com as suas respectivas categorias extraídos dos relatórios, com base na análise documental.

Quadro A.1: Atributos do Relatório3

Atributos ISSO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO3)	Análise do Atributo
AMBIENTE		
USUÁRIO	<i>Individual</i>	Falta de análise detalhada da configuração em que se encontravam os serviços auxiliares. Descumprimento da recomendação SLCP/SLOL
TAREFA		
EQUIPAMENTO	<i>Situacional: Ambiente-Equipamento</i>	Atuação indevida da proteção distância 04M4 Disjuntor DJ1 do 200R1 com defeito Relé 27 PT1-EA CC com defeito
OBS: a falha ocorreu no início do turno da madrugada às 1h31		

Quadro A.2: Atributos do Relatório 4

Atributos ISSO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO4)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacional :Normativo</i>	Fraca luminosidade da sinalização aberto/fechado dos disjuntores nos painéis; Equipamentos em nível acima da altura média dos operadores, posicionada acima dos medidores;
USUÁRIO	<i>Individual</i>	Aumento da carga de trabalho
TAREFA		
EQUIPAMENTO	<i>Situacional: Ambiente-Equipamento</i>	Falha de atuação do Religador
<i>OBS: a falha ocorreu no meio do turno da madrugada às 04h38</i>		
O turno era composto de 2 operadores		
<i>Um dos operadores tinha trabalhado em escalas muito próximas cobrindo turno</i>		

Quadro A.3: Atributos do Relatório 5

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO5)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacional :Normativo</i>	Instruções Técnicas/Normativas deficientes Não existe comando remoto para o 21Y3 Falta detalhar as manobras dos equipamentos do Serviço Auxiliar.
USUÁRIO	<i>Individual</i>	Desatenção Descumprimento de Normativo da comunicação verbal
TAREFA		
EQUIPAMENTO		
OBS: a falha ocorreu no meio do turno às 9h12		

Quadro A.4: Atributos do Relatório 6

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO6)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacional:Normativo</i>	Campo de Visão (diagnóstico errado devido ao campo de visão estar prejudicado pela edificação da sala de comando e uma árvore cobrindo a visão) Falta procedimento para o operador em emergência diante do grau de riscos
USUÁRIO	<i>Individual</i>	Forte Stress (devido o problema ter ocorrido no horário de carga máxima)
TAREFA		Diagnóstico Falho
EQUIPAMENTO		Chave seccionadora desregulada
OBS: a falha ocorreu no início do turno do operador as 18h02 O horário era de carga máxima, onde o cuidado e a atenção é redobrada.		

Quadro A.5: Atributos do Relatório 7

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO7)	Análise do Atributo
AMBIENTE		
USUÁRIO	<i>Individual: HOMEM:</i>	A performance do operador neste caso apresentou falha face a sua inexperiência na função (menos de 2 anos), tendo enfrentado poucas situações contingências. Conhecimento do procedimento, Experiência e Prática
TAREFA		
EQUIPAMENTO		
OBS: a falha ocorreu no início do turno da madrugada às 1h07		

Quadro A.6: Atributos do Relatório 8

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO8)	Análise do Atributo
AMBIENTE		
USUÁRIO	<i>Individual:Homem</i>	repetitividade das ações (relé 51A, depois 51B e por último 51C) culminou com o esquecimento da retirada do pente do relé.
TAREFA		
EQUIPAMENTO		
<i>OBS: a falha ocorreu no termino do turno da manhã às 11h32</i>		

Quadro A.7: Atributos do Relatório 9

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO9)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacional :Ambiente</i>	Inexistência de mecanismo de proteção e falta de sinalização do equipamento de emergência.
USUÁRIO	<i>Individual:Homem</i>	Excesso de autoconfiança
TAREFA		
EQUIPAMENTO		

Quadro A.8: Atributos do Relatório 10

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO10)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacional :Ambiente</i>	Sala de Comando com Layout inadequado, Sinalizações Excessivas
USUÁRIO	<i>Individual:Homem</i>	Desatenção Excesso de autoconfiança
TAREFA		Interferência na Comunicação
EQUIPAMENTO		
<i>OBS: a falha ocorreu no início do turno da madrugada às 1h04</i>		

Quadro A.9: Atributos do Relatório 11

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO11)	Análise do Atributo
AMBIENTE		
USUÁRIO	<i>Individual: Homem</i>	Desatenção, excesso de autoconfiança(o operador não fez a verificação (check) das ações executadas, visto que estas eram extremamente simples e corriqueira)
TAREFA		
EQUIPAMENTO		
<i>OBS: a falha ocorreu no meio do turno da tarde às 15h33</i>		

Quadro A.10: Atributos do Relatório 12

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO12)	Análise do Atributo
AMBIENTE		
USUÁRIO	<i>Individual :Homem</i>	Operador desviou atenção ao atender ligação celular particular
TAREFA		
EQUIPAMENTO	<i>Situacional: Ambiente-Equipamento</i>	Relé 27 estava ativado indevidamente Ajuste do Relé inadequado Seleção inadequada de cargas a serem preservadas
OBS: a falha ocorreu no início do turno da tarde às 12h20		

Quadro A.11: Atributos do Relatório 13

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO13)	Análise do Atributo
AMBIENTE		
USUÁRIO	<i>Individual: Homem</i>	Excesso de autoconfiança do operador.
TAREFA		
EQUIPAMENTO	<i>Situacional: Ambiente-Equipamento</i>	Defeito no microswitch do armário da 32T1-5
OBS: a falha ocorreu no final do turno da manhã às 11h10		

Quadro A.12: Atributos do Relatório 14

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO14)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacional :Normativo</i>	Relógio em local inadequado Falta material padronizado Planejamento insuficiente na Fase de pré-operação Operador ser comando e executor ao mesmo tempo Operador sozinho na sala de comando Melhorar Identificação painéis/chassis Delimitar área painéis/chassis antes execução manobras
USUÁRIO	<i>Individual:Homem</i>	Dificuldade em utilizar Handtalk
TAREFA		
EQUIPAMENTO		
OBS: a falha ocorreu no final do turno da manhã às 11h30		

Quadro A.13: Atributos do Relatório 15

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO15)	Análise do Atributo
AMBIENTE		
USUÁRIO		
TAREFA		
EQUIPAMENTO	<i>Situacional: Ambiente-Equipamento</i>	Relé com defeito, Falta proteção acrílico
<i>OBS: a falha ocorreu no início do turno da tarde às 12h20</i>		

Quadro A.14: Atributos do Relatório 16

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO16)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacional :Ambiente</i>	Espaço físico inadequado (Painel de comando atrás de outros painéis); Falta de padronização Chaves de comando em ordem inversa Falha na comunicação entre operadores Falta de planejamento para execução de manobras não programadas
USUÁRIO	<i>Individual: Homem</i>	Desatenção, Excesso de manobras, Estresse e cansaço
TAREFA		
EQUIPAMENTO		
<i>OBS: a falha ocorreu no início do turno da manhã às 7h14</i>		

Quadro A.15: Atributos do Relatório 17

Atributos ISSO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO17)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacional :Normativo</i>	Ausência de um item no PGM solicitando o bloqueio da 34N2-2; Retirada indevida do Anti-bobeira da chave 34N2-2;
USUÁRIO	<i>Individual:Homem</i>	Perda de concentração por interromper a manobra e se voltar ao atendimento de telefone; Excesso de autoconfiança -não confirmação do equipamento a ser manobrado com o explicitado no PGM;
TAREFA		
EQUIPAMENTO	<i>Situacional: Ambiente-Equipamento</i>	Equipamento sem a proteção
<i>OBS: a falha ocorreu no início do turno da manhã às 7h35</i>		

Quadro A.16: Atributos do Relatório 18

Atributos ISSO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO18)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacional: Normativo</i>	<p>Não houve um adequado nivelamento do PGM, do PEX e da config. da SE, no início da intervenção, entre a operação de instalação e as equipes envolvidas.</p> <p>Na SI-SOIO-0137/03 não foi solicitado o fechamento da chave 34F1-7, contudo estava no PGM</p> <p>Falta de explicitação nos papéis de cada equipe envolvida.</p> <p>Erro no PGM Inadequação do PGM para uma intervenção atípica</p>
USUÁRIO	<i>Individual: Homem</i>	<p>Trabalho sob forte insolação, aumentando o estresse da equipe.</p> <p>Descumprimento do PGM pela equipe de manutenção. Não informou o término de seus trabalhos;</p> <p>Excesso de confiança na experiência dos membros da equipe</p>
TAREFA		
EQUIPAMENTO		
<i>OBS: a falha ocorreu no início do turno da tarde às 14h15</i>		

Quadro A.17: Atributos do Relatório 19

Atributos ISSO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO19)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacional : Ambiente</i>	Leiaute de tela (display)
USUÁRIO	<i>Individual: Homem</i>	Autoconfiança(pois a manobra era simples)
TAREFA		
EQUIPAMENTO		
<i>OBS: a falha ocorreu no início do turno da manhã às 7h52</i>		

Quadro A.18: Atributos do Relatório 20

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO20)	Análise do Atributo
AMBIENTE		
USUÁRIO	<i>Individual: Homem</i>	Desatenção (não observou etiqueta identificando contactor como auxiliar de abertura) Descumprimento de Normativo
TAREFA		
EQUIPAMENTO	<i>Situacional: Ambiente-Equipamento</i>	Equipamento obsoleto (relés de subtensão CC)
OBS: a falha ocorreu no turno da tarde às 16h25		

Quadro A.19: Atributos do Relatório 21

Atributos ISSO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO21)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacional : Normativo</i>	Falta de análise crítica da configuração Falta elaboração de PGM
USUÁRIO	<i>Individual: Homem</i>	Falha na comunicação verbal
TAREFA		
EQUIPAMENTO	<i>Situacional: Ambiente-Equipamento</i>	Anormalidade no disjuntor 12t1, Comando Fechamento
OBS: A falha da ocorrência ocorreu no turno da tarde as 16:53 O turno era composto por 2 operadores		

Quadro A.20: Atributos do Relatório 22

Atributos ISSO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO22)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacional: Normativo</i>	Leiaute do equipamento(Arranjo das chaves 31C1-5 e 41C1-6 .Sobre o mesmo chassi, e com ponto comum entre ambas, confunde o operador)
USUÁRIO	<i>Individual: Homem</i>	Auto-confiança(manobra simples padronizada e rotineira)
	<i>Stressores</i>	Regime de Trabalho (A equipe da SE CRD vem trabalhando com o quadro incompleto, ensejando trabalhos na folga)
TAREFA		
EQUIPAMENTO		
OBS: a falha ocorreu no turno da manhã às 08h22		

Quadro A.21: Atributos do Relatório 23

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO23)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacional :Normativo</i>	Chaves de Comando dos religadores próximas Espaço físico inadequado (Painel de comando atrás de outros painéis) Falta de padronização Falta de sinalização na chave antes do início de manobras Falta de planejamento Comunicação deficiente (Intervenção não informada à instalação)
USUÁRIO	<i>Individual:Homem</i>	Desatenção, Excesso tarefas (substituindo encarregado de licença médica), Estresse e Cansaço
TAREFA		
EQUIPAMENTO	<i>Situacional: Ambiente-Equipamento</i>	Chaves de comando em ordem inversa (21Y5 - 21Y4)
<i>OBS: a falha ocorreu no início do turno da tarde às 14h02</i>		

Quadro A.22: Atributos do Relatório 24

Atributos ISSO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO24)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacional :Normativo</i>	Falha no Programa de manobras (PGM) e no roteiro de manobra(RTM)
USUÁRIO		
TAREFA		
EQUIPAMENTO		
<i>OBS: a falha ocorreu no início do turno da tarde às 13h04; A subestação de Santa Cruz II encontrava-se com a sua configuração alterada.</i>		

Quadro A.23: Atributos do Relatório 25

Atributos ISSO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO25)	Análise do Atributo
AMBIENTE		
USUÁRIO	<i>Individual:Homem</i>	Desconhecimento do componente elétrico; Violação da fronteira da operação
TAREFA		
EQUIPAMENTO	<i>Situacional: Ambiente-Equipamento</i>	Identificação de equipamento Falta da IOP(descrição de proteção) e IOE (descrição do equipamento)
<i>OBS: a falha ocorreu no início do turno da tarde às 14h28;</i>		

Quadro A.24: Atributos do RELATÓRIO26

Atributos ISSO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO26)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacional: Normativo</i>	Execução inadequada do Planejamento da Manobra Falta de planejamento (falta do segundo operador)
USUÁRIO	<i>Individual:Homem</i>	Houve falha no cumprimento da norma Falta de concentração do operador durante a execução da manobra.
TAREFA		
EQUIPAMENTO		
<i>OBS: A falha ocorreu às 17:23h, ou seja, na hora final do turno de trabalho do operador(12:00 às 18:00h)</i>		

Quadro A.25: Atributos do Relatório 27

Atributos ISSO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO27)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacional: Normativo</i>	O operador encontrava-se sozinho para efetuar as manobras de normalização. Duas ações diferentes, num mesmo item do PGM ou RTM, e realizadas em locais diferentes (pátio e sala de comando) Execução inadequada do Planejamento da Manobra, com preenchimento burocrático da lista de verificação pré-manobra
USUÁRIO	<i>Individual: Homem</i>	Falta de concentração do operador durante execução das manobras (operador estava eufórico: chegada dos novos operadores e devolução do IR-2004) Descumprimento das normas (não levou o PGM para o pátio, não acompanhou a manobra pelos dispositivos do painel de comando)
TAREFA		
EQUIPAMENTO		
<i>OBS: a falha ocorreu no início do turno da tarde às 12h48</i>		

Quadro A.26: Atributos do Relatório 28

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO28)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Situacionais: Política e Diretrizes</i>	Filosofia de Cps setor 69 Kv diferente setor 230 Kv Não colocação maçaneta 32j8-6 posição fechada antes fechada. da chave (Discordância)
USUÁRIO	<i>Individual: Homem</i>	Não executou um item de manobra Não confirmou item do programa de manobras Autoconfiança (manobra padrão muito simples)
TAREFA		
EQUIPAMENTO		
<i>OBS: a falha ocorreu no início do turno da tarde às 14h09</i>		

Quadro A.27: Atributos do Relatório 29

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO29)	Análise do Atributo
AMBIENTE		
USUÁRIO	<i>Individual: Homem</i>	Não analisou o formulário Ordem de Manobras Não levou para o pátio o programa de manobras Desconhecimento da configuração
	<i>Stressores</i>	Ansiedade devido ao processo de transferência para Teresina
TAREFA		
EQUIPAMENTO	<i>Situacionais: Localização dispositivo de comando</i>	Chave terra sem função dentro da configuração atual Chave 32T1-7 não consta no sinótico
<i>OBS: a falha ocorreu no início do turno da manhã às 07h56</i>		

Quadro A.28: Atributos do Relatório 30

Atributos ISO 9241-11	Atributos CHESF (RELATÓRIO30)	Análise do Atributo
AMBIENTE	<i>Mão de obra</i>	Treinamento (deficiência da Capacitação Técnica do Operador de Instalação / Operador de Sistema)
USUÁRIO	<i>Individual: Homem</i>	Descumprimento da norma no que se refere à programação de manobras; Falta de planejamento do Operador de Sistema;
TAREFA		
EQUIPAMENTO	<i>Situacionais: Ambiente - Equipamento</i>	Defeito no disjuntor 12v2
<i>OBS: a falha ocorreu no turno da noite às 22h29</i>		

APÊNDICE B – QUADROS RELATIVOS A OCORRÊNCIA DOS ATRIBUTOS

Quadro B.1: Levantamento das Ocorrências dos atributos

Levantamento da ocorrência dos atributos extraídos dos relatórios da CHESF				
RELATÓRIOS CHESF	AMBIENTE	USUÁRIO	TAREFA	EQUIPAMENTO
RELATÓRIO 11		Desatenção		
		Excesso de autoconfiança		
RELATÓRIO 12		Desviou atenção ao atender celular		Falha no relé
RELATÓRIO 13		Excesso de autoconfiança		Falha no microswitch do armário da 32T1-5
RELATÓRIO 14	Leiaute inadequado da Sala de Comando	Dificuldade em utilizar Handtalk		
	Falta material padronizado			
	Planejamento insuficiente na Fase de pré-operação	Excesso de manobra		
	Leiaute inadequado dos equipamentos			
RELATÓRIO 15				Falha no relé
				Equipamento sem proteção
RELATÓRIO 16	Leiaute inadequado da Sala de Comando	Desatenção		
	Leiaute inadequado dos equipamentos	Excesso de manobras		
	Falha na comunicação	Estresse e cansaço		
	Falta de planejamento			
RELATÓRIO 17	Documentação técnica inadequada	Excesso de autoconfiança		Equipamento sem proteção
RELATÓRIO 18	Documentação técnica inadequada	Estresse		
		Excesso de autoconfiança		
		Descumprimento das normas		
RELATÓRIO 19	Leiaute da tela inadequado	Excesso de autoconfiança		
RELATÓRIO 20		Desatenção		
		Descumprimento das normas		Equipamento obsoleto
RELATÓRIO 21	Falta de planejamento			Falha no disjuntor
RELATÓRIO 22	Leiaute inadequado dos equipamentos	Aumento da carga de trabalho		
RELATÓRIO 23	Leiaute inadequado dos equipamentos	Desatenção		
	Leiaute inadequado da sala de comando	Aumento da carga de trabalho		
	Falta de planejamento	Estresse e cansaço		
	Comunicação deficiente			

Quadro B.2 : Levantamento das Ocorrências dos atributos

Levantamento da ocorrência dos atributos extraídos dos relatórios da CHESF				
RELATÓRIOS CHESF	AMBIENTE	USUÁRIO	TAREFA	EQUIPAMENTO
RELATÓRIO 24	Instruções Técnicas/ Normativas deficientes			
RELATÓRIO 25		Desconhecimento do equipamento		Falta de identificação no equipamento
RELATÓRIO26	Documentação técnica inadequada	Descumprimento das normas		
		Desatenção		
RELATÓRIO27	Falta de planejamento			
	Instruções Técnicas/ Normativas deficientes			
RELATÓRIO28	Política e diretrizes	Descumprimento das normas		
		Autoconfiança		
RELATÓRIO29		Estresse		Localização dispositivo de comando
		Descumprimento das normas		
RELATÓRIO30		Descumprimento das normas		Falha no disjuntor
		Falta de planejamento		
		Falta de treinamento		

APÊNDICE C – QUADRO ILUSTRATIVO DO RELATÓRIO DO CONTEXTO

RELATÓRIO DA DESCRIÇÃO DO CONTEXTO
Nome da Empresa:
Nome do responsável:
Data da conclusão:
DESCRIÇÃO DA EMPRESA
ATRIBUTOS DO CONTEXTO
<ol style="list-style-type: none">1. USUÁRIO2. TAREFAS3. EQUIPAMENTO4. AMBIENTE ORGANIZACIONAL:5. AMBIENTE TÉCNICO6. AMBIENTE FÍSICO
DIAGNÓSTICO
FALHAS/ SUGESTÕES DE CORREÇÃO
<i>DOCUMENTOS GERADOS (ARTEFATOS)</i>
<ol style="list-style-type: none">1. QUESTIONÁRIO2. <i>CHECKLIST</i>
DOCUMENTOS CONSULTADOS
RELATÓRIOS PROCEDIMENTOS DA EMPRESA

ANEXO A - FERRAMENTA WEBQUEST

Através desta ferramenta, é possível configurar o modelo do questionário e disponibilizar para o avaliador e o respondente.

Para o avaliador, é possível avaliar dados estatísticos que a ferramenta disponibiliza como:

- ✓ *focalizar o tema de interesse;*
- ✓ *realizar análises estatísticas sobre os dados coletados;*
- ✓ *aplicação rápida o que possibilita redução de custos envolvidos;*
- ✓ *apurar grandes quantidades de dados;*
- ✓ *garantir o anonimato aos respondentes.*

Question	Options
1. Você é do sexo:	<input type="radio"/> Masculino <input type="radio"/> Feminino
2. Você é:	<input type="radio"/> Destro (Direito) <input type="radio"/> Canhoto (Esquerdo) <input type="radio"/> Ambidestro (Tanto faz)
3. Você usa óculos ou lentes de contato?	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não
4. Sua idade está entre:	<input type="radio"/> 25 e 35 anos <input type="radio"/> 35 e 45 anos <input type="radio"/> 45 e 55 anos <input type="radio"/> acima de 55 anos
5. Sua formação é:	<input type="radio"/> Engenheiro <input type="radio"/> Técnico <input type="radio"/> Segundo Grau <input type="radio"/> Outro (terceiro grau)
6. Seu treinamento na operação de sistemas elétricos foi iniciado:	<input type="radio"/> em Escola Técnica <input type="radio"/> na CHESF <input type="radio"/> em trabalho anterior
7. Assinale a sub-estação em que trabalha?	<input type="radio"/> Sub-Estação 1 <input type="radio"/> Sub-Estação 2 <input type="radio"/> Sub-Estação 3
8. Sua função é:	<input type="radio"/> Engenheiro responsável pela Operação <input type="radio"/> Operador da Instalação
9. Há quanto tempo você trabalha na CHESF?	<input type="radio"/> 0 a 2 anos <input type="radio"/> 2 a 5 anos <input type="radio"/> 5 a 15 anos <input type="radio"/> há mais de 15 anos
10. Há quanto tempo você trabalha nesta Instalação?	<input type="radio"/> 0 a 2 anos <input type="radio"/> 2 a 5 anos <input type="radio"/> 5 a 15 anos <input type="radio"/> há mais de 15 anos

Figura A: Ferramenta WebQuest

ANEXO B – MODELO DO RELÁTÓRIO DA CHESF

ANEXO VI

MODELO DE RELATÓRIO

CAPA

CHESF	DIRETORIA DE OPERAÇÃO
RELATÓRIO DE ANÁLISE DO DESEMPENHO HUMANO NA OPERAÇÃO EM TEMPO REAL	Nº xxx / yyyy-zz / rr

XXX - Identificação do evento
RSO, caso de manobras com sucesso operacional
RFO, caso de manobras com falha operacional.

YYYY - Identificação do órgão
Sigla do órgão executor da análise

ZZ / rr - Identificação cronológica
Número seqüencial do emitente por evento / ano

TÍTULO DO EVENTO

DATA

"Criar TÍTULO referindo o nome da instalação ou subsistema por extenso. Indicar a data referente ao evento."

ESTRUTURA E CONTEÚDO DO RELATÓRIO

1. SUMÁRIO

"Informar local, data e hora. Descrever sucintamente o evento. Quando de evento que envolver interrupção de cargas, listar os alimentadores e Consumidores Industriais com os valores de carga interrompida e horários de interrupção e normalização."

2. CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA

"Informar a configuração do sistema antes e após o evento. Quando envolver mudanças na configuração, listar seqüência das manobras com respectivos horários."

3. ANÁLISE DAS TAREFAS

"Explicitar e comentar os procedimentos esperados, equipamentos e interfaces utilizados e riscos de falhas operacionais estimados. Caracterizar a tarefa realizada informando:

- Tipo de tarefa
- Agravantes
- Risco nominal / estimado"

4. FATOS E DADOS RELEVANTES

"Historiar seguindo ordem cronológica, salientando fatos relevantes quanto aos processos e procedimentos, relacionamento interpessoal, comunicação, composição e supervisão de equipes, instrumentos de trabalho, etc..."

"Deverão ser relatados todos os fatos e dados que de alguma maneira estejam relacionados ao evento, ou não-conformidades e destaques, identificados no processo de análise do evento. Estes fatos e dados deverão ser levantados nas Instalações e Centros envolvidos, através de observações, vistorias, reconstituição de fatos, entrevistas, documentação técnico-administrativas, sistema de gravação, sistema de supervisão, etc..."

“Em todo relatório deverá constar as seguintes informações, independente de serem consideradas relevantes :

- tipo de escala de turno utilizada;
- turnos trabalhados entre a última folga e o turno no qual ocorreu o evento;
- quadro de operadores do turno no qual ocorreu o evento (normal ou reduzido);
- função dos operadores envolvidos (auxiliar, supervisor ou encarregado);
- tempo de experiência na função.”

5. ANÁLISE DO DESEMPENHO HUMANO

Apresentar resumo e comentário do perfil técnico (formação, experiência e treinamentos) das pessoas envolvidas, explicitando o período do último treinamento ministrado sobre os procedimentos utilizados no evento..

Comentar o desempenho do(s) operador(es) envolvidos no evento abordando dificuldades, sucessos e falhas verificadas, considerando os itens 2, 3 e 4 .

Comentar a avaliação psicossocial realizada salientando os fatores determinantes que influenciaram o desempenho humano sob análise.

6. DIAGRAMA DE CAUSAS

Apresentar o(s) diagrama(s) de causas e efeitos construídos na análise das causas fundamentais.

7. CLASSIFICAÇÃO DA FALHA HUMANA

Este item somente constará nos relatórios em que tenha ocorrido falha humana. Classificar a falha conforme Anexo VI.1.

8. PLANO DE AÇÃO

"As recomendações deverão ser claras e objetivas devendo no caso de falhas contemplar bloqueios das causas fundamentais (tomar como base o item 6). Devem ser descritas de forma a possibilitar ao responsável pelo atendimento identificar exatamente o que se deseja realizar. Não deverão ser recomendadas ações vagas ou de rotina para as quais não se possa estabelecer prazo para atendimento. Para cada recomendação deverão ser identificados os órgãos diretamente responsáveis pelo atendimento, bem como a data limite para implantação da solução. "

As recomendações deverão ser agrupadas em dois conjuntos:

8.1. RECOMENDAÇÕES PRINCIPAIS

"Neste item serão relacionadas as recomendações que visem impedir a reincidência das causas da falha operacional ou garantir a implantação das causas do sucesso destacado."

8.2. RECOMENDAÇÕES COMPLEMENTARES

"Neste item serão relacionadas as recomendações que visem a melhoria dos processos da operação com base nos ensinamentos adquiridos no evento."

Para cada conjunto definido, as recomendações deverão ser sub agrupadas por assunto, conforme a seguinte relação:

- **NORMATIVO / PROCEDIMENTOS**

Recomendações que visem atualizar, criar, modificar ou implantar instrumentos técnico-normativos, bem como demais recomendações que se refiram aos processos técnicos da operação.

- **CAPACITAÇÃO**

Recomendações que se refiram a treinamento e desenvolvimento voltados para a função técnica das equipes de operação.

- **COMPORTAMENTAL**

Recomendações que visem promover melhores condições psicossociais do ser humano no desempenho de suas atividades.

- **AMBIENTE**

Recomendações que visem assegurar condições do ambiente de trabalho adequadas ao bom desempenho do homem.

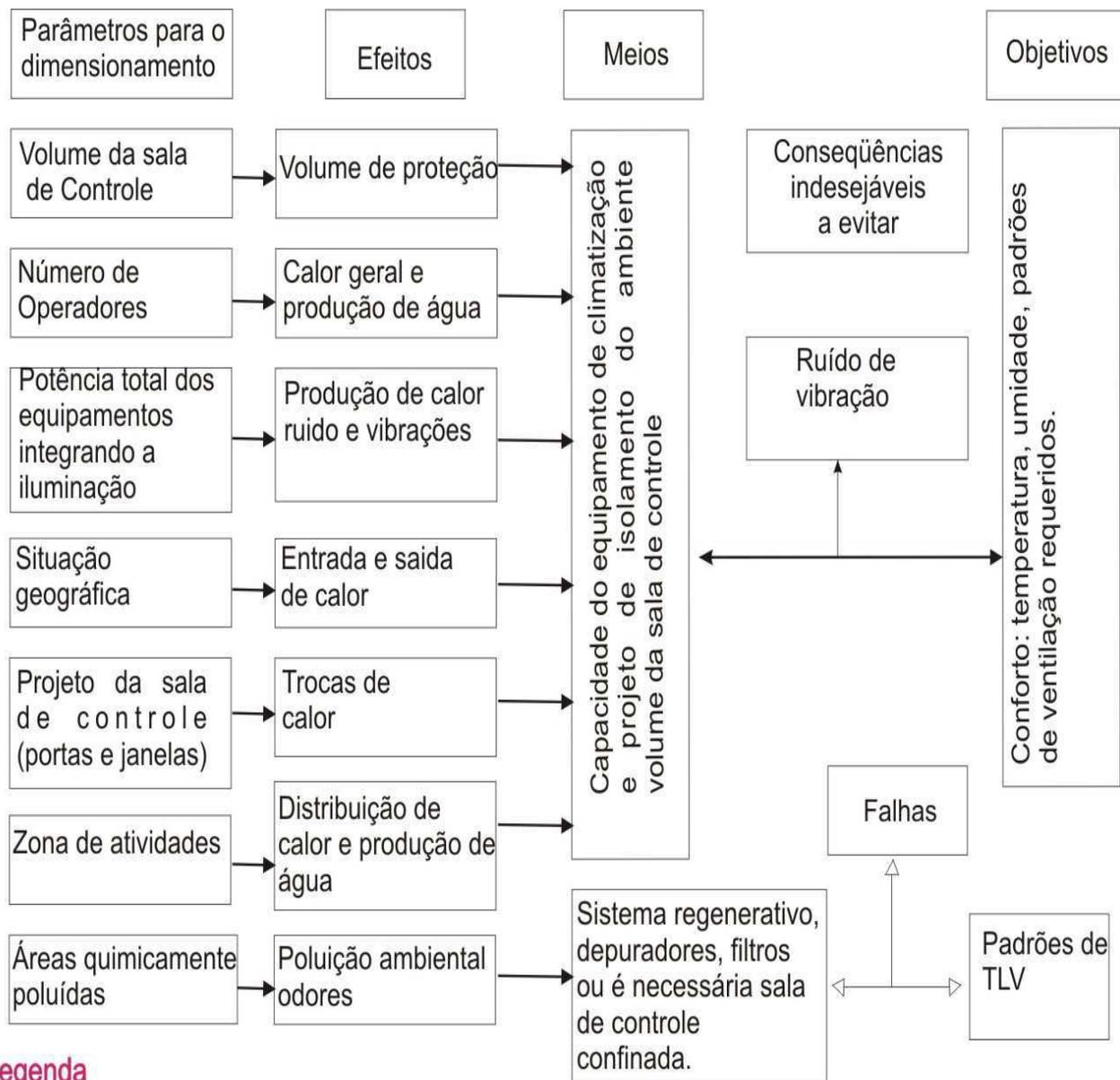
- **EQUIPAMENTOS / SISTEMAS**

Recomendações voltadas para o sistema físico, seja equipamento de subestação, usina, linha de transmissão, proteção ou sistema de controle, comando, supervisão e telecomunicação, relativas a estudos, projetos, análises, manutenções, inspeções, testes, etc...

- **GESTÃO / ADMINISTRATIVO**

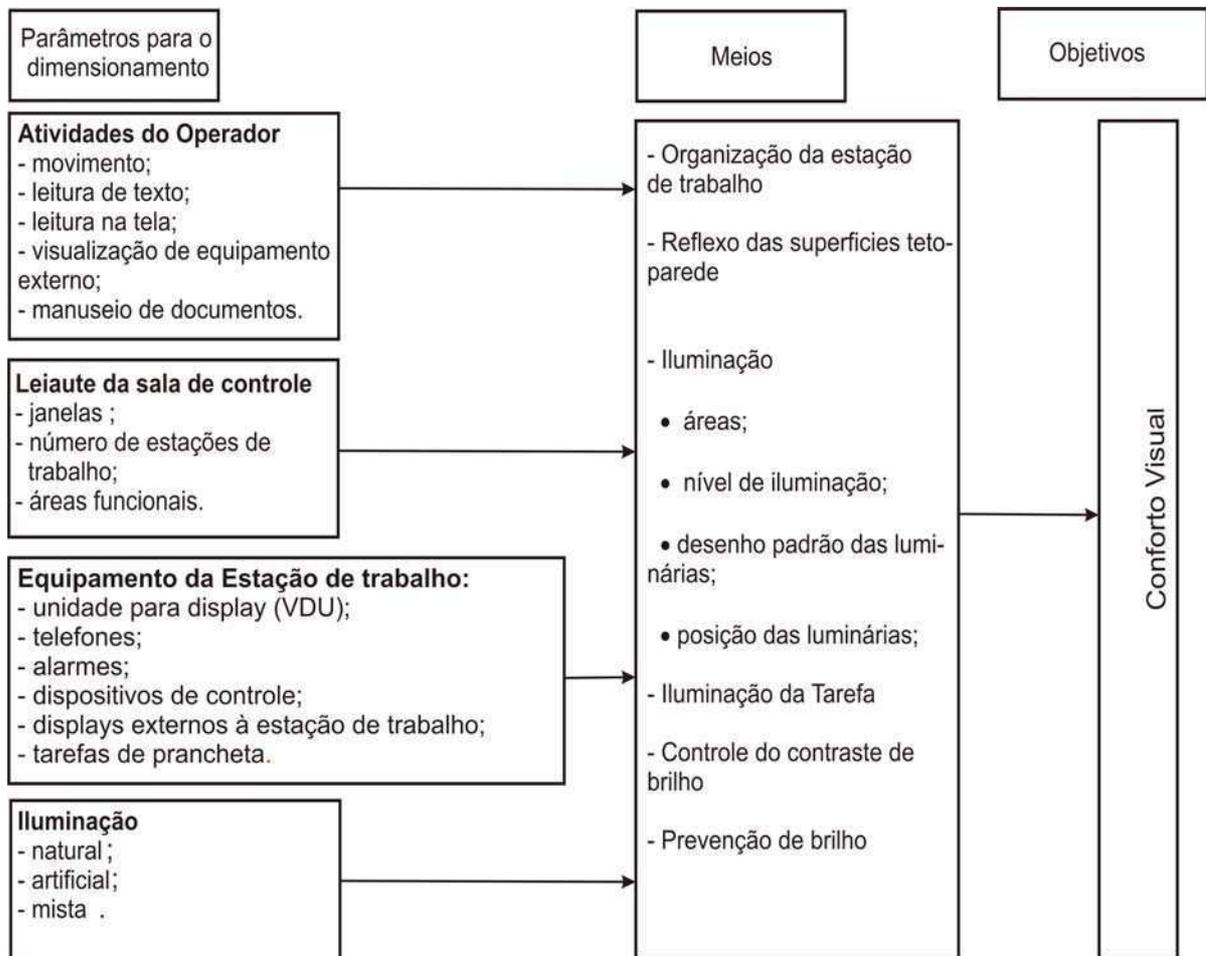
ANEXO C – PARÂMETROS PARA O PROJETO DO AMBIENTE FÍSICO SEGUNDO A NORMA ISO 11064-06

Representa os parâmetros que a norma utiliza para adequar o conforto ambiental



Legenda
 TLV= Valores limites iniciais

Representa os parâmetros que a norma utiliza para adequar o conforto Visual



Representa os parâmetros que a norma utiliza para adequar o conforto do ambiente acústico

