



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica & Escola de Química
Programa de Engenharia Ambiental

Diogo da Silva Costa

DESENVOLVIMENTO DE UM BANCO DE DADOS DE FALHAS HUMANAS:
UMA ABORDAGEM CENTRADA NA INFLUÊNCIA DOS FATORES HUMANOS
NA SEGURANÇA DO TRABALHO

Rio de Janeiro
2013



UFRJ

Diogo da Silva Costa

DESENVOLVIMENTO DE UM BANCO DE DADOS DE FALHAS HUMANAS:
UMA ABORDAGEM CENTRADA NA INFLUÊNCIA DOS FATORES HUMANOS
NA SEGURANÇA DO TRABALHO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientadores: Prof^o Dr. Isaac José Antônio Luquetti dos Santos
Dr. Guilherme Dutra Gonzaga Jaime

Rio de Janeiro
2013

Costa, Diogo da Silva

Desenvolvimento de um banco de dados de falhas humanas: uma abordagem centrada na influência dos fatores humanos na segurança do trabalho/ Diogo da Silva Costa - 2013.

f. il. cm

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2013.

Orientador: Isaac José Antônio Luquetti dos Santos

Co-orientador: Guilherme Dutra Gonzaga Jaime

1. Falhas humanas. 2. Banco de dados. 3. Confiabilidade humana. 4. Segurança. I. Santos, Isaac José Antônio Luquetti. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica e Escola de Química. III. Desenvolvimento de um banco de dados de falhas humanas: uma abordagem centrada na influência dos fatores humanos na segurança do trabalho.



UFRJ

DESENVOLVIMENTO DE UM BANCO DE DADOS DE FALHAS HUMANAS:
UMA ABORDAGEM CENTRADA NA INFLUÊNCIA DOS FATORES HUMANOS
NA SEGURANÇA DO TRABALHO

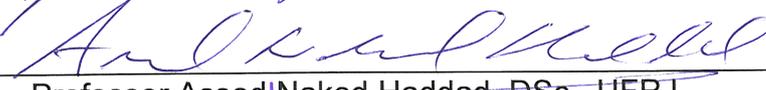
Diogo da Silva Costa

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Escola Politécnica & Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

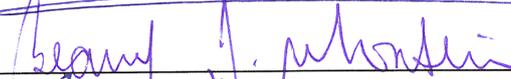
Aprovada pela Banca:



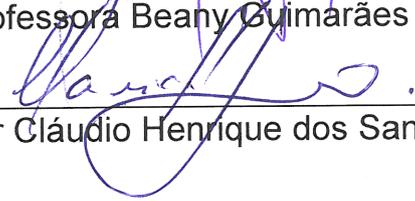
Presidente, Professor Isaac José Antônio Luquetti, DSc., CNEN/IEN.



Professor Assed Naked Haddad, DSc., UFRJ.



Professora Beany Guimarães Monteiro, DSc., UFRJ.



Professor Cláudio Henrique dos Santos Grecco, DSc., CNEN/IEN.

Rio de Janeiro
2013

Dedicatória

Dedico este trabalho a todos que buscam através do estudo a realização de seus sonhos.

Agradecimentos

Aos meus avós, que de forma direta me ensinaram a importância de persistir e acreditar que tudo é possível.

Aos meus pais e irmão pelo apoio incondicional durante meu desenvolvimento pessoal e profissional, principalmente nos momentos turbulentos vividos durante o desenvolvimento deste trabalho. O amor de vocês serve de combustível para que eu sempre siga em frente.

A minha esposa Barbara, por me aceitar e amar da maneira acelerada que sou, pelos conselhos, incentivo, leituras e releituras de assuntos que passaram a fazer parte de seu dia a dia.

Ao meu orientador Isaac, não só pelo apoio, orientação e incentivo no desenvolvimento desta dissertação, mas pela paciência e acreditar que seria possível.

Ao co-orientador Guilherme, responsável por todo apoio e desenvolvimento do software.

Aos meus amigos do PEA, em especial Maíra, pela amizade desde os tempos de graduação e troca de informações para desenvolvimento deste trabalho.

Ao Henri, muito mais que chefe direto, amigo e grande responsável pelo meu ingresso no mestrado, por me fazer pensar a frente e incentivar minha busca por novidades, além de planejar e ajudar a executar o “crime perfeito”.

Rinaldo, por permitir a execução do “crime perfeito”, com apoio nas diversas ausências durante período de trabalho.

Marcus Lázaro e Carlos Felipe, amigos que sempre deram a cobertura durante minhas ausências em campo.

Ao Instituto de Engenharia Nuclear/Laboratório de Usabilidade e Confiabilidade Humana (IEN/LABUCH).

Aos especialistas que colaboraram para o desenvolvimento desta dissertação.

Aos professores e coordenadores do PEA, por toda atenção e ensinamentos.

Ao PEA, pelo auxílio no Programa e a UFRJ como instituição de ensino.

A gente pode
morar numa casa mais ou menos,
numa rua mais ou menos,
numa cidade mais ou menos
e até ter um governo mais ou menos.

A gente pode
dormir numa cama mais ou menos,
comer um feijão mais ou menos,
ter um transporte mais ou menos
e até ser obrigado a acreditar
mais ou menos no futuro.

A gente pode
olhar em volta e
sentir que tudo está mais ou menos.

Tudo bem.

O que a gente não pode
mesmo, nunca, de jeito nenhum
é amar mais ou menos,
é sonhar mais ou menos,
é ser amigo mais ou menos,
é namorar mais ou menos,
é ter fé mais ou menos
e acreditar mais ou menos.
Senão a gente corre o risco de se tornar
uma pessoa mais ou menos.

(Chico Xavier)

*“... Someone swears his true love
Until the end of time
Another runs away
Separate or united
Healthy or insane*

*And be yourself is all that you can do
All that you can do
To be yourself is all that you can do
All that you can do
To be yourself is all that you can do
All that you can do
Be yourself is all that you can do*

*Even when you've paid enough
Been put upon or been held up
Every single memory of the good or bad
Faces of Luck
Don't lose any sleep tonight
I'm sure everything will end up alright
you may win or lose...”*

(Chris Cornell)

Resumo

Costa, Diogo da Silva. Desenvolvimento de um banco de dados de falhas humanas: uma abordagem centrada na influência dos fatores humanos na segurança do trabalho. Rio de Janeiro, 2013. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

A antecipação e o controle de impactos potencialmente adversos de ações humanas ou interações entre o ser humano e os sistemas são partes integrantes da segurança do processo de trabalho, onde os fatores que influenciam o desempenho humano devem ser reconhecidos e administrados. Para alcançar este objetivo é necessário identificar e analisar tais fatores. O desenvolvimento de um banco de dados torna-se importante pela possibilidade de armazenar, comparar, resgatar e analisar informações coletadas ao longo de determinado período e local de atividade, além de identificar e analisar o conjunto de fatores que afetam o desempenho humano e acarretam em falhas humanas. O objetivo principal desta dissertação é propor uma estrutura metodológica para desenvolvimento de um banco de dados com abordagem centrada nos fatores que afetam o desempenho dos trabalhadores e influenciam na segurança do trabalho. Na abordagem metodológica deste estudo, especialistas foram consultados através de questionários e entrevistas, de modo a elencar os principais itens e a estrutura do banco de dados. Os dados obtidos foram analisados, validados e inseridos na estrutura inicial do banco de dados e posterior desenvolvimento da ferramenta computacional. Após o desenvolvimento final, o banco de dados de falhas humanas foi então validado também por especialistas. Através desta ferramenta, especialistas poderão inserir, recuperar e analisar informações relacionadas a atos inseguros, com o objetivo de criar mecanismos para a redução de falhas humanas. Através da implementação deste banco de dados, objetiva-se uma contribuição na melhoria da gestão de segurança do trabalho em diversos seguimentos da indústria.

Palavras Chave: Falhas humanas, Banco de dados, Confiabilidade humana, Segurança.

Abstract

Costa, Diogo da Silva. Development of a human error database: an approach focused on the influence of human factors in workplace safety. Rio de Janeiro, 2013. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

The anticipation and control of potentially adverse impacts of human actions or interactions between human and systems security are integral parts of the work process, where the factors that influence human performance should be recognized and managed. To achieve this goal it is necessary to identify and analyze these factors. The development of a database becomes important for the ability to store, compare, retrieve and analyze information collected along a period of time and place of activity, and identify and analyze all the factors that affect human performance and cause human failings. The main objective of this dissertation is to propose a methodological framework for the development of a database-centric approach with the factors that affect the performance of workers and influence safety. On the methodological approach of the study, experts were consulted through questionnaires and interviews in order to list the main items and define the structure of the database. The data were analyzed, validated and inserted into the initial structure of the database to the subsequent development of the computational tool. After the final development, the human error database was also validated by experts. Through this tool, experts can insert, retrieve, and analyze information related to unsafe acts, aiming to create mechanisms to reduce human errors. Through the implementation of this database, we aim to contribute in the improvement of the management of work safety in various industry segments.

Keywords: Human error, database, human reliability, safety.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 O TEMA	3
1.2 OBJETIVOS.....	6
1.2.1 Objetivo principal	6
1.2.2 Objetivos específicos	6
1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	7
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	7
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
2.1 SEGURANÇA NO TRABALHO.....	8
2.2 ERROS/ FALHAS HUMANAS	12
2.3 FATORES QUE AFETAM O DESEMPENHO HUMANO (FADs)	16
2.4 CONFIABILIDADE HUMANA.....	19
2.5 JULGAMENTO POR ESPECIALISTAS NA OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE BANCO DE DADOS	23
2.6 BANCO DE DADOS	25
2.6.1 Requisitos para a confecção de um banco de dados.....	27
2.6.2 Banco de dados de falhas humanas	30
3 MÉTODOS E TÉCNICAS	33
3.1 IDENTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DO LOCAL ONDE A PESQUISA FOI FOCADA E O INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS FOI APLICADO.....	33
3.2 DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DE UM GRUPO DE ESPECIALISTAS.....	33
3.3 DEFINIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS.....	33
3.4 APLICAÇÃO DO INSTRUMENTO DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.....	33
3.5 DEFINIÇÃO INICIAL DA ESTRUTURA DO BANCO DE DADOS.....	34
3.6 VALIDAÇÃO DA ESTRUTURA DO BANCO DE DADOS.....	34
3.7 ESCOLHA DA FERRAMENTA COMPUTACIONAL A SER UTILIZADA	34
3.8 MODELAGEM DO BANCO DE DADOS.....	34
3.9 AVALIAÇÃO FINAL.....	35
4 RESULTADOS	36
4.1 IDENTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DO LOCAL ONDE A PESQUISA FOI REALIZADA.....	36
4.2 ESCOLHA DE UM GRUPO FORMADO POR ESPECIALISTAS	37

4.3 DESENVOLVIMENTO DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS.....	37
4.4 USO DO INSTRUMENTO DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS.	38
4.5 ESTRUTURA INICIAL DO BANCO DE DADOS.....	44
4.6 VALIDAÇÃO DA ESTRUTURA DO BANCO DE DADOS.....	52
4.7 ESCOLHA DA FERRAMENTA COMPUTACIONAL.....	52
4.8 MODELAGEM FINAL DO BANCO DE DADOS.....	52
5 CONCLUSÃO.....	62
APÊNDICE.....	71
APÊNDICE A QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS.....	71
APÊNDICE B ESTRUTURA FINAL DO BANCO DE DADOS.....	74

Lista de Ilustrações

Figura 1.	Ações não seguras (FONTE: REASON, 1997).....	13
Figura 2.	Demonstração gráfica dos quatro itens para classificação de falhas humanas descritas por Reason, 1990. (FONTE: SHAPELL, 2006).....	31
Figura 3.	Imagem aérea do local do desenvolvimento do presente estudo.....	37
Figura 4.	Modelo SHELL.....	45
Figura 5.	Tela inicial do banco de dados.....	46
Figura 6.	Detalhamento dos dados relacionados à ocorrência.....	47
Figura 7.	Detalhamento do evento.....	48
Figura 8.	Análise da ação humana não segura.....	48
Figura 9.	Fatores que afetam desempenho humano relacionados ao local e condições de trabalho.....	49
Figura 10.	Classificação de ações humanas não seguras.....	50
Figura 11.	Resultados consolidados.....	51
Figura 12.	Modificação na estrutura do banco de dados após avaliação de especialistas.....	53
Figura 13.	Modificação na estrutura do banco de dados após avaliação de especialistas, alterações destacadas em vermelho.....	53
Figura 14.	Alterações realizadas nos itens 5.3.1 e 5.3.2 da estrutura do banco de dados.....	54
Figura 15.	Alterações realizadas nos itens 5.3.1 e 5.3.2 da estrutura do banco de dados.....	55
Figura 16.	Alterações realizadas nos itens 5.3.1 e 5.3.2 da estrutura do banco de dados.....	56
Figura 17.	Alterações realizadas nos itens 5.3.1 e 5.3.2 da estrutura do banco de dados.....	57
Figura 18.	Alterações realizadas nos itens 5.3.1 e 5.3.2 da estrutura do banco de dados.....	57

Figura 19. Alterações realizadas nos itens 5.3.1 e 5.3.2 da estrutura do banco de dados.....	58
Figura 20. Alterações realizadas nos itens 5.3.1 e 5.3.2 da estrutura do banco de dados.....	58
Figura 21. Alterações realizadas nos itens 5.3.1 e 5.3.2 da estrutura do banco de dados.....	59
Figura 22 Tela para classificação de análise da ação humana, referentes a fatores que afetam o desempenho humano – condições do trabalhador.....	60
Figura 23 Tela de demonstração de resultados.....	61

Lista de Tabelas

Tabela 1.	Causas que afetam o nível de segurança em canteiros de construção civil (FONTE: PINTO <i>et al.</i> , 2012 - adaptado).....	6
Tabela 2.	Principais fatores que afetam o desempenho dos trabalhadores (FONTE: SWAIN & GUTMANN, 1983 - adaptado).....	17
Tabela 3.	Quantidade de especialistas participantes da pesquisa, por cargo/atividade	38
Tabela 4.	Tempo de experiência dos entrevistados.....	38
Tabela 5.	Relação de indicadores e fatores técnicos organizacionais e humanos sugeridos pelos especialistas, para comporem o banco de dados.de experiência dos entrevistados.....	43

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Percentual de especialistas de acordo com cargo/atividade.....	39
Gráfico 2. Percentual de entrevistados x tempo de experiência.....	40
Gráfico 3. Percentual de entrevistados que sofreram acidentes no trabalho.....	40
Gráfico 4. Percentual de entrevistados participantes em situações emergenciais, com risco de morte em plantas industriais.....	41
Gráfico 5. Percentual de entrevistados em investigações de incidentes/acidentes.....	41
Gráfico 6. Percentual de identificação de erros/falhas humanas em investigações de incidentes/ acidentes, pelos especialistas.....	42
Gráfico 7. Percentual de informações armazenadas em banco de dados.....	42

Lista de Siglas/ Abreviaturas

ACH	Análise da Confiabilidade Humana
API	Application Programming Interface
APS	Análise Probabilística de Segurança
ATHEANA	A Technique for Human Error Analysis
CREAM	Cognitive Reliability and Error Analysis Method
DDS	Diálogo Diário de Segurança
ECOM	Erro de comissão
EOM	Erro de omissão
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FADs	Fatores que Afetam o Desempenho dos Trabalhadores
HRSG	Heat Recovery Steam Generator
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	International Organization for Standardization
JVM	Maquina Virtual Java
MW	Megawatts
NR	Norma regulamentadora
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessment Services
OIT	Organização Internacional do Trabalho
ONU	Organização das Nações Unidas
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PDA	Assistente Pessoal Digital
PEH	Probabilidade de ocorrência de erro humano
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
QSMS	Qualidade, Segurança, Meio Ambiente e Saúde
SMS	Segurança, Meio Ambiente e Saúde
SST	Segurança e Saúde no Trabalho
TGG	Turbo gerador a gás
TGV	Turbo gerador a vapor
UTE	Usina Termoelétrica

1 INTRODUÇÃO

Toda atividade laboral do setor industrial, requer o envolvimento do ser humano de forma central na operação, monitoramento e acionamento de equipamentos, desenvolvimento de cronogramas, planejamento de paradas programadas para manutenção de plantas industriais e confecção de procedimentos e distribuição de turnos de trabalho, onde existe possibilidade da ocorrência de falhas.

As falhas, que podem variar em grau de severidade, de insignificante à catastrófica, ocorrem em sua grande maioria por desconsiderarem a variabilidade das habilidades humanas e/ou pela falta de planejamento da atividade de trabalho. Estas falhas podem ocorrer durante o planejamento, projeto, fabricação, pesquisa, desenvolvimento de tecnologias, elaboração de métodos de trabalho, criação de políticas corporativas e procedimentos, o que implica na tomada de decisões durante o processo produtivo.

O conceito de erro humano não deve ter conotação de culpa e punição, devendo ser tratado como consequência natural, que ocorre devido a não adequação entre a capacidade humana e a demanda do sistema. Para alcançar a segurança na operação de um processo é necessário identificar os fatores que influenciam o desempenho humano (FADs), antecipar e controlar os impactos potencialmente adversos ao homem. Situações de trabalho adequadamente projetadas, compatíveis com as necessidades, capacidades e limitações humanas, que levam em consideração os diferentes FADs, podem criar condições que aperfeiçoem o desempenho do trabalhador e minimizem os erros humanos. A abordagem centrada na situação de trabalho fornece os recursos necessários para identificar e eliminar situações de erro provável, possibilitando que os FADs sejam considerados e reduzindo a frequência de erros humanos.

A estrutura de uma empresa, instituição ou organização é formada por um grupo de indivíduos que possui objetivos comuns e desenvolve meios (processos) para que os mesmos sejam atingidos. O grupo é formado por lideranças e trabalhadores que procuram de modo eficiente aplicar recursos no desenvolvimento de projetos, construções, operações e manutenções com segurança. Neste

contexto, o desempenho humano em determinada atividade pode ser diretamente influenciado pelas políticas e medidas adotadas internamente. Com o desenvolvimento de novos métodos de trabalho, decorrente do emprego de tecnologias, houve uma mudança no cenário laboral, em produtividade ou na busca para realização de atividades seguras, objetivando a preservação da integridade física do homem e meio ambiente.

Os trabalhadores estão envolvidos não tão somente na operação, monitoração e acionamento de equipamentos, mas também na construção e manutenção de sistemas. A defesa em profundidade é obtida de forma sistemática e redundante através de barreiras físicas, humanas e organizacionais, envolvendo a organização do trabalho e as instalações físicas da empresa, empregando as seguintes funções:

- consciência e compreensão dos riscos e perigos. Exemplos: reuniões, avaliação de risco, procedimentos, práticas de comunicação;
- detectar e alertar sobre situações de não normalidade ou perigo iminente. Exemplos: alarmes e anunciadores, operadores no campo, verificação simultânea, supervisão e metodologias de tomadas de decisão e resolução de problemas;
- proteger as pessoas e o meio ambiente. Exemplos: equipamentos de proteção individual, sistema de monitoramento de radiação, sistemas de intertravamento, supervisão;
- restaurar condição de normalidade e estado seguro da planta: sistema automático e manual de desligamento de sistemas, verificação independente;
- conter a liberação de substâncias nocivas. Exemplos: sistemas de contenção, reservatórios, tanques e válvulas;
- evacuação, fuga, distanciamento do perigo: planos de emergência e evacuação, portas corta fogo, iluminação de emergência.

Toda organização que produz, constrói, transforma, manipula, utiliza, descarta ou armazena, uma ou várias substâncias classificadas como perigosas, de uma maneira permanente ou transitória, deve definir como um dos objetivos de sua gestão a redução de acidentes que ameaçam o ambiente, segurança e a saúde dos trabalhadores e comunidades do entorno. Desta forma, um banco de dados de

falhas humanas, considerando fatores sócio-organizacionais pode contribuir com melhorias e adequações na gestão de segurança e saúde do trabalho, bem como na análise de risco do empreendimento.

O desenvolvimento de ferramenta computacional, banco de dados, se torna importante, uma vez que é possível armazenar, comparar, resgatar e analisar informações coletadas ao longo de determinado período e local de atividade, para o entendimento e busca de falhas humanas, ou seja, identificar, analisar e eliminar conjunto de fatores que acarretam nas mesmas.

1.1 O TEMA

Os fatores humanos correspondem a um grupo de informações relacionadas com as habilidades, limitações e outras características humanas que são relevantes para o projeto de um sistema (NUREG 711, 2002). Segundo Meister (1986), confiabilidade humana é a probabilidade de que um operador realizar de maneira satisfatória uma tarefa exigida pelo sistema, em um período de tempo determinado, sem realizar outra ação que possa degradar este sistema. A análise da confiabilidade humana (ACH) é uma ferramenta que fornece informações qualitativas que identificam ações críticas que um trabalhador deve realizar para o desenvolvimento de uma tarefa a contento, identificando situações indesejáveis que possam degradar o sistema, erro provável e quaisquer fatores que possam contribuir para falhas no desempenho de uma ação (KIRWAN; AINSWORTH, 1992). A antecipação e o controle de impactos potencialmente adversos de ações humanas ou interações entre o ser humano e o sistema são partes integrais da segurança do processo, onde os fatores que influenciam no desempenho humano devem ser reconhecidos e administrados.

Segundo Vidal (2000), ergonomia é o estudo da interação entre as pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, objetivando intervenções e projetos que visem melhorar de forma integrada e não dissociada a segurança, o conforto, o bem estar e a eficácia das atividades humanas. A ergonomia visa modificar o processo de trabalho para adaptar a atividade de trabalho às características, habilidades e limitações dos operadores. A ergonomia é um instrumento importante

que os gerentes, engenheiros de segurança podem utilizar em sua busca por uma organização mais segura. A ergonomia utiliza a análise da situação de referência com o objetivo de fornecer elementos da situação real de trabalho. Estes elementos estão relacionados com as ações realizadas na execução das tarefas susceptíveis de serem reencontradas na situação futura de trabalho. O objetivo é analisar as ações nas situações existentes e construir situações experimentais, que se aproximem da situação futura de trabalho. Segundo Daniellou (1992), as situações de ações características constituem um conjunto de determinantes da situação de trabalho, que fazem parte da estrutura do trabalho. A construção das situações de ações características consiste na identificação das ações típicas da atividade dos trabalhadores e dos elementos que serão importantes na situação futura de trabalho.

Acidente é um evento não desejado, que pode ocasionar danos físicos, lesões, mortes, impactos ao meio ambiente, prejuízos materiais e comprometimento da operação de um sistema e resultando em consequências que o caracteriza como crítico ou catastrófico (GERTMAN; BLACKMAN, 1994). Reason (1990) mostra que a ligação contexto do trabalho versus acidente é complexa e observa que muitos acidentes ocorreram em situações pouco comuns, ou seja, em circunstâncias especiais que não representariam mais do que 25% do tempo de trabalho. Essas circunstâncias se produziram em consequência de incidentes operatórios, respostas não previstas do sistema ou alterações nas configurações de entrada de dados. Segundo a IAEA (1995), a importância dos fatores humanos e da confiabilidade humana aumentou consideravelmente, em função de 40% a 50% dos acidentes industriais terem origem através de eventos de falhas humanas.

Analisando eventos históricos sobre acidentes industriais a partir da Segunda Guerra Mundial, verificou-se uma intensificação de eventos de grandes proporções nas diversas indústrias. Este fenômeno foi relacionado ao aumento da produção das plantas industriais, elevação da complexidade dos processos, resultado do desenvolvimento tecnológico e a importância do petróleo como principal combustível (SOUZA; FREITAS, 2003). A complexidade e diversidade dos condicionantes da ocorrência dos acidentes na indústria têm desafiado estratégias de entendimento das causas e atuação sobre os acidentes de trabalho. Entretanto, ainda predominam abordagens limitantes, associadas à perspectiva tradicional da engenharia de segurança do trabalho, fundamentadas sobre os componentes técnicos diretos,

limitando-se aos erros cometidos pelos operadores, e prevenção por normatizações (LLORY, 1999).

Um banco de dados é uma coleção de arquivos usados pelos sistemas de aplicações de uma empresa, que permite inserir, buscar, excluir e alterar dados armazenados. Estudos na área de confiabilidade humana foram iniciados em 1950, com pesquisas na área nuclear e tentativas de desenvolvimento de um banco de dados de falhas humanas. Segundo Swain e Guttman (1983), a estruturação deste banco é de grande complexidade, pois se deve obter informações sobre a situação de trabalho, características da atividade do trabalhador, além de limitações da capacidade física e mental do ser humano. Gertman e Blackman (1994) enfatizam que os bancos de dados de falhas humanas existentes são muito genéricos.

Construção civil é o termo que engloba a confecção de obras como casas, edifícios, pontes, barragens, fundações de máquinas, estradas, aeroportos e outras infraestruturas, onde participam arquitetos e engenheiros civis em colaboração com técnicos de outras disciplinas.

No Brasil, segundo dados do IBGE (2009 – 2010), existem cerca de 8000.000 pessoas atuando em diversos setores da construção.. Devido às suas características e problemas específicos (DUARTE; CORDEIRO, 1999; FREJ; ALENCAR, 2010; GUERRINI; VERGNA, 2011), a indústria da construção civil registra elevados índices de acidentes (TAM *et al.*, 2004; MELIÁ *et al.*, 2008; HYOUNG *et al.* 2009), com custos econômicos elevados e que afetam a produtividade do setor (SILVERSTEIN *et al.*, 1998; DONG *et al.*, 2007; CAMBRAIA; SAURIN; FORMOSO 2008).

As causas que afetam o nível de segurança em canteiros da construção civil foram identificadas por diversos autores (RINGEN *et al.*, 1995; GILLEN *et al.*, 1997; LAITINEN *et al.*, 1999; TAM *et al.*, 2004), conforme destacado na tabela 1.

Tabela 1. Causas que afetam o nível de segurança em canteiros de construção civil (FONTE: PINTO *et al*, 2012)

Causas que afetam o nível de segurança na construção civil	
• Inadequada organização do trabalho	• Inadequada gestão da segurança
• Falta de formação, informação e sensibilização	• Fraca cultura de segurança
• Falta de coordenação e de supervisão	• Pressões econômicas e cronológicas
• Comunicação, interna e externa, ineficaz	• Fraco envolvimento dos trabalhadores e outras partes interessadas nas questões de segurança
• Dinâmica do ato de construir com constantes alterações e mudanças;	• Diversidade de empregadores e profissionais a trabalhar simultaneamente no canteiro de obra
• Rotatividade ocupacional;	• Operação de equipamento pesado e trabalho em elevadas alturas
• Jornadas de trabalho longas e hábitos de vida pouco saudáveis	• Cadeias de subcontratação alongadas
• Locais de trabalho afastados dos locais de residência, com a conseqüente deslocação dos trabalhadores	• Fraco envolvimento da direção em questões de segurança e dificuldade em atribuir recursos à segurança

Nota-se nos diversos fatores e indicadores, que em sua maior parte não há relação direta com a realização da atividade laboral porém, podem influenciar e afetar o nível de segurança na construção civil.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal desta dissertação é propor uma estrutura metodológica para desenvolvimento de uma ferramenta computacional a ser utilizada em diversas áreas industriais, na qual especialistas em segurança do trabalho possam inserir, recuperar e analisar informações relacionadas com atos inseguros e falhas humanas.

1.2.2 Objetivos específicos

- I. Desenvolver um banco de dados de falhas humanas, com uma abordagem centrada na influência dos fatores sócio-organizacionais na segurança do trabalho.

- II. Identificar os principais fatores sócio-organizacionais, que podem afetar o desempenho humano durante a realização de tarefas em áreas industriais, contribuindo para melhoria da gestão de segurança e saúde do trabalho na indústria.
- III. Desenvolver uma ferramenta computacional que possa ser utilizada em setores distintos da atividade industrial, com o intuito de facilitar a organização de informações para elaboração de plano de ação para redução de acidentes relacionados às falhas humanas.

1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Para cumprir os objetivos propostos, foram respeitados os seguintes limites:

- I. A escolha das informações contidas no banco de dados teve como referência os bancos de dados de falhas humanas citados na pesquisa bibliográfica, a opinião de especialistas em fatores humanos, engenheiros de segurança e trabalhadores da área da construção civil.
- II. A ferramenta computacional não tem como objetivo o cálculo da probabilidade de ocorrência de falhas humanas.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O estudo desenvolveu-se em cinco capítulos. O primeiro capítulo consiste na descrição dos aspectos introdutórios com relação ao problema proposto para o estudo, promovendo o entendimento e importância da pesquisa. No segundo capítulo apresenta-se a fundamentação teórica, com revisão da literatura com enfoque no objeto de estudo. O terceiro capítulo apresenta a metodologia proposta para alcançar os objetivos do estudo, no qual se apresenta o procedimento de obtenção dos dados e delimitação do método em busca da resposta às questões propostas. A análise dos resultados é apresentada no quarto capítulo.

Por fim, no quinto capítulo desta dissertação são formuladas análises conclusivas da abordagem proposta e apresentam-se considerações sobre a questão problema e objetivos específicos do estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SEGURANÇA NO TRABALHO

De acordo com o dicionário online Priberam a palavra trabalho, significa:

ato de trabalhar, qualquer ocupação manual ou intelectual, esmero, cuidado que se emprega na feitura de uma obra; obra feita ou que se faz ou está para se fazer; labutação, lida ou o fenômeno da vitalidade dos órgãos.

O homem sempre trabalhou, mas em tempos primitivos seu objetivo era a busca por alimentos a fim de suprir suas necessidades de subsistência. Inicialmente utilizavam-se única e exclusivamente as mãos para obtenção de elementos indispensáveis a sua sobrevivência, mas logo foram desenvolvidos e aperfeiçoados instrumentos facilitadores de seu trabalho, tanto para caça como defesa. Durante o período paleolítico, utilizava-se a pedra lascada como instrumento de caça e defesa e, logo após esta fase, no período neolítico, utilizou-se a pedra polida seguida pelo uso de metais, idade esta conhecida como do ferro e aço.

O comércio rudimentar surgiu a cerca de 3000 anos através de artesãos, que utilizavam poucas ferramentas, energia humana, animal e hidráulica, para criar produtos únicos e sem qualquer tipo de padronização. A partir do século XI esta atividade ganhou força e concentrou-se em pequenos grupos de aprendizes que viviam com mestre-artesão, detentor de toda técnica, em pequenas oficinas. Criaram-se assim, organizações chamadas Corporações de Ofícios, onde os mestres de cada região utilizavam mão de obra barata dos aprendizes em troca de aulas. Entretanto, o trabalho sofreu uma reformulação em sua configuração devido a Revolução Industrial, onde todo processo produtivo ficou concentrado com os proprietários de máquinas que controlavam toda matéria prima, produto final e lucro. Os artesãos passaram então a operários/ empregados (CURY, 2008).

Segundo Mendes *et al* (1991), “A revolução industrial” (1760 – 1850) teve papel de destaque na mudança das condições de vida social e de trabalho. As condições de trabalho eram péssimas, as doenças e os acidentes eram numerosos, não havia limites na jornada, ultrapassando dezesseis horas de trabalho por dia, o ambiente era fechado e as máquinas sem qualquer proteção, além da disseminação de doenças infectocontagiosas. Ainda neste período, ocorreu a libertação do

trabalhador, pois além de utilizar sua mão de obra nas máquinas, passou a ser consumidor dos produtos industrializados. Com desenvolvimento de máquinas, o aumento da necessidade de uso das mesmas e a criação do trabalhador assalariado, estabeleceu-se uma sensível mudança nas relações patrão-empregado, iniciando assim um sentido humano, social e jurídico em relação ao trabalho, criando-se regras onde o sentido protetivo do trabalhador começou a tomar forma, ideia muito incipiente ainda (HOBSBAWM, 2003).

As primeiras máquinas utilizadas eram extremamente rudimentares e o homem, passível de erros, fazia com que os riscos de acidentes fossem altos, pois não existia a ideia de treinamento, muito menos a construção de equipamentos que oferecessem maior segurança aos trabalhadores. Por falta de legislação específica e pela característica do trabalho durante os primórdios da industrialização, era comum a presença de menores e mulheres trabalhando em jornadas extensas, ambientes altamente insalubres e de grande periculosidade, aumentando ainda mais os riscos de acidentes. A força de trabalho era tratada apenas como peça de reposição, caso algum trabalhador sofresse qualquer tipo de infortúnio, e o mesmo era substituído. Com a instalação da primeira máquina a vapor de Newcomen para fabricação de vidro e extração de água de minas, e em 1763 o primeiro tear com lançadeira volante de John Kay gerou revolta dos trabalhadores que atacaram as residências de seus patrões, exigindo melhores condições de trabalho e salário (BERLINGUER, 1978).

Neste contexto, o mundo passou por grandes transformações desde a Revolução Industrial, em decorrência da necessidade do escoamento de grande produção de industrializados e conquista por consumidores (colônias) (HOBSBAWM, 2003).

Após a Primeira Guerra Mundial criou-se a Organização Internacional do Trabalho (OIT), através da Conferência de Paz, uma agência multilateral ligada à Organização das Nações Unidas (ONU), especializada nas questões do trabalho, com representação paritária de governos dos 182 Estados-Membros e de organizações de empregadores e trabalhadores. A ideia de uma legislação trabalhista internacional surgiu como resultado das reflexões éticas e econômicas

sobre o custo humano da revolução industrial, e sua criação baseou-se nos seguintes argumentos:

- humanitários: condições injustas, difíceis e degradantes de muitos trabalhadores;
- políticos: risco de conflitos sociais ameaçando a paz;
- econômicos: países que não adotassem condições humanas de trabalho seriam obstáculo para obtenção de melhores condições em outros países.

Segundo Fantazzini (2010), é quase impossível precisar a origem da prática da higiene industrial, mas o reconhecimento de um vínculo causal entre riscos dos ambientes de trabalho e as doenças foi o passo fundamental no seu desenvolvimento.

Bernardino Ramazzini, considerado pai e fundador da Medicina do Trabalho através de seu trabalho precursor *De Morbis artificum Diatriba* (Doenças dos Trabalhadores), foi o verdadeiro ponto de partida para Medicina do Trabalho, sistematizando algumas enfermidades que assolavam trabalhadores que desempenhavam a mesma atividade laboral (ABHO, 2013).

A partir deste momento, o ambiente de trabalho passou a ser analisado com o objetivo de introduzir melhorias para o trabalhador, protegendo sua integridade física e lançando-se desta forma a base da engenharia de segurança do trabalho. A higiene e a medicina industrial fortaleceram-se com “Factory Act” britânico, de 1864, requerendo o uso de ventilação diluidora para reduzir os contaminantes, e o de 1878, especificando o uso de ventiladores para exaustão. Por fim, em 1901 iniciou-se a regulamentação das ocupações perigosas.

Em 1910, Alice Hamilton, considerada pioneira no campo da doença ocupacional, totalmente inexplorado, através de seu trabalho descreveu não só o reconhecimento da doença, mas a avaliação e o controle dos agentes causadores, podendo ser considerada como o início da prática da higiene industrial, nos EUA. (LIMA, 2012).

No Brasil segundo o Artigo 19 da Lei 8123 de 1991, temos a seguinte definição de acidente do trabalho:

Acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta Lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

Em 2007, na 60ª Assembléia Mundial da Saúde, foram aprovadas diretrizes da OIT e o Plano de Ação Global em Saúde do Trabalhador. No Brasil foi criada a Comissão Tripartite, composta de representantes do Governo, das áreas de Previdência Social, Trabalho e Emprego e Saúde, de representantes dos trabalhadores e dos empregadores, a qual teve como objetivos: revisar e ampliar a proposta da Política Nacional de Segurança e Saúde do Trabalhador (PNSST), propor o aperfeiçoamento do sistema nacional de segurança e saúde no trabalho por meio da definição de papéis e de mecanismos de interlocução permanente entre seus componentes e elaborar um Programa Nacional de Saúde e Segurança no Trabalho, com definição de estratégias e planos de ação para sua implementação, monitoramento, avaliação e revisão periódica, no âmbito das competências do Trabalho, da Saúde e da Previdência Social.

Uma das atribuições da comissão tripartite foi a elaboração de Normas Regulamentadoras (NRs), as quais regulamentam e fornecem orientações relacionadas à segurança e medicina do trabalho. Essas normas, citadas no Capítulo V, Título II da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), são de observância obrigatória por todas as empresas brasileiras regidas pela CLT e são periodicamente revisadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

Atualmente o Brasil possui 36 NRs que possuem amparo federal como lei e são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e órgãos públicos de administração direta e indireta, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho - (CLT).

2.2 ERROS/ FALHAS HUMANAS

Erro e/ou falha humana deve ser tratado como consequência natural, que emerge devido a não continuidade entre a capacidade humana e a demanda do sistema. Sendo assim, é importante ressaltar que este conceito não deve ter conotação de culpa e punição. O erro humano é um dos contribuintes remanescentes significativos de risco que pode levar a perdas inaceitáveis devido a acidentes. Para evitar e minimizar riscos devido a erro humano, avaliações são frequentemente realizadas para avaliar os efeitos potenciais da falha humana na segurança do sistema (SANTOS *et al.*, 2009).

Reason (1990) descreve que os sistemas de engenharia dependem até certo ponto da intervenção humana e, por esse motivo, o autor aponta o fator humano como o elo mais fraco em qualquer sistema e também classifica o erro humano em quatro níveis: influências organizacionais, supervisão inadequada, condições prévias para atos inseguros e os atos inseguros.

O erro humano, se intencional ou não intencional é definido como qualquer ação humana ou a sua falta, que excede ou falha em atingir um limite de aceitabilidade, onde os limites do desempenho humano são definidos pelo sistema (KIRWAN, 1994). Qualquer definição de erro humano deve considerar as ações e limites específicos envolvidos numa tarefa em particular, em um determinado contexto e ser considerado como um resultado natural e inevitável da variabilidade humana em interações com um sistema, refletindo as influências de todos os fatores pertinentes no momento em que as ações são executadas. O conceito de erro humano não deve ter conotação de culpa e punição, devendo ser tratado como uma consequência natural, que emerge devido a não continuidade entre a capacidade humana e a demanda do sistema. Segundo Swain e Guttmann (1983), os erros humanos são classificados como:

- Erro de omissão (EOM): caracterizado pela falta de ação, quando se omite totalmente ou parcialmente uma tarefa.
- Erro de comissão (ECOM): caracterizado pelo desempenho incorreto de uma tarefa ou de uma ação. Os trabalhadores que cometem erro de comissão executam, geralmente, ações corretas de acordo com sua compreensão e conhecimento atual

do sistema e do seu comportamento. São fortemente influenciados pelo contexto dos eventos, pelas condições da planta industrial e pelos fatores que modelam o desempenho humano. Entretanto, o sistema está em um estado onde uma intenção correta de operação não é a apropriada. Os erros de comissão podem ser classificados como erros na sequência de realização das tarefas, erros na seleção do controle, erros no tempo da realização da ação.

Segundo Reason (1997), no modelo epidemiológico de acidentes, as ações humanas não seguras são classificadas como (Figura 1):

- Ações não intencionais: definidas como deslizes, lapsos e enganos
- Ações intencionais: Definidas como violações

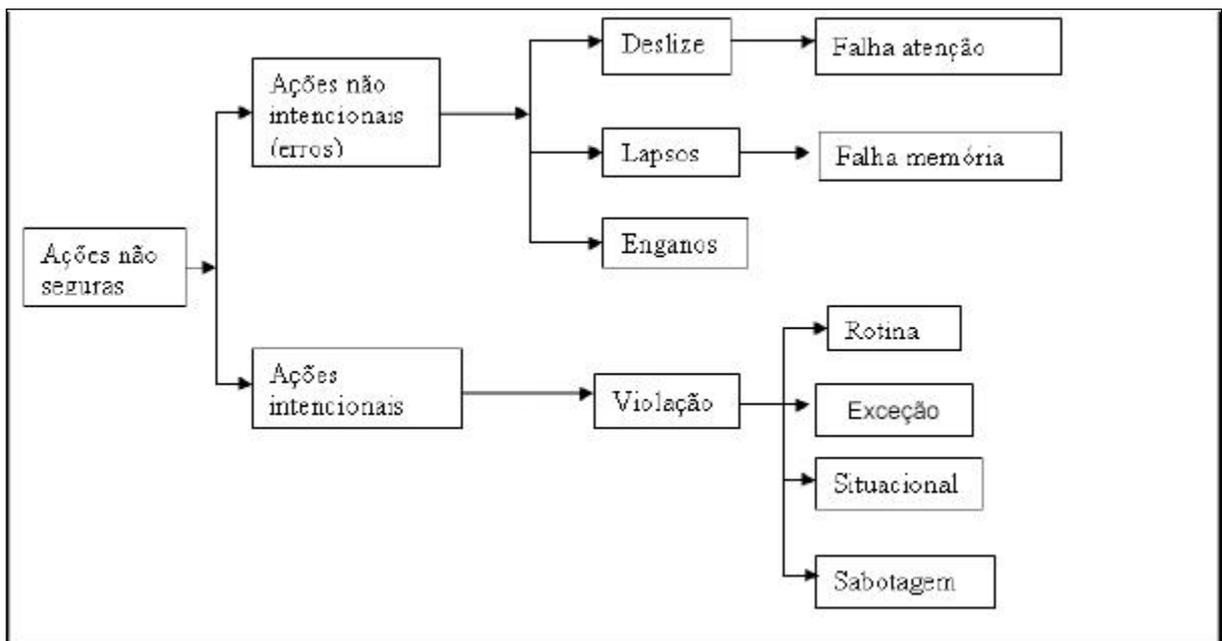


Figura 1. Ações não seguras (FONTE: REASON, 1997)

Os erros baseados nas habilidades geralmente são definidos como lapsos, deslizes e estão relacionados com fatores de atenção e falha memória. O planejamento é adequado, mas as ações fracassaram com o que foi planejado. São falhas não pretendidas na execução. Os deslizes estão relacionados com ações observáveis e estão associados com falhas na atenção ou na percepção. Os lapsos estão relacionados com falhas da memória.

As ações ocorrem de acordo com o planejamento, mas o planejamento é inadequado para alcançar o objetivo. Os erros neste caso são definidos como engano e são divididos em enganos baseados nas regras e no conhecimento. Os enganos baseados nas regras envolvem a má aplicação das boas regras e a falha em aplicar uma boa regra. Os enganos baseados no conhecimento ocorrem quando não existem soluções definidas ou preparadas e é necessário a resolução do problema de imediato. Podem ser caracterizados pela atenção seletiva, ou seja, prestar mais atenção para algumas características ou para características incorretas. Violações são atos que são claramente contrários ao procedimento operacional definido (LUQUETTI; VIDAL, 2003).

Segundo Kirwan (1994), os principais tipos de erros humanos são:

- Enganos e lapsos: São mais previsíveis, caracterizados pela qualidade do desempenho ou pela omissão.
- Erros cognitivos: Erros de diagnósticos, erros na tomada de decisões. São ocasionados pelo mau entendimento sobre o processo e funcionamento dos sistemas. São agravados pela ausência de sistemas de auxílio ao operador, pelo projeto deficiente, por procedimentos e treinamentos não adequados.
- Erros de manutenção: A maioria dos erros de manutenção é ocasionada por lapsos e enganos, permitindo a ocorrência de falhas imediatas e falhas latentes.
- Violação: Violações são atos que são claramente contrários ao procedimento operacional definido. Por exemplo, se um operador de máquina não limpar ou lubrificar a máquina da forma prescrita, haverá probabilidade desta falhar. O operador “violou” um procedimento estabelecido. Violação de regras e procedimentos. Na violação extrema o risco é real, de extrema seriedade.
- Erros idiossincrásicos: Erros relacionados com o estado emocional dos operadores ao realizar uma tarefa. São resultantes de uma combinação de fatores pessoais em uma organização vulnerável.
- Erros na programação de software: Erros que prejudicam o funcionamento de sistemas automatizados.

Segundo Rasmussen (1987), o modo de desempenho humano é baseado na habilidade, nas regras e no conhecimento.

- Desempenho baseado na habilidade

Segundo Luquetti *et al.* (2010), neste nível são executadas ações rotineiras, tarefas práticas, ações realizadas com ocasionais verificações conscientes. O comportamento é governado através de instruções pré-programadas, desenvolvidas através de treinamento ou da experiência adquirida. Os erros cometidos neste modo são ocasionados pela falta de atenção.

- Desempenho baseado nas regras

Segundo Luquetti e Vidal (2003), neste nível são aplicadas regras escritas ou memorizadas. Essas regras são aplicadas através da combinação dos sinais e sintomas dos problemas encontrados e do conhecimento armazenado. O pensamento consciente é utilizado para verificar se a solução é apropriada ou não. As ações requerem um grande nível de consciência, apesar de estarem inseridas na experiência normal dos operadores.

As ações são baseadas em regras e procedimentos, seguindo a seguinte lógica: SE (Indício X) ENTÃO (Situação Y).

Os erros cometidos neste modo são ocasionados pela má interpretação.

- Desempenho baseado no conhecimento

Segundo Luquetti e Vidal (2003), quando não conseguimos achar uma solução já existente para um problema, recorremos ao esforço de pensar sobre possíveis soluções. Caso exista disponibilidade de tempo e condições apropriadas que satisfaçam o aprendizado, encontraremos excelentes soluções.

Segundo Reason (1994), as pessoas não estão preparadas para solucionar novos problemas em situações de emergência. Neste nível as ações requerem um grande nível de consciência. Os operadores devem utilizar o conhecimento fundamental ao invés da experiência formal. As ações corretas não estão claras. É uma situação não familiar. O operador não possui as habilidades e as regras necessárias. Ele deve usar seu conhecimento sobre o sistema, princípios científicos ou fundamentos teóricos. Os erros cometidos neste modo são ocasionados por um modelo mental equivocado (LUQUETTI; VIDAL, 2003).

Rasmussen (1982) e Hollnagel (2006) identificaram as principais funções cognitivas durante o processamento de informação, utilizadas pelos trabalhadores na solução de problemas e tomada de decisões: monitoramento/detecção; avaliação

situação; planejamento da resposta e implementação resposta. O monitoramento é o processo de coleta de informações, dados e sinais pelos trabalhadores. Avaliação situação descreve como o operador interpreta e organiza as informações recebidas, com o objetivo de desenvolver uma explicação lógica e coerente para os dados recebidos. Planejamento da resposta é o processo de tomada de decisão. O trabalhador utiliza o modelo da situação atual do processo de trabalho para identificar objetivos, gerar alternativas de respostas, avaliar o planejamento e selecionar o mais adequado plano de resposta. Implementação resposta é a sequência de ações executadas durante a realização das tarefas.

2.3 FATORES QUE AFETAM O DESEMPENHO HUMANO (FADs)

A maioria dos erros humanos é uma consequência da situação de trabalho e não da falta de responsabilidade do trabalhador. Envolver diretamente os trabalhadores nestes esforços é a melhor maneira de obter melhorias no seu desempenho, com implicações significativas na melhoria da segurança, qualidade e produtividade em todas as indústrias de processo. A antecipação e o controle de impactos potencialmente adversos de ações humanas ou interações entre o ser humano e o sistema são partes integrais da segurança do processo, onde os fatores que influenciam no desempenho humano devem ser reconhecidos e administrados.

A participação dos trabalhadores, projetistas, engenheiros de segurança, especialistas em fatores humanos é de vital importância neste processo. Portanto, uma das maneiras de minimizar os erros humanos consiste em considerar os fatores que afetam o desempenho dos trabalhadores (FADs). Esses fatores são definidos como internos, externos e estressores (EMBREY, 1984). FADs, denominados “internos” representam características individuais das pessoas, suas habilidades, sua motivação e expectativas. Os FADS “externos” incluem todo o ambiente de trabalho, os equipamentos, os procedimentos escritos ou instruções verbais. Os “estressores” são os psicológicos e fisiológicos que resultam do ambiente de trabalho, quando as exigências do sistema não estão em conformidade com a capacidade e as limitações do operador. A não combinação entre os FADs resulta num estresse que degrada o desempenho humano. A tabela 2 lista os principais fatores que afetam o desempenho humano.

Tabela 2. Principais fatores que afetam o desempenho dos trabalhadores (FONTE: SWAIN; GUTMANN, 1983).

Principais fatores que afetam o desempenho dos trabalhadores	
FATORES EXTERNOS	
Condições de localização/ acesso aos locais das ações	
Temperatura	
Umidade	
Qualidade do ar	
Iluminação	
Ruído	
Vibração	
Grau de limpeza em geral	
Relação horas de trabalho/ descanso	
Disponibilidade e adequação de instrumentos e ferramentas especiais	
Condições de visualização dos displays nos equipamentos	
Diferenciação no formato/ cor/ localização para os controles/ displays	
Organização de plantões e o número de operadores por turno de trabalho	
Necessidade de interpretação para tomada de decisões	
Repetitividade em determinadas tarefas	
Realização de cálculos em algumas atividades	
Comunicação entre os membros de equipe	
Qualidade da interface homem-máquina	
Estado de ferramentas e instrumentos utilizados nas atividades	
Existência de procedimentos/ instruções de trabalho orais	
Existência ou não de instruções escritas para realização de diagnóstico	
Coerência nos métodos de trabalho	
Erro de conteúdo e/ou de sequência nos procedimentos escritos	
Comodidade na execução das tarefas	
FATORES INTERNOS	
Tempo de experiência na função	
Conhecimento na área de atuação	
Familiaridade com ações de resposta a situações de emergência	
Estado emocional	
Identificação com grupo de trabalho	
Condição física do operador	
FATORES ESTRESSORES	
Estresse em situações de emergência	
Duração do estresse	
Risco de exposição a perigos	
Subtaneidade (surpresa) das ocorrências	
Carga de trabalho	
Períodos longos de vigilância sem ocorrências	
Aspiração ocasional de ruídos ou outros fatores que causem distração	
Disparos acidentais e rotineiros de alarmes	
Caso de fadiga	

O desempenho humano é influenciado pelo efeito combinado de vários fatores que podem aumentar ou degradar, facilitar ou interferir com o desempenho. A identificação e a definição dos efeitos desses fatores são aspectos relacionados com a análise do desempenho dos trabalhadores (LUQUETTI; VIDAL, 2003).

Kantowitz e Sorkin (1983) apresentaram os principais fatores que modelam o desempenho humano, organizados em cinco categorias principais.

- Fatores operacionais: objetivo do sistema, tempo de operação, modos de operação.
- Fatores relacionados com o projeto: características operacionais, layout dos painéis, acessibilidade, usabilidade.
- Fatores relacionados com as tarefas: complexidade, atividades múltiplas e simultâneas, duração da tarefa, supervisão, alta carga de trabalho, regulações.
- Fatores pessoais: treinamento, experiência individual ou do grupo, motivação, capacitação, monotonia, fadiga, nível de instrução, atitude moral, carga de trabalho física e mental, medo e ansiedade, perda sensorial, sexo, idade, peso, altura, estresse.
- Fatores ambientais: temperatura, iluminação, limitação espaço físico, vibração, nível de ruído, turbulência, visibilidade, velocidade do vento, umidade, noite e dia.

Segundo Luquetti e Vidal (2004), as seguintes situações podem conduzir aos erros humanos:

- Procedimentos deficientes;
- Instrumentação inadequada, inoperante;
- Conhecimento insuficiente: Operadores desenvolvem um modelo cognitivo da situação do processo, de maneira que possam diagnosticar problemas e compreender as consequências de suas ações;
- Prioridades conflitantes: Segurança x Produção. Caso as recompensas pela produção sejam muito mais tangíveis que as recompensas pela segurança, muitos trabalhadores poderão fazer todo o possível para manter uma unidade produtiva;
- Sinalização inadequada: Sinalizar de maneira clara e sem ambiguidade todos os controles e equipamentos;
- Realimentação inadequada: Os operadores necessitam de realimentação imediata para saber se suas ações estão extraíndo a resposta desejada do sistema;

- Equipamentos desativados: Os operadores esperam que o hardware, particularmente os equipamentos relacionados a segurança, funcionem quando necessário. Quando esses equipamentos são desativados para manter a produção, existe uma chance que os operadores não estejam conscientes de um problema ou que não respondam de forma rápida;
- Comunicação deficiente: Muitos operadores estão envolvidos no processo de produção e a comunicação clara é essencial.
- Layout deficiente: Os controles, mostradores, monitores devem estar localizados em locais convenientes e acessíveis;
- Estereótipos populacionais: Qualquer item no local de trabalho que viole os estereótipos populacionais pode levar ao erro humano;
- Manutenção irregular;
- Vigilância estendida, sem eventos: É importante que os sistemas de controle sejam projetados com possibilidade de interação regular do operador. O operador permaneça atento. Colocar um operador em situações que requeiram vigilância estendida, sem eventos, pode implicar em acidentes.

2.4 CONFIABILIDADE HUMANA

Por volta dos anos 80, através da evolução tecnológica e o modo como os acidentes passaram a ser avaliados pela ciência, deu-se início a uma corrente científica com foco em confiabilidade humana. É notória a consequência das transformações da atividade humana, com a constatação de mudanças profundas nos hábitos, atitudes e na realização das mais variadas operações. Através da informatização dos postos de trabalho, ocorre alteração da carga de trabalho, antes concentrada nos músculos para os órgãos dos sentidos e da atenção (GRANDJEAN, 1998; MORAES; MONT'ALVÃO, 2000).

O papel do homem tornou-se mais ativo em situações de controle e regulação de processos com o novo contexto de trabalho, devido ao aumento da automatização dos sistemas produtivos e com a necessidade de uma vigilância contínua por parte do operador. Conforme Moraes e Mont'alvão (2000), tarefas como estas não exigem esforço do operador, mas geram altos níveis de tensão. As falhas do sistema caracterizadas por acidentes ou incidentes são raras, mas quando ocorrem são de grande proporção.

Segundo Meister (1986) e Hollnagel (2005), confiabilidade humana é a probabilidade de um operador realizar, de maneira satisfatória, uma tarefa exigida pelo sistema em um período de tempo determinado (quando este é considerado fator limitante), sem realizar outra ação que possa degradar o sistema. Para determinar a confiabilidade humana dentro do contexto “homem – tarefa”, ou seja, a condição organizacional e ambiental dentro as quais o trabalhador desenvolve suas atividades de trabalho prescrito é necessário entender a falha humana e, mais precisamente, como e por que ela acontece, uma vez que este tipo de falha é complexo, multicausal e multideterminado (COUTO, 1996).

A análise da confiabilidade humana (ACH) é uma ferramenta que fornece informações qualitativas, que identificam as ações críticas que um trabalhador deve realizar para desenvolver uma tarefa a contento, identificando ações errôneas (não desejadas) que podem degradar o sistema, situações de erro provável e quaisquer fatores que possam contribuir para os erros no desempenho de qualquer ação, além de informações quantitativas, estimativas numéricas da probabilidade de que uma tarefa será desenvolvida de maneira incorreta ou que ações não desejadas sejam realizadas (KIRWAN; AINSWORTH, 1992; SANTOS *et al.*, 2008).

Nos setores industriais, nuclear e aviação, a ACH já é aplicada por mais de duas décadas, possibilitando a tomada de decisão, avaliação e melhoria em design, desempenho e proteção contra riscos inaceitáveis no sistema. É possível notar que em outros setores da indústria como transporte ferroviário e aéreo, médico e farmacêutico, onde o desempenho humano é crítico, esta ferramenta começa a ser sendo aplicada (GIBSON; KIRWAN, 2007).

Alguns métodos de análise de confiabilidade humana são fortemente influenciados pelo enfoque de análise probabilística de segurança (APS) e dependem de dados quantitativos para a avaliação das ações humanas. Geralmente são quatro as fontes onde esses dados são obtidos: estimados através de especialistas, de simuladores, experimentos e experiência operacional (LUQUETTI *et al.*, 2005). Segundo IAEA (1998), sabe-se que na área de confiabilidade humana não existe uma compilação de informações crível e acessível. Talvez a razão para esta deficiência seja a imprevisibilidade dos seres humanos, dificultando o relato de seu comportamento.

Com objetivo de calcular e promover a redução da probabilidade de erros humanos e suas consequências foi desenvolvido métodos de análise de confiabilidade humana.

A probabilidade de ocorrência de erro humano (PEH) é a probabilidade de que aconteça um erro humano (falha humana) na realização de uma tarefa, conforme equação abaixo.

$$\text{PEH} = \frac{\text{Número de erros humanos cometidos}}{\text{Número de oportunidades}}$$

Alguns métodos de análise de confiabilidade humana (ACH) são classificados como de primeira ou segunda geração, conforme descrito a seguir:

- Métodos de primeira geração - os erros humanos são considerados como de omissão, pois é levado em consideração que todas as etapas de uma tarefa são realizadas através de procedimentos definidos e que a realização de cada sub-tarefa é crucial para o sucesso total da tarefa, não levando em consideração as variações de comportamento e influências organizacionais, comportamentais e cultura. Vergara (2005) classifica os métodos de primeira geração como estáticos, pois a probabilidade do erro humano é definida durante a análise teórica, sem levar em consideração a resposta dos erros humanos no controle das ações, nem nas respostas das interações com as máquinas, ferramentas e softwares.
- Métodos de segunda geração - incorporam aspectos da cognição humana, ergonomia, psicologia. Seus objetivos são identificar as ações que requerem atividades cognitivas importantes, determinando as condições e ações que podem constituir uma fonte de risco; incorporar conhecimentos relacionados com a interação usuário sistema, identificar e modelar os erros de comissão (LUQUETTI *et al.*, 2010).

A seguir são apresentados alguns métodos aplicados na análise de confiabilidade humana:

- SLIM-MAUD (Success Likelihood Index Method Multi Attribute Utility Decomposition) - na ausência de um banco de dados específico, esta técnica é centrada no julgamento por especialista. De acordo com Embrey e outros (1984), considera-se a probabilidade de ocorrência de erros humanos como uma função dos fatores que afetam o desempenho dos trabalhadores (FADs). A não combinação desses fatores afeta o desempenho humano, culminando no erro humano.
- THERP (Technique for Human Error Rate Prediction) - método de análise de confiabilidade humana de primeira geração que identifica erros do tipo de omissão e utiliza banco de dados de erros humanos para atividades específicas (SWAIN; GUTTMANN, 1983).
- ATHEANA (A Technique for Human Error Analysis) - centrado na identificação dos erros humanos do tipo comissão. É considerado método de análise de confiabilidade humana de segunda geração. Apresenta abordagem mais realística da interação entre usuários e sistemas, levando em consideração aspectos cognitivos, aplicando conhecimentos em engenharia, psicologia, ergonomia, fatores humanos, etc. Falhas humanas podem ocorrer mesmo que os usuários sigam todos os procedimentos descritos, porém se alguma situação não foi prevista, como falhas múltiplas em equipamentos, cenários adversos aos aplicados em treinamentos, podem culminar em incidentes e acidentes. (COOPER *et al.*, 1996)
- CREAM (Cognitive Reliability and Error Analysis Method) - de acordo com Hollnagel (2006) o método é baseado na identificação das ações que requerem atividades cognitivas importantes, onde a fonte de riscos é determinada através da análise de tarefas, avaliando as ações e condições que podem contribuir para essa fonte. Em cada sub tarefa são determinadas as atividades cognitivas dominantes. Baseado na frequência de ocorrência dessas atividades cognitivas, o modelo de demanda cognitiva de uma tarefa ou sub tarefa é construído. De uma maneira geral, o método CREAM é constituído de duas fases. A fase A (método básico) – como construir a sequência do evento; avaliar as condições de desempenho humano;

determinar os prováveis modos de controle e fase B (método estendido) - construir o modelo das demandas cognitivas; identificar as prováveis falhas das funções cognitivas; determinar a probabilidade de ocorrência de falha das funções cognitivas.

Segundo Hollnagel (2006), a confiabilidade operacional é menor para o modo de controle desordenado e conseqüentemente maior para o modo de controle estratégico. A probabilidade de falha do usuário é maior no modo de controle desordenado e menor no modo de controle estratégico. Os modos de controle descrevem o nível de controle que os usuários têm em relação às condições de trabalho e possibilitam uma equivalência com a confiabilidade operacional, conforme descritos a seguir:

- Desordenado: ações são escolhidas ao acaso com pouca reflexão envolvida.
- Oportunista: a escolha das ações é ineficiente, tempo disponível é limitado, o contexto não é entendido, estado não usual do sistema ou deteriorações nas condições de trabalho.
- Tácito: Usuários seguem procedimentos ou regras conhecidas, entretanto com planejamento limitado.
- Estratégico: As ações são escolhidas depois de análises cuidadosas, considerando as dependências entre as várias etapas das tarefas e as interações entre os usuários e os sistemas.

2.5 JULGAMENTO POR ESPECIALISTAS NA OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE BANCO DE DADOS

Especialista é alguém com conhecimento especializado ou habilidade em alguma área/domínio específico (WILMOT *et al.*, 2000) e, uma avaliação pode ser considerada como uma impressão, avaliação pessoal, ou uma estimativa subjetiva de uma qualidade ou quantidade de interesse

A principal razão pela qual se utiliza sistema de avaliação através de especialistas é a carência de alternativas viáveis, ou seja, métodos alternativos para a obtenção dos dados requeridos ou experimentos dispendiosos necessários para este fim. Desta forma, avaliações realizadas por especialistas são necessárias porque não existem observações que poderiam ser feitas no lugar do julgamento.

De acordo com Clemen e Winkler (1999), utiliza-se vários especialistas para responder às mesmas perguntas, por duas razões:

- Pode haver múltiplos pontos de vista ou abordagens para as questões em estudo, pois com um número maior de especialistas é possível avaliar diferentes pontos de vistas, evitando a distorção da incerteza sobre o problema estudado.
- O uso de especialistas individuais muitas vezes subestima a incerteza real.

Não há regra definida para a determinação do número de especialistas a serem utilizados em uma avaliação, a experiência sugere a utilização de três a doze. Variações neste número podem ocorrer, pois são dependentes diretamente dos recursos disponíveis, diversidade ou concordância dos pontos de vista defendidos pelos especialistas e a abrangência de conhecimentos necessários (CLEMEN; WINKLER, 1999).

De uma forma geral, Wilmot *et al.* (2000) observam que para um processo de avaliação por especialistas ser eficiente é importante considerar os seguintes aspectos:

- Selecionar bons especialistas no domínio em questão e treiná-los nos aspectos normativos do assunto;
- Agregação das avaliações de vários especialistas tende a produzir resultados mais precisos que utilizar o parecer de um único especialista;
- Métodos matemáticos de agregação são geralmente preferíveis aos métodos comportamentais para se chegar a um consenso;
- A qualidade das decisões dos especialistas pode ser substancialmente melhorada através de decomposição do problema em uma série de problemas mais elementares;
- Os especialistas que são entrevistados em seus ambientes de trabalho têm fácil acesso aos seus arquivos e outras fontes de informação pertinentes;
- Os especialistas estão sujeitos a tendências e excesso de confiança;
- Fontes de dependência entre os especialistas devem ser identificadas.

Para Wilmot *et al.* (2000) a utilização do recurso de avaliação por especialistas sempre desempenhou grande papel na ciência e engenharia,

tornando-se cada vez mais reconhecida como dado científico. Conforme observado nos documentos NUREG-1842 (2006) e NUREG-1792 (2005), das técnicas de análise de confiabilidade humana, em algum estágio de sua modelagem é utilizado o julgamento de especialistas quando não há banco de dados específico para obtenção de probabilidades de erro humano. Isso acontece, normalmente, por razão das bases de dados existentes não contemplarem todas as informações requeridas para as análises de confiabilidade humana (NASCIMENTO, 2010). Em destaque podem ser citadas THERP, SLIM e ATHEANA.

2.6 BANCO DE DADOS

Pode-se concluir que a mudança do trabalho ao longo dos últimos anos, foi responsável pelas maiores modificações em nossa sociedade. A era dos grandes sistemas mecânicos (Revolução Industrial) ocorreu durante o século XVIII, seguido da introdução da máquina a vapor no século XIX. O século XX, considerado a era da informação, devido aos avanços tecnológicos em diversas áreas e a quantidade de informação aliada ao fenômeno da globalização (CASTELIS, 2007).

Um dos maiores avanços foi o desenvolvimento da informática, que através de softwares e hardwares capazes de realizar atividades inimagináveis, desde cirurgias com extrema precisão, conferências, lançamento de foguetes, exploração de áreas longínquas, até aulas, tudo isso a longas distâncias; reformulando todo conceito de diversas áreas, inclusive da educação até hoje conhecido.

Com o intuito de desenvolver um banco de dados de falhas humanas é importante o esclarecimento de alguns conceitos fundamentais relacionados ao tema. Banco de dados é uma coleção de arquivos com dados operacionais armazenados, usados pelos sistemas de aplicações de uma entidade/empresa específica que permite: acrescentar novos arquivos ao banco de dados, inserir dados em arquivos existentes, buscar dados de arquivos existentes, excluir dados de arquivos existentes, alterar dados de arquivos existentes, remover arquivos existentes. E, o objetivo principal de um sistema de banco de dados é manter dados e disponibilizá-los quando solicitados.

O software é uma sequência de instruções a ser seguida e/ou executada, na manipulação, redirecionamento ou modificação de um dado/informação ou acontecimento; também é o nome dado ao comportamento exibido por essa sequência de instruções quando executada em um computador ou máquina semelhante.

Software é um produto desenvolvido pela engenharia de software, que inclui não apenas o programa de computador propriamente dito, mas também manuais e especificações (PRESSMAN, 2006). Um programa de computador é composto por uma sequência de instruções interpretada e executada por um processador ou máquina virtual. Em um programa correto e funcional, essa sequência segue padrões específicos que resultam em um comportamento desejado; pode ser executado por qualquer dispositivo capaz de interpretar e executar as instruções de que é formado.

Quando um software está representado com instruções que podem ser executadas diretamente por um processador dizemos que está escrito em linguagem de máquina. A execução de um software também pode ser intermediada por um programa interpretador, responsável por interpretar e executar cada uma de suas instruções. Uma categoria especial e notável de interpretadores são as máquinas virtuais, como a Máquina Virtual Java (JVM), que simulam um computador inteiro, real ou imaginado. O dispositivo muito difundido, que dispõe de um processador é o computador. Existem outras máquinas programáveis, como telefone celular, máquinas de automação industrial, calculadora, palmtops, etc; também conhecidos como hardwares.

Hardware é a parte física, ou seja, é o conjunto de componentes eletrônicos, circuitos integrados e placas, que se comunicam através de barramentos. Em complemento ao hardware, o software é a parte lógica, ou seja, o conjunto de instruções e dados processado pelos circuitos eletrônicos do hardware. Toda interação dos usuários de computadores modernos é realizada através do software, que é a camada, colocada sobre o hardware, que transforma o computador em algo útil para o ser humano (BITTENCOURT, 2009). Um dos hardwares muito utilizados nos dias atuais e em diversos setores de trabalho é chamado Assistente Pessoal Digital (PDAs ou Handhelds), que se trata de um computador de dimensões reduzidas,

dotado de grande capacidade computacional, cumprindo as funções de agenda e sistema informático de escritório elementar, com possibilidade de interconexão com um computador pessoal e uma rede informática sem fios - wi-fi - para acesso a correio electrónico e internet, assim como grande capacidade para armazenamento de dados e câmara digital integrada.

2.6.1 Requisitos para a confecção de um banco de dados

Dorfman e Thayer (1990) definem “requisitos” como a capacidade do produto (software) que o usuário precisa, a fim de resolver um problema e atingir seu objetivo e a capacidade do produto que deve ser atendida por um sistema. ou componentes do mesmo, para satisfazer especificação desejada. Os requisitos podem ser classificados em:

- Requisitos funcionais - especificam as funções que devem ser desempenhadas pelo sistema.
- Requisitos não funcionais - especificam qualidades que o sistema deve possuir assim como suas condições ou restrições de operação. Estes surgem conforme a necessidade dos usuários e podem estar relacionados à propriedades de confiabilidade, tempo de resposta e espaço em disco. A falha do não cumprimento de um requisito não funcional do sistema pode tornar todo o sistema inútil (ex. requisito confiabilidade no sistema de aviação) (SOMMERVILLE, 2007).

Segundo Sampaio *et al.* (2005) existe a necessidade da especificação de requisitos para Engenharia de Software, pois é comum nos atuais ambientes de desenvolvimento de softwares que estes sejam realizados de maneira informal e artesanal. A adequação ou não do sistema ao conjunto de requisitos é fator determinante para o sucesso ou fracasso do projeto. O conjunto de requisitos é exigência dos desenvolvedores de sistemas e deve incluir uma especificação detalhada dos requisitos, além de fixar o que o sistema “deve” fazer, ao invés de “como” fazer.

O desenvolvimento de software requer uma série de pesquisas necessárias para definição das necessidades do projeto a ser iniciado, como descrito por Junior (2005):

- Identificação dos requisitos funcionais e não-funcionais do sistema a ser construído;
- Identificação da infraestrutura necessária;
- Levantamento da quantidade de profissionais e suas respectivas competências;
- Definição das tecnologias a serem utilizadas;
- Planejamento das atividades a serem realizadas;
- Planejamento do cronograma do projeto;
- Definição do processo a ser adotado;
- Definição dos métodos a serem utilizados.

Humphrey (1989) observou que a complexidade do projeto ultrapassa nossa habilidade de resolver problemas intuitivamente. O sucesso de um projeto depende da coordenação intensa de uma “equipe de equipes”, todas trabalhando com uma metodologia comum para atender os desafios impostos pelos requisitos. Booch *et al* (1998) afirma que “O Desenvolvimento de Software transformou-se num esporte de equipe”. Davis (1995) sustenta que otimização da produtividade de todos os indivíduos não é garantia de otimização da produtividade da equipe. Assim, parece óbvio o investimento de recursos para tornar a equipe de software mais produtiva.

Leffingwell e Widrig (2000) definem grupos de seis habilidades de equipe necessárias para interpretação de requisitos:

- Análise do problema: desenvolvimento de conjunto de técnicas que a equipe pode usar para obter entendimento apropriado do problema que o novo sistema de software pretende resolver;
- Entendimento das necessidades dos usuários: desenvolvimento de técnicas que a equipe deve usar para elucidar requisitos a partir dos usuários do sistema e *stakeholders*. Nenhum conjunto de técnicas irá funcionar em todas as situações; nem será necessário que a especialização em todas as técnicas;
- Definição do sistema: processo inicial pelo qual a equipe converte o entendimento do problema e necessidades dos usuários para uma definição inicial do sistema que deverá atender tais necessidades;

- Gerenciamento do escopo: minuciar a equipe com a habilidade de gerenciar melhor o escopo de um projeto;
- Refino da definição do sistema: momento de organização das informações dos requisitos. Conjunto de técnicas que a equipe pode usar para elaborar a definição do sistema, ou refiná-la até o nível apropriado para desenvolver e implementar o projeto, de tal forma que toda a equipe conheça exatamente qual tipo de sistema será construído.
- Construção do sistema correto, cobertura alguns aspectos mais técnicos sobre garantia, verificação, validação, teste e gerenciamento de mudanças de projeto.

Todos os envolvidos no desenvolvimento do projeto precisam estar conscientes da existência de dois domínios (SAMPAIO *et al.*, 2005):

- domínio do problema onde se situam o negócio e todos os interessados, isto é, os *stakeholders* que possuem aspirações e expectativas que gostariam de ver satisfeitas pela exploração do negócio às quais denominaremos necessidades;
- domínio da solução onde um sistema é definido com a finalidade de tornar operacional e de facilitar a implantação do negócio. O sistema deve fornecer um ou mais serviços que enderece cada necessidade, as *features*. Cada *feature*, por sua vez, para ser efetivada demanda um conjunto de recursos, qualidades e restrições aos quais denominaremos requisitos.

As necessidades dos *stakeholders* são definidas através dos requisitos do sistema, com especificação do conjunto de funcionalidades, inclusive restrições que este deve estar sujeito. Os proponentes de um sistema sempre anseiam por benefícios sejam eles financeiros, técnicos, sociais ou políticos e é justamente para atender esses anseios que são projetados os sistemas (SAMPAIO *et al.*, 2005).

Em casos onde existe a dificuldade para realização de reuniões ou entrevistas com os *stakeholders*, por indisponibilidade de agenda, questões geográficas ou até mesmo desinteresse na fase inicial do projeto, os requisitos importantes não são documentados e, como consequência, não são levados em consideração nos desenvolvimento do sistema.

Para levantamento dos requisitos do software, o emprego da técnica de

questionários é crucial, pois os respondentes podem enviar as respostas quando lhes for mais conveniente (JUNIOR, 2005). Segundo Goode e Hatt (1960), o questionário é um instrumento de coleta de dados que pode ser administrado por auto-resposta ou por entrevista.

Um questionário consiste num documento usado para guiar uma ou mais pessoas a responder a uma ou mais perguntas (JUNIOR, 2005). Parasuraman (1991) afirma que construir questionários não é uma tarefa fácil e que a aplicação de tempo para a elaboração deste é uma necessidade, pois se mal formulado pode levar a considerações errôneas, o que acaba sendo prejudicial ao projeto. Não existe um método padrão para elaboração de questionários, porém existem recomendações de diversos autores com relação a essa importante tarefa no processo de pesquisa científica.

Com relação à validação do produto, esta é realizada, geralmente devido a informalidade, sobre os requisitos e não sobre as necessidades que motivaram seu desenvolvimento. Os motivos para tal comportamento podem ser o imediatismo por resultados, a redução de custos e a busca de uma suposta flexibilidade no desenvolvimento.

2.6.2 Banco de dados de falhas humanas

Gertman e Blackman (1994) enfatizam que os bancos de dados de falhas humanas existentes são muito genéricos para serem utilizados em uma situação específica. Uma abordagem de banco de dados que teve início no final dos anos 1960 e sobreviveu até os dias atuais é a técnica para a predição de taxa do erro humano THERP (SWAIN; GUTTMANN, 1983).

O banco de dados NUCLARR, desenvolvido pela Nuclear Regulatory Commission – USA, foi desenvolvido para apoiar uma variedade de técnicas de avaliação de risco.

A Universidade de Birmingham, no Reino Unido, em 1992, desenvolveu o CORE-DATA (Computerised Human Error Data Base), uma base de dados de erros humanos com registros descrevendo tipos de erros humanos, mecanismos de falha e probabilidades de ocorrência de falhas humanas.

Devido à carência de dados, a estrutura de um banco é baseada em referências bibliográficas de fatores humanos, essencialmente em segurança na indústria nuclear e da aviação. Shappell e Wiegmann (1996) afirmam que, mesmo com variações percentuais, 60 a 80% dos acidentes em aviação estão diretamente relacionados, pelo menos em parte, ao erro humano.

As falhas humanas podem ser identificadas em quatro itens (Reason, 1990) (Fig. 2):

- os atos inseguros dos colaboradores (por exemplo, pilotos de aeronaves, operador de plantas industriais, controladores de tráfego aéreo e etc);
- pré-condições para atos inseguros;
- supervisão insegura (sem cultura em segurança);
- as influências organizacionais.

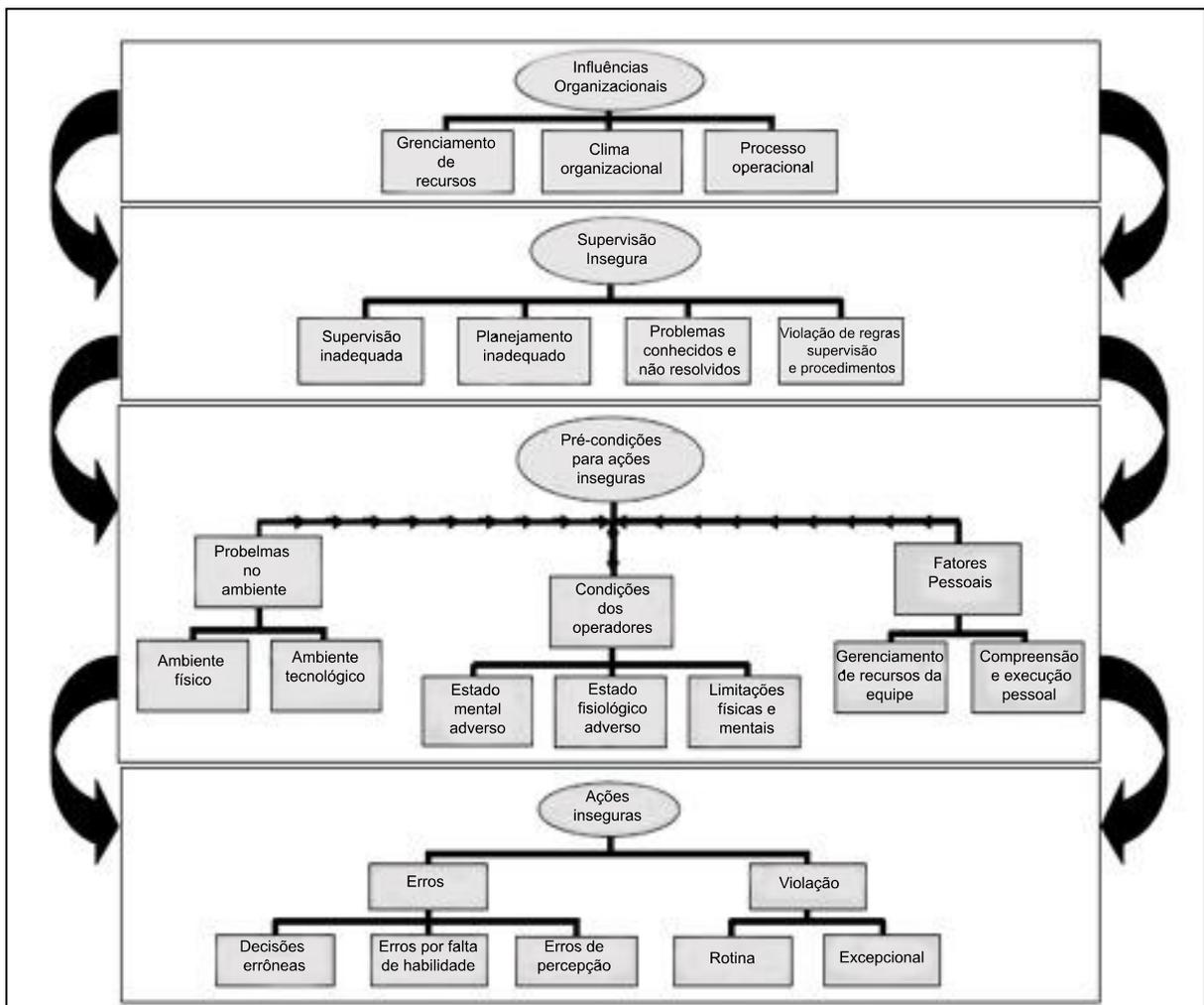


Figura 2 – Demonstração gráfica dos quatro itens para classificação de falhas humanas descritas por Reason, 1990. (FONTE: SHAPELL, 2006).

O documento IAEA TECDOC-1048 (1998) define quais são as informações necessárias para geração de um banco de dados de falhas humanas:

- relatórios de ocorrências na instalação;
- relatórios de manutenção;
- entrevistas com o pessoal da planta;
- experimentos em simuladores;
- avaliação por especialistas.

A seguinte estrutura é utilizada para geração de um banco de dados:

- desenvolvimento de um programa de coleta dos dados relativos ao desempenho humano;
- definição de métodos de coleta, registro, codificação e recuperação dos dados;
- realização de testes para estabelecer o correto funcionamento do programa;
- fase de desenvolvimento;
- fase de validação.

Uma ferramenta computacional para geração de dados de falhas humanas deve possibilitar a coleta das seguintes informações:

- local de trabalho;
- fatores organizacionais que modelam o ambiente de trabalho;
- fatores que afetam o desempenho humano;
- incidentes e acidentes de trabalho;
- situação dos indicadores de segurança de trabalho.

3 MÉTODOS E TÉCNICAS

Quanto à finalidade esta pesquisa é considerada como aplicada, pois envolve uso de conhecimentos, referencial teórico como ponto principal para a obtenção das respostas para o problema pesquisado. Com relação aos objetivos é definida como exploratória e descritiva. Exploratória porque está vinculada ao uso de pesquisa bibliográfica relacionada com engenharia de segurança, fatores humanos, confiabilidade humana e banco de dados. O uso de instrumentos de coleta de dados, tipo questionário e entrevistas, vinculados a uma determinada amostra, caracteriza a pesquisa aplicada como descritiva. A metodologia é formada pelas etapas descritas a seguir:

3.1 IDENTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DO LOCAL ONDE A PESQUISA FOI FOCADA E O INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS FOI APLICADO.

O presente estudo foi elaborado em empresa multinacional atuante no setor de construção, montagem e manutenção de plantas industriais, no segmento de Gás e Energia e Petrolífero, onde profissionais de Segurança, Meio Ambiente e Saúde foram entrevistados através de questionário.

3.2 DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DE UM GRUPO DE ESPECIALISTAS.

Optou-se por profissionais da área de Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS), além de pesquisadores atuantes na área de risco, indústria química e nuclear, por se tratar de assunto específico da área.

3.3 DEFINIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS.

As coletas de dados foram realizadas através de questionário (APÊNDICE A), desenvolvido com o objetivo de obter dados como: profissão, tempo de atuação na área e informações pertinentes ao desenvolvimento do estudo.

3.4 APLICAÇÃO DO INSTRUMENTO DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.

Os dados foram coletados a partir dos questionários aplicados aos

especialistas, através de entrevista pessoal e envio deste por e-mail.

3.5 DEFINIÇÃO INICIAL DA ESTRUTURA DO BANCO DE DADOS.

A estrutura do banco de dados foi baseada em informações obtidas do grupo de especialistas. Os seguintes sistemas também foram utilizados como referência:

- sistema de informações já usado pela empresa escolhida para o desenvolvimento deste estudo, tendo em vista a ausência de modulo com informações relacionadas à falhas humanas e fatores que afetam o desempenho humano;
- banco de dados NUCLARR, Nuclear Regulatory Commission-USA;
- banco de dados CORE-DATA.

Nesta etapa foram definidos e analisados os requisitos funcionais, não funcionais e iniciada a modelagem estrutural do caso em estudo.

3.6 VALIDAÇÃO DA ESTRUTURA DO BANCO DE DADOS

Validação é o processo que consiste em determinar se os requisitos funcionais e não funcionais definidos são adequados, de maneira que ocorra um desempenho integrado e efetivo das funções estabelecidas (NUREG 711). A validação do banco de dados foi realizada por especialistas, através de apresentação de estrutura sugerida.

3.7 ESCOLHA DA FERRAMENTA COMPUTACIONAL A SER UTILIZADA

Nesta etapa foi escolhida a ferramenta computacional. Os seguintes critérios foram utilizados para essa escolha: software dedicado para banco de dados, custo, conhecimento anterior sobre a ferramenta, disponibilização de interface gráfica de fácil entendimento e compatibilidade com o padrão API (Application Programming Interface).

3.8 MODELAGEM DO BANCO DE DADOS.

A modelagem do banco de dados das ações humanas não seguras foi concluída após a definição dos requisitos funcionais, não funcionais, validação da

estrutura através de especialistas e utilizando a ferramenta computacional Access.

3.9 AVALIAÇÃO FINAL.

A avaliação é definida como um processo de determinação, sistemática, da relevância, efetividade, eficiência e impacto de objetivos definidos. É um processo organizacional para implementação de atividades e para colaborar no planejamento, programação e tomada de decisão. Nesta fase foram realizadas avaliações com objetivo de verificar se os recursos oferecidos foram realmente suficientes para a obtenção das informações necessárias, validar a eficácia da interação usuários - sistema, validar a eficiência desta interação face os recursos empregados.

4 RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos e análises de dados, de acordo com as etapas metodológicas.

4.1 IDENTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DO LOCAL ONDE A PESQUISA FOI REALIZADA

O presente estudo foi desenvolvido tendo como base o banco de dados de Qualidade, Segurança, Meio Ambiente e Saúde (QSMS) de empresa atuante no mercado, ha aproximadamente 130 anos, considerada um dos maiores grupos no ramo da construção civil, montagem eletromecânica e serviços de manutenção de plantas industriais do mundo. Presente na Europa, Estados Unidos e América Latina, atualmente 53.000 funcionários participam ativamente de empreendimentos. No Brasil, esta empresa é especializada em serviços de construção, operação e de manutenção de projetos de petróleo, gás, energia, mineração e de infraestrutura, certificada nas normas ISO 9001, ISO 14001 e OSHAS 18001 (ABNT, 2004).

Especificamente, os dados compilados neste estudo tiveram como base o empreendimento de construção e montagem de uma usina termoeletrica (UTE) no município de Seropédica - RJ, ocupando um terreno de 20 hectares, projetada para ser implantada e operada em dois ciclos distintos:

- Ciclo Simples - constituído de dois turbos geradores a gás (TGG), alimentados com gás natural, gerando energia elétrica com uma potência máxima de aproximadamente 360 MW.
- Ciclo Combinado – reaproveitamento do calor remanescente dos gases de saída dos dois turbos geradores a gás (TGG) do Ciclo Simples em duas caldeiras recuperadoras de calor (HRSG), para geração de vapor e alimentação de um turbo gerador a vapor (TGV). A operação deste TGV possibilita uma geração adicional de energia elétrica, sem consumo adicional de gás natural, resultando numa potência máxima total, para todo o conjunto, de 540 MW.

O empreendimento deverá estar apto para fornecimento de energia ao Sistema Interligado Nacional a partir janeiro de 2014 com o ciclo simples e em setembro com o combinado (Fig.3).



Figura 3 – Imagem aérea do local do desenvolvimento do presente estudo.

4.2 ESCOLHA DE UM GRUPO FORMADO POR ESPECIALISTAS

Os seguintes critérios foram utilizados para escolha de um grupo de especialistas

- I. Perfil:
 - Engenheiro/ Técnico em Segurança no Trabalho;
 - Especialista em SMS (Segurança, Meio Ambiente e Saúde);
 - Operador de Plantas Industriais;
 - Especialista em Fatores Humanos/ Ergonomia;
 - Gerente/ Engenheiro de Projeto;
 - Pesquisadores atuantes na área de risco e indústria química.
- II. Tempo de experiência na área de atuação:
 - mínimo de dois anos de experiência.

4.3 DESENVOLVIMENTO DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Foi elaborado questionário contendo 10 itens para identificação e seleção de

especialistas, além da coleta de informações para desenvolvimento de banco de dados. O questionário no apêndice A apresenta as seguintes informações: identificação da atividade exercida, tempo de experiência profissional, envolvimento em acidente, emergência e análise de acidente, sugestão de indicadores e fatores técnicos, organizacionais e humanos.

4.4 USO DO INSTRUMENTO DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS.

Foram enviados/ aplicados 120 questionários à profissionais que atuam em uma ou mais áreas de projetos industriais, segurança, operação de plantas industriais, fatores humanos/ergonomia e segurança, meio ambiente e saúde (SMS). Destes, 72 foram respondidos, de acordo com a tabela 3 que demonstra a distribuição do quantitativo por cargos/ atividades. Na tabela 4 é possível observar o tempo de experiência dos entrevistados.

Tabela 3. Quantidade de especialistas participantes da pesquisa, por cargo/atividade

Cargo/ atividade	Quantidade de questionários respondidos
Engenheiro de Segurança no Trabalho	32
Técnico em Segurança no Trabalho	12
Especialista em SMS (Segurança, Meio Ambiente e Saúde);	15
Operador de Plantas Industriais	4
Especialista em Fatores Humanos/ Ergonomia	1
Gerente/ Engenheiro de Projeto	4
Pesquisadores da área de risco Indústria química.	4
TOTAL	72

Tabela 4. Tempo de experiência dos entrevistados

Tempo de experiência	Quantidade de questionários respondidos
0 a 2 anos	17
2 a 5 anos	33
5 a 10 anos	13
10 a 20 anos	7
Acima de 20 anos	2
TOTAL	72

Do total de 72 questionários obtidos, seguindo o critério de escolha por tempo de experiência, foram selecionados 55 especialistas, para compilar informações pertinentes ao tipo de estudo e caracterização do grupo, assim como para obter as informações para desenvolvimento de banco de dados de falhas humanas. Em seguida são discriminados, em gráficos, os dados provenientes dos questionários aplicados.

Do grupo de estudo selecionado para o estudo, 45% tem formação em Engenharia de Segurança no Trabalho e 21% são Especialistas em SMS (segurança, meio ambiente e saúde), conforme demonstrado no gráfico 1.

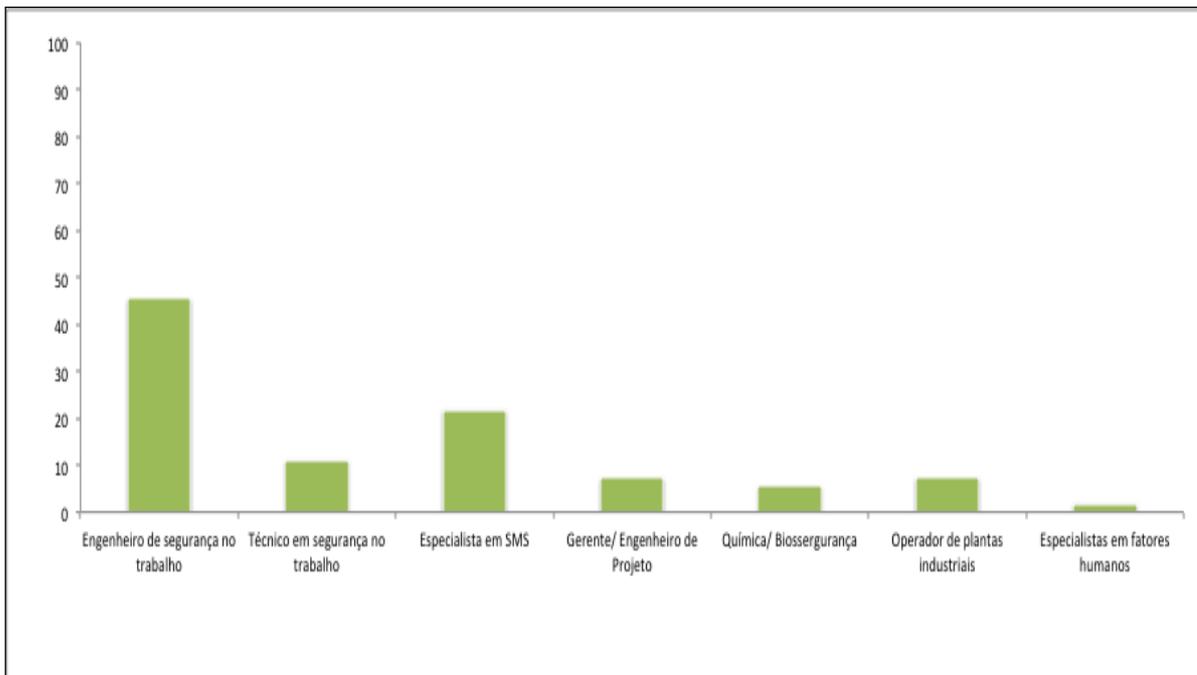


Gráfico 1 - Percentual de especialistas de acordo com cargo/atividade.

Nota-se, como demonstrado no gráfico 2 a seguir, que cerca de 60% dos entrevistados possui experiência maior que 2 e menor que 5 anos.

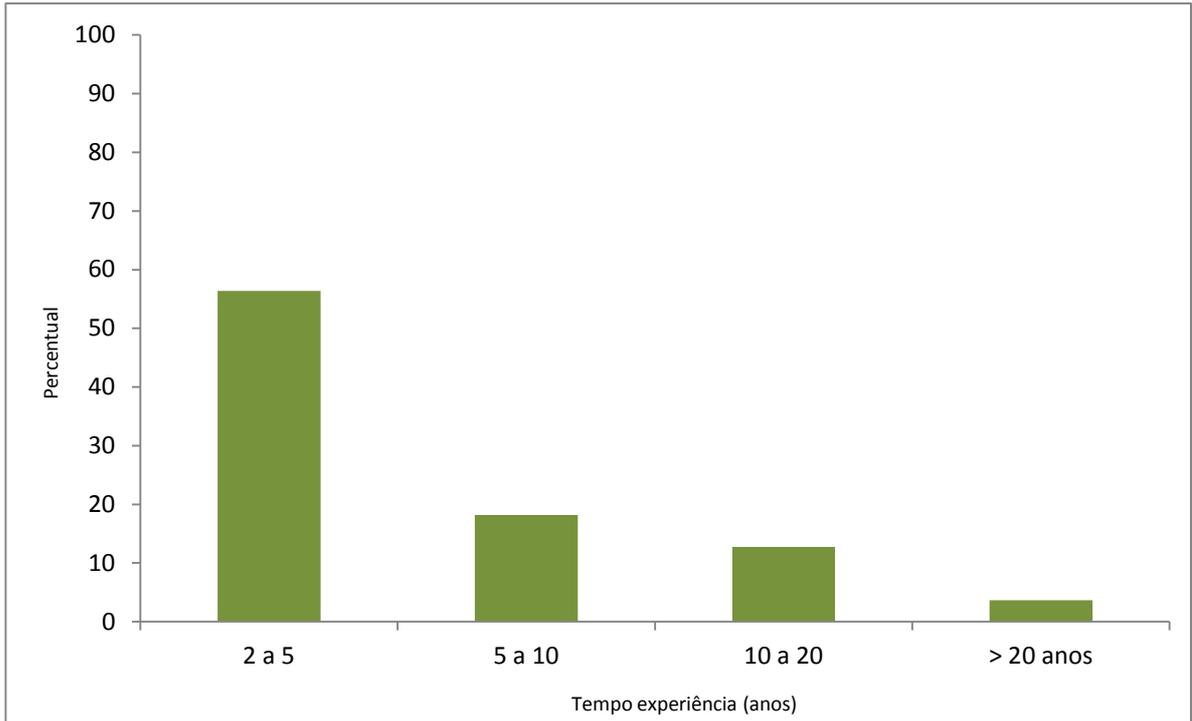


Gráfico 2 – Porcentagem de entrevistados x tempo de experiência.

Dentre as diversas questões aplicadas aos especialistas, nota-se que 96% dos entrevistados nunca sofreram acidentes no trabalho e apenas 4% sofreram entre 1 e 2 acidentes (Gráfico 3).

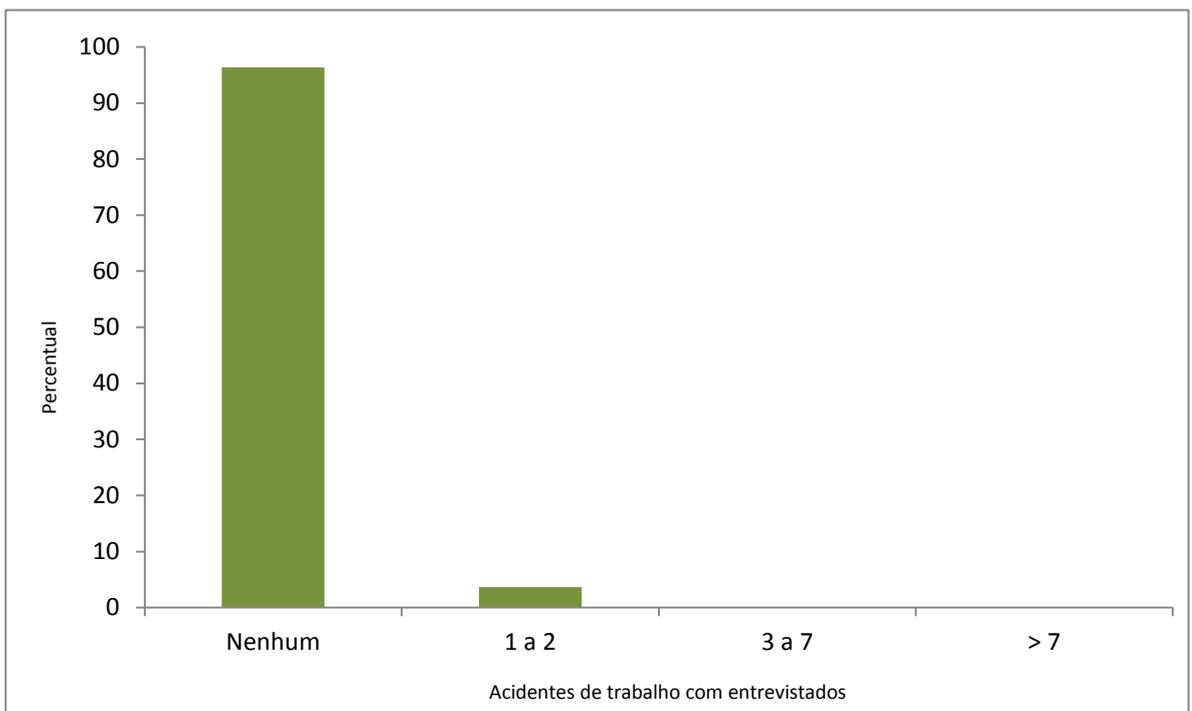


Gráfico 3 – Porcentagem de entrevistados que sofreram acidentes no trabalho.

Cerca de 60% dos entrevistados não participaram de situações de emergência com risco de morte em plantas industriais, 18% estiveram presentes entre 1 a 2 situações, 12% entre 3 a 7 e 5% participaram em mais de 7 situações emergenciais (gráfico 4).

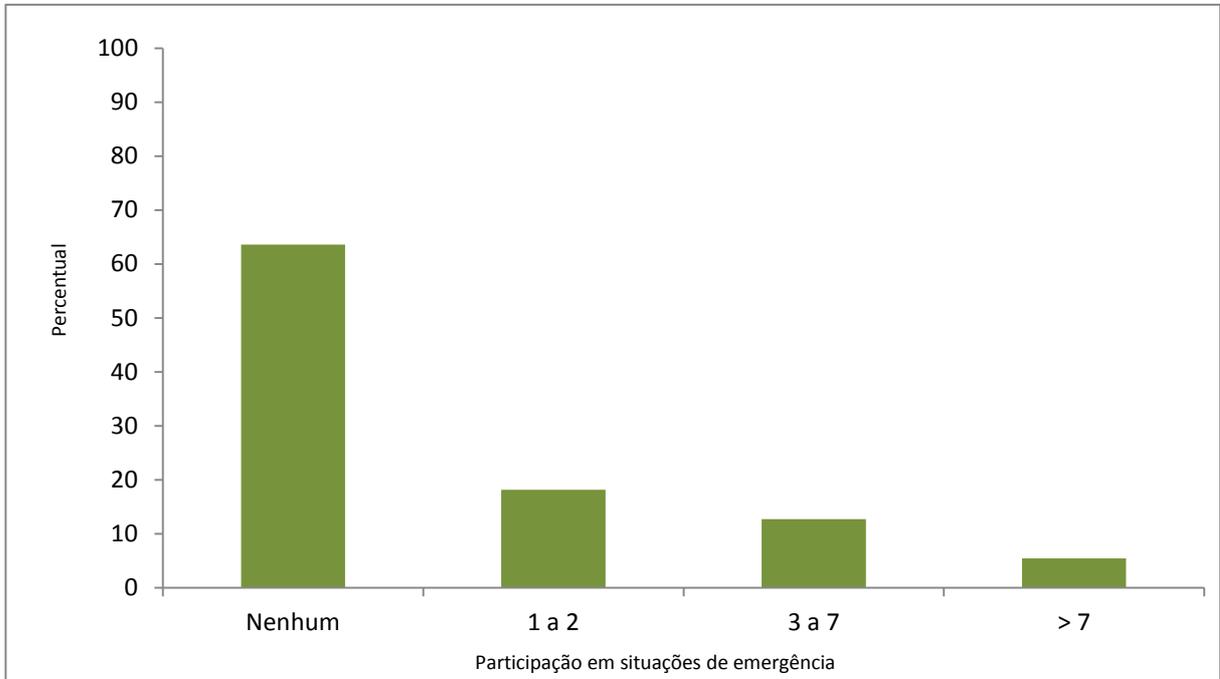


Gráfico 4 – Porcentagem de entrevistados participantes em situações emergenciais, com risco de morte em plantas industriais.

Cerca de 60% dos entrevistados participaram de mais de 7 investigações de incidentes/ acidentes relacionados ao trabalho, como demonstrado no gráfico 5.

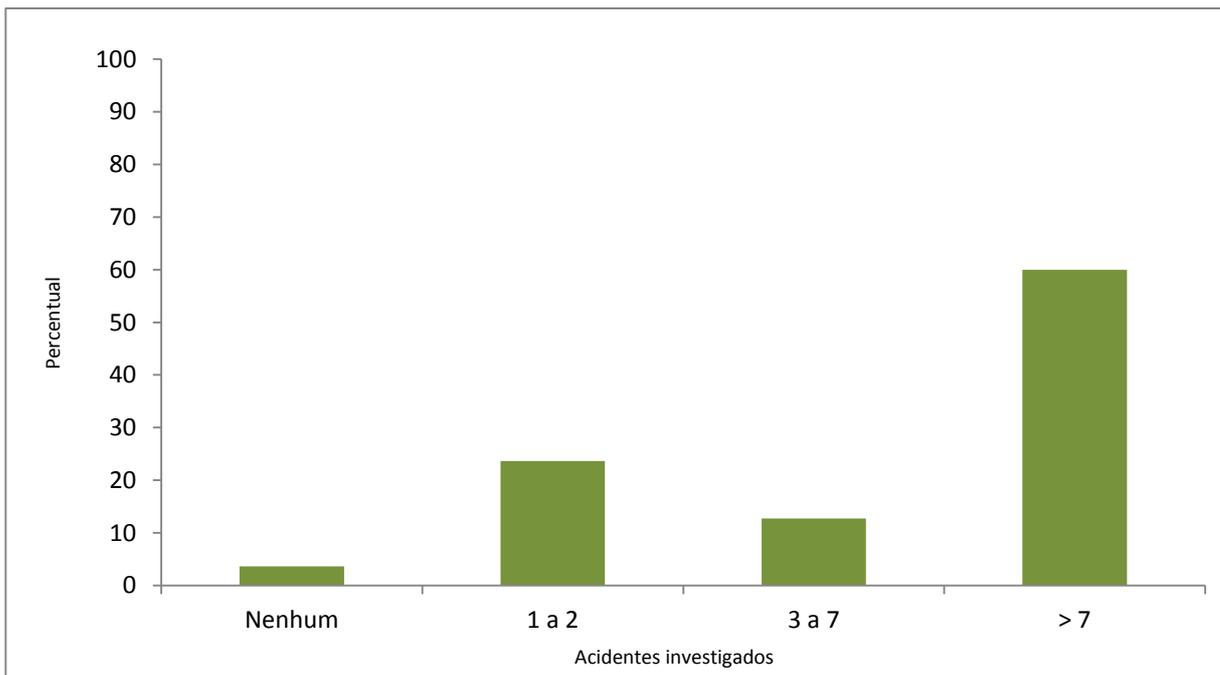


Gráfico 5 – Participação de entrevistados em investigações de incidentes/ acidentes

Nas investigações realizadas pelos entrevistados, foram identificados erros/falhas humanas em cerca de 90%, demonstrado no gráfico 6.

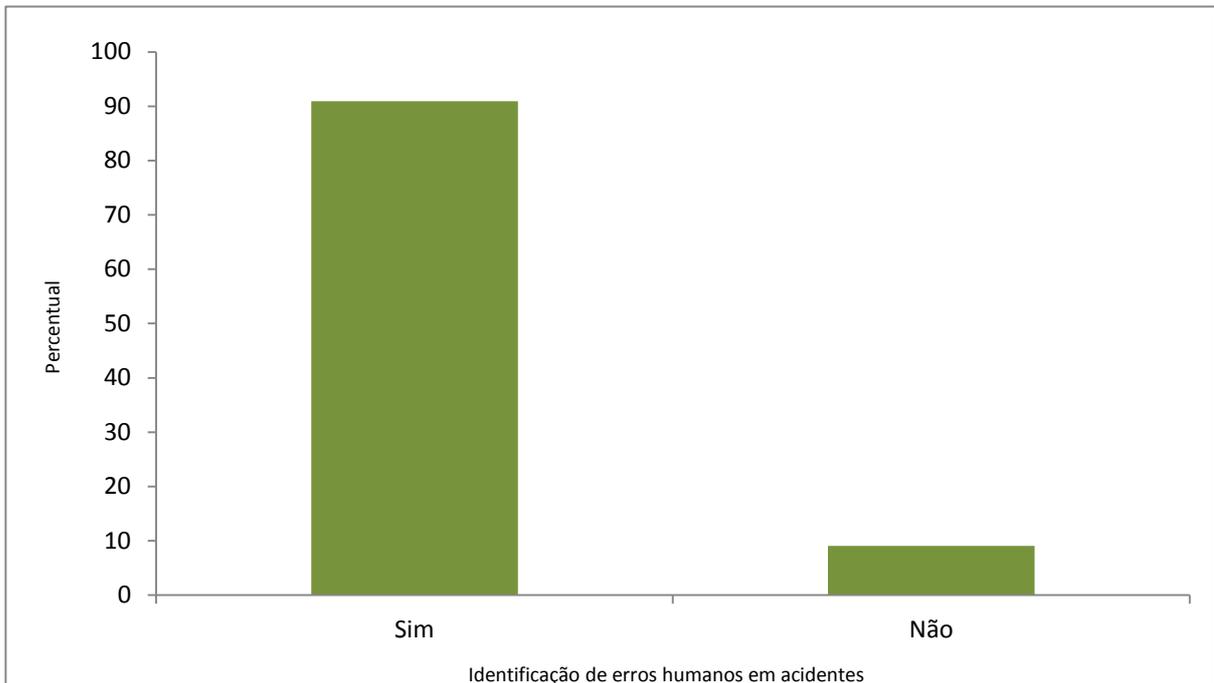


Gráfico 6 – Porcentagem de identificação de erros/falhas humanas em investigações de incidentes/acidentes, pelos especialistas.

No gráfico 7, como demonstrado abaixo, cerca de 90% dos entrevistados afirma que os dados provenientes das investigações não são armazenados em banco de dados.

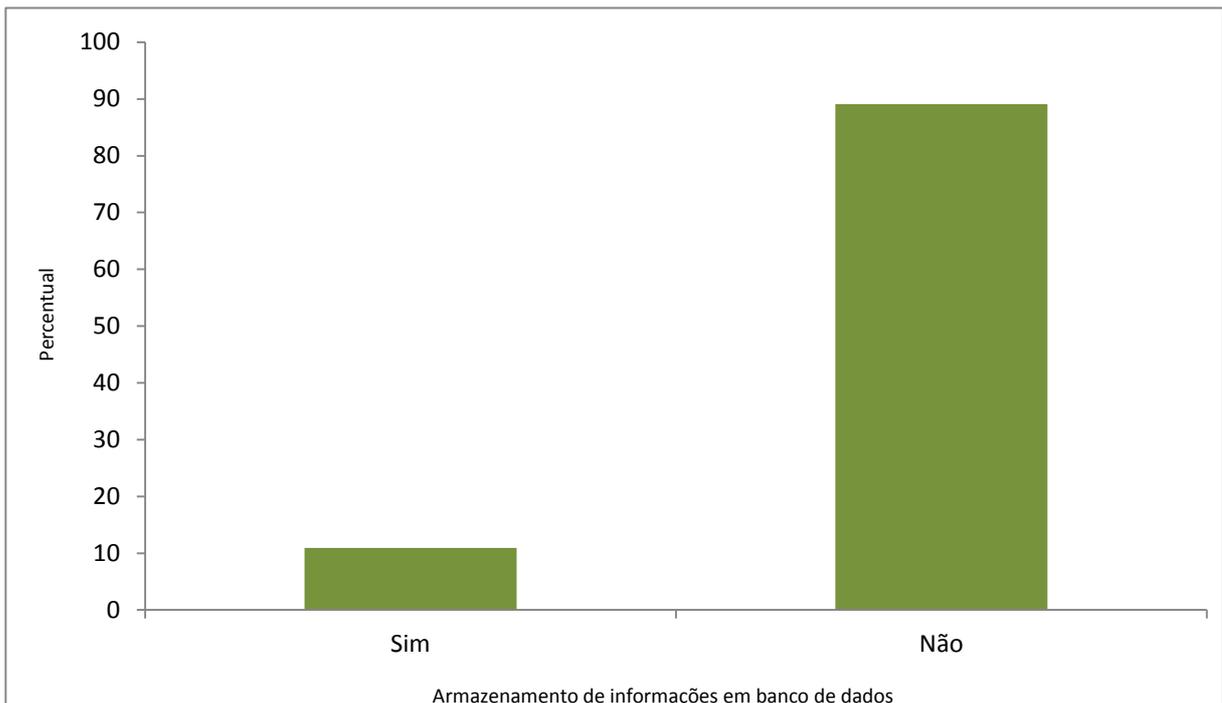


Gráfico 7 – Armazenamento de informações em banco de dados

Os especialistas identificaram cerca de 50 indicadores e fatores técnicos, organizacionais e humanos que em suas opiniões devem ser utilizados no desenvolvimento de banco de dados de falhas humanas, descrito na tabela 5, abaixo.

Tabela 5. Relação de indicadores e fatores técnicos organizacionais e humanos sugeridos pelos especialistas, para comporem o banco de dados.de experiência dos entrevistados

Indicadores e fatores para desenvolvimento de banco de dados.	
Treinamento liderança	Realização de rodízio entre colaboradores
Treinamento de mão de obra direta	Investimento em SST
Histórico de acidentes	Presença de Profissional (Psicólogo/Assistente Social)
Grau de instrução	Grau de iluminância
Indicador de satisfação com empresa	Nível de ruído
Plano de cargos e salários	Salário compatível com mercado
Relacionamento entre liderança e mão de obra direta	Antropometria
Recrutamento e seleção	Tipo de processo
Ambiente de trabalho	Grau de autonomia para execução de tarefas
Divulgação de informações	Tempo como colaborador
Comportamento	Experiências anteriores
Avaliação psicofísica	Dia da semana
Avaliação psicossocial	Horário do acontecimento
Campanhas motivacionais	Tarefa procedimentada
Sistemática de auditorias	Trabalho prescrito vs. trabalho realizado
Participação de alta liderança	Supervisão versus quantidade de trabalhadores por turma
Qualificação de colaboradores	Pressão por prazo/cronograma vs. eficiência/qualidade
Programa de treinamento	Nível de comunicação
Reclamações de colaboradores	Utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)
Exames médicos	Utilização de Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC)
Ciclo circadiano (trabalhos em turno)	Finalização de atividades
Horas trabalhadas vs. horas de repouso	Prazo do contrato de trabalho
Complexidade procedimentos vs. entendimento dos procedimentos	Serviço de rotina ou extraordinário
Sob efeito de álcool e/ou drogas	Ferramentas/Máquinas/Equipamentos adequados
Realização de DDS (Diálogo diário de segurança)	

4.5 ESTRUTURA INICIAL DO BANCO DE DADOS

Nesta etapa seguimos o modelo proposto por Alexander (2005). Este modelo é constituído por quatro círculos concêntricos. O círculo mais externo é denominado domínio do negócio, o próximo círculo corresponde aos aspectos organizacionais, o círculo intermediário é denominado aspectos do ambiente físico e o mais concêntrico está relacionado com o contexto vislumbrado para uso do sistema. Os círculos mais externos estão mais envolvidos com aspectos do negócio e prosseguindo no sentido do centro serão encontradas aspectos mais envolvidas com o sistema que implementa a solução. Nesta etapa consolidamos as informações obtidas das fases anteriores da metodologia, utilizando os princípios adotados pelo modelo de referência. Dessa maneira, a estrutura inicial do banco de dados foi definida a partir do entendimento dos seguintes itens:

- **Definição das necessidades iniciais:** O levantamento das necessidades foi obtido através das etapas anteriores da metodologia proposta, onde foi descrito o local onde o levantamento de dados foi obtido, de conversas com os empregados e supervisores de segurança e na análise do banco de dados de Qualidade, Segurança, Meio Ambiente e Saúde (QSMS) de empresa visitada. O resultado desta etapa convergiu para a necessidade de desenvolvimento de um banco de dados de ações humanas não seguras com uma abordagem centrada na Identificação dos fatores sócio-organizacionais, que podem afetar o desempenho humano durante a realização de tarefas em áreas industriais, com o objetivo de facilitar a organização de informações para elaboração de plano de ação para redução de acidentes relacionados às falhas humanas, contribuindo para melhoria da gestão de segurança e saúde do trabalho na indústria.
- **Negociação:** As necessidades apuradas anteriormente foram apreciadas e serviram como base para a definição dos requisitos. Nesta etapa foi definido o uso de uma abordagem utilizando o modelo de Reason de causa de acidentes (1990) e o modelo SHELL (HAWKINS e ORLADY, 1993), enfatizando aspectos cognitivos, comportamental, psicossocial, organizacional, considerando que os acidentes são causados pela combinação de falhas ativas e latentes dentro da organização. O modelo SHELL utiliza blocos para representar diferentes componentes que podem afetar o desempenho humano. A figura 4 apresenta o modelo.

- S: Software. Procedimentos, manuais, lista de verificação, simbologia, etc
- H: Hardware. Sistema técnico e seus componentes (controles, layouts, etc)
- E: Environment. A situação no qual o elemento humano, software e hardware devem funcionar (condições atmosféricas, condições de trabalho)
- L: Liveware. O elemento humano (operador, grupo de trabalhadores)

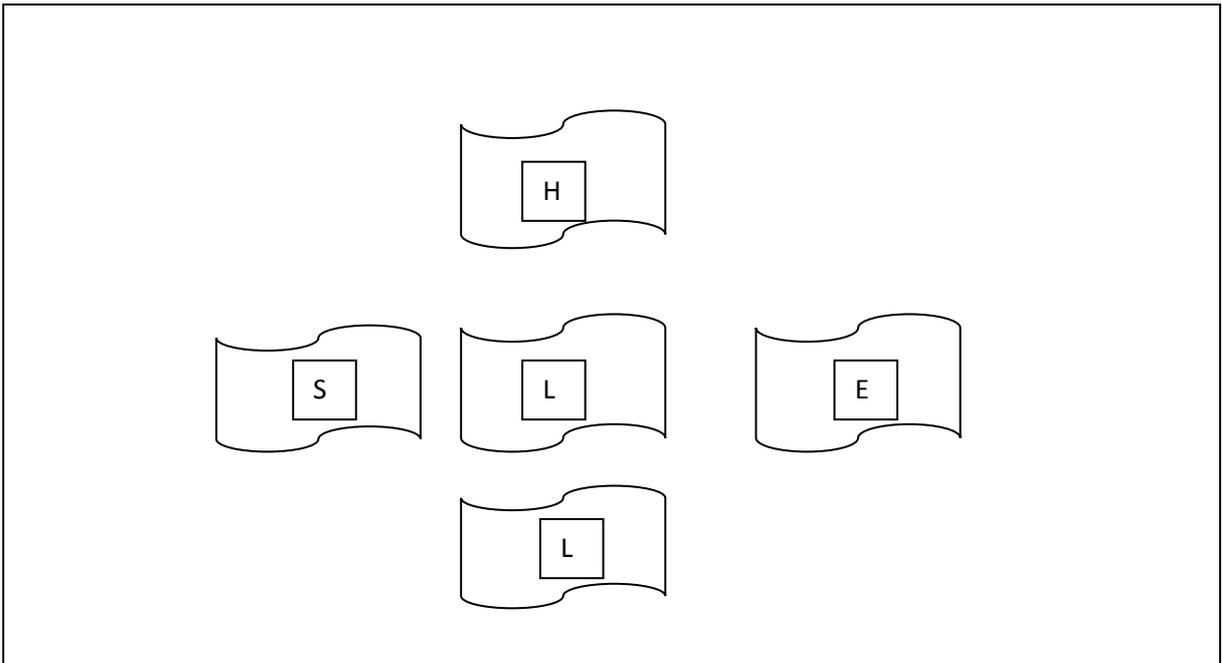


Figura 4 - Modelo SHELL

- Escolha de requisitos: Cada necessidade foi objeto de análise com o objetivo de definir os requisitos do futuro sistema. Essa parte do processo foi executada com auxílio de questionários e entrevistas realizados com os especialistas, gerando assim o grupo de requisitos iniciais para desenvolvimento do banco de dados. Na escolha dos requisitos também utilizamos informações oriundas dos bancos de dados NUCLARR e CORE-DATA.
- Estrutura do banco de dados: O resultado desta etapa consistiu em um conjunto dos requisitos descritos na forma do estudo de caso, com um nível de detalhes que permita o seu entendimento. A modelagem possibilitou a estruturação do sistema através de interfaces. O desenvolvimento dessas interfaces foi baseado na identificação e sequência das funções a serem realizadas pelo banco de dados. As seguintes funções foram identificadas:

- Primeira função: Identificação da empresa/instituição e nome especialista
- Segunda função: Informações sobre a ocorrência, com detalhamento, tais como: departamento/ divisão, processo/ projeto/ empreendimento, local da ocorrência, descrição do modo operacional como se deu o evento, data/hora e definição do serviço executado.
- Terceira função: Detalhamento, classificação do evento, tarefa, função do colaborador envolvido no evento, tipo de ação cometida, utilização de ferramenta ou equipamento, a discriminação da forma de utilização.
- Quarta função: Análise da ação humana não segura com identificação dos fatores organizacionais e gerenciais.
- Quinta função: Análise da ação humana não segura com identificação dos seguintes fatores que afetam o desempenho humano: Local de trabalho (problemas ambiente de trabalho e problemas técnicos), condições de trabalho (fatores cognitivos, fatores comportamentais, estado fisiológico e físico adversos, fator pessoal).
- Sexta função: Tipo ação humana não segura (intencionais e não intencionais)
- Sétima função: Resultados consolidados para cada evento ocorrido.

A sequência de figuras abaixo demonstra a estrutura do banco de dados. A tela inicial consiste na identificação da empresa ou instituição e nome do especialista (figura 5).

BANCO DE DADOS

AÇÕES HUMANAS NÃO SEGURAS

EMPRESA/ INSTITUIÇÃO: _____

NOME (ESPECIALISTA): _____

Figura 5 – Tela inicial do banco de dados

Os campos da segunda tela apresentam campos para preenchimento das informações sobre a ocorrência, com detalhamento, tais como: departamento/divisão, processo/ projeto/ empreendimento, local da ocorrência, descrição do modo operacional como se deu o evento, data/hora e definição do serviço executado, figura 6.

1 - OCORRÊNCIA

1.1 – Departamento/ Divisão: _____

1.2 - Processo/ Projeto / Empreendimento: _____

1.3 - Local: _____

1.4 Descrição de modo operacional: _____

1.5 Data da ocorrência: ____/____/____.

1.6 Horário da ocorrência: ____:____.

2 – SERVIÇO EXECUTADO

Operação Manutenção corretiva Manutenção preventiva

Instalação/ Montagem Testes Construção

Outros: _____

Figura 6 – Detalhamento dos dados relacionados à ocorrência.

A figura 7 representa a tela no qual o evento será detalhado e classificado como acidente, incidente ou quase acidente. Neste momento também será definida a tarefa, função do colaborador envolvido no evento, tipo de ação cometida e, em caso de utilização de ferramenta ou equipamento, a discriminação da forma de utilização.

3 – EVENTO		
3.1 – Descrição: _____ _____		
3.2 – Tipo:		
<input type="checkbox"/> Acidente	<input type="checkbox"/> Incidente	<input type="checkbox"/> Quase acidente
4 – TAREFA		
4.1 – Descrição: _____ _____		
4.2 - Função (colaborador): _____		
4.3 – Ação: _____		
4.4 – Ferramenta/ Equipamento: _____		
4.5 – Como: _____		

Figura 7 – Detalhamento do evento.

A figura 8, representa a análise da ação humana não segura, relacionadas as influências organizacionais e gerenciais.

5 – ANÁLISE DA AÇÃO HUMANA NÃO SEGURA		
5.1 – Fatores organizacionais		
Gerenciamento de recursos <input type="checkbox"/> Falta de mão de obra <input type="checkbox"/> Falta de material <input type="checkbox"/> Falta de recurso de treinamento	Clima organizacional <input type="checkbox"/> Responsabilidades não definidas <input type="checkbox"/> Comunicação institucional deficiente <input type="checkbox"/> Plano de salários e cargos não definidos <input type="checkbox"/> Cultura de segurança deficiente	Processo organizacional <input type="checkbox"/> Métodos, práticas e procedimentos não definidos <input type="checkbox"/> Programa de gerenciamento de risco não definido <input type="checkbox"/> Organização de trabalho não definida
5.2 - Fatores gerenciais		
<input type="checkbox"/> Supervisão inadequada <input type="checkbox"/> Planejamento não adequado <input type="checkbox"/> Problemas conhecidos e não corrigidos <input type="checkbox"/> Violação de regras, supervisão e procedimentos		

Figura 8 – Análise da ação humana não segura.

A figura 9 representa a análise da ação humana não segura, relacionadas ao local de trabalho e condições de trabalho).

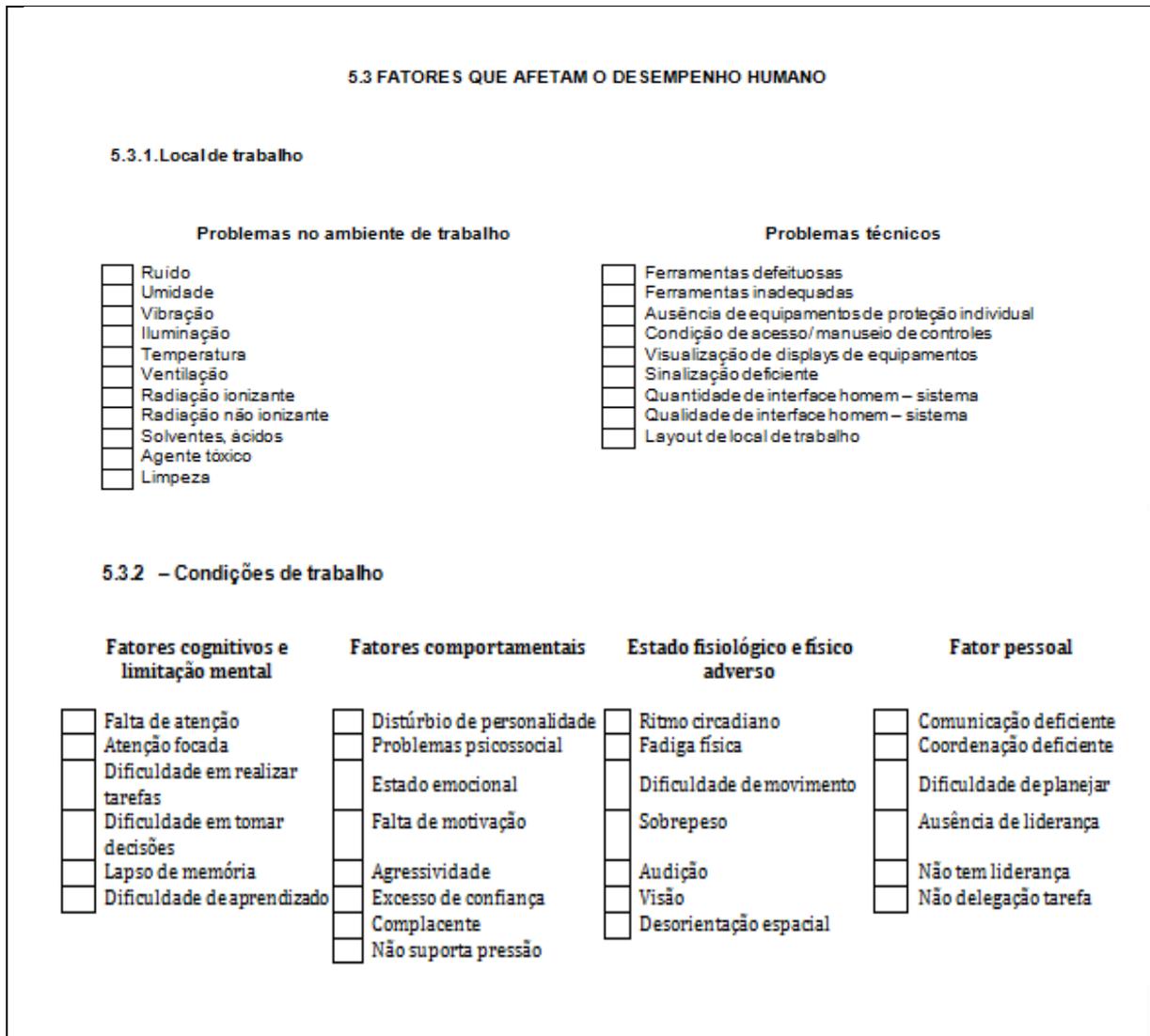


Figura 9 - Fatores que afetam desempenho humano relacionados ao local e condições de trabalho.

A figura 10 representa tela para classificação dos tipos ações humanas não seguras, intencionais ou não intencionais.

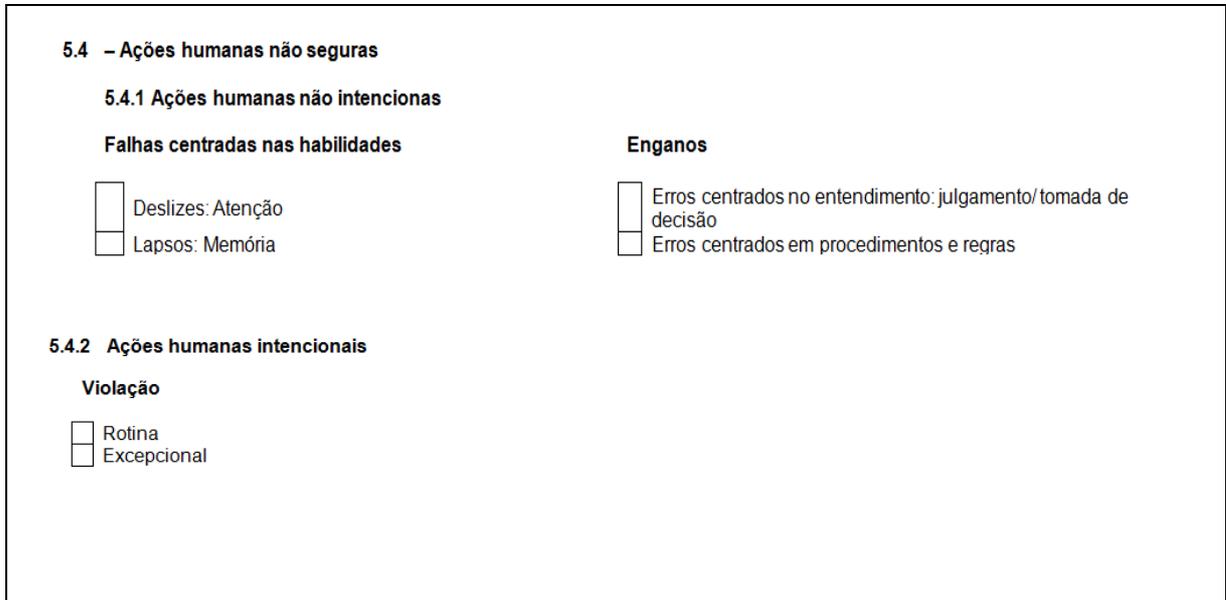


Figura 10 - Classificação de ações humanas não seguras.

A figura 11 apresenta alguns tipos de resultados consolidados referentes aos eventos ocorridos.

6 - RESULTADOS	
6.1- Dados coletados: ____/____/____ até ____/____/____	
6.2 - Locais com maiores números de eventos ocorridos:	
6.2.1 - Primeiro local: _____	6.2.2 - Tipo serviço executado (maior número): _____
6.2.3 - Tipo evento ocorrido (maior número): _____	
6.3 - Análise ação humana não segura:	
6.3.1 - Fatores organizacionais (quantidade): _____	6.3.2 - Fatores gerenciais (quantidade): _____
Tipo: _____	Tipo: _____
6.4 - Fatores afetam desempenho humano (quantidade): _____	
6.4.1 - Local de trabalho (quantidade): _____	6.4.1 - Condições de trabalho (quantidade): _____
Tipo: _____	Tipo: _____
6.6 - Locais com maiores números de eventos ocorridos:	
6.6.1 - Segundo local: _____	6.6.2 - Tipo serviço executado (maior número): _____
6.6.3 - Tipo evento ocorrido (maior número): _____	
6.7 - Análise ação humana não segura:	
6.7.1 - Fatores organizacionais (quantidade): _____	6.7.2 - Fatores gerenciais (quantidade): _____
Tipo: _____	Tipo: _____
6.8 - Fatores afetam desempenho humano (quantidade): _____	
6.8.1 - Local de trabalho (quantidade): _____	6.8.2 - Condições de trabalho (quantidade): _____
Tipo: _____	Tipo: _____
6.9 - Tipo ação humana não segura:	
6.9.1 - Ação humana não intencional (quantidade): _____	
6.9.1.1-Falhas centradas nas habilidades (quantidade): _____	6.9.1.2 - Enganos (quantidade): _____
Tipo: _____	Tipo: _____
6.9.2 - Ação humana intencional (quantidade): _____	
6.9.2.1 - Violação (quantidade): _____	
Tipo: _____	

Figura 11 – Resultados consolidados

4.6 VALIDAÇÃO DA ESTRUTURA DO BANCO DE DADOS

Com o objetivo de analisar o conteúdo, estrutura e aplicabilidade, o banco de dados foi apresentado a um grupo de especialistas para avaliação. Desta forma, foi possível realizar a validação deste a partir da análise de três especialistas.

Após avaliação pelos especialistas, as sugestões foram compiladas e pequenas alterações realizadas na estrutura do banco de dados, conforme descrito no item 4.8.

4.7 ESCOLHA DA FERRAMENTA COMPUTACIONAL

A ferramenta escolhida foi o software Microsoft Access. O MSAccess é um sistema de gerenciamento de banco de dados da Microsoft, que permite o desenvolvimento rápido de aplicações que envolvem tanto a modelagem e estrutura de dados como também a interface a ser utilizada pelos usuários. Microsoft Access é capaz de usar dados guardados em Access/Jet, Microsoft SQL Server, Oracle, ou qualquer outra ferramenta compatível com ODBC. O ODBC (Open Database Connectivity) é um padrão aberto de API (Application Programming Interface) para acesso a Banco de Dados.

4.8 MODELAGEM FINAL DO BANCO DE DADOS

A modelagem do banco de dados foi desenvolvida a partir da validação da estrutura inicial do banco de dados proposta aos especialistas. Algumas alterações, destacadas em vermelho, foram sugeridas e são apresentadas nas figuras 12, 13 e 14.

Após realizadas as alterações sugeridas pelos especialistas, o banco de dados foi desenvolvido no programa Microsoft Access, conforme descrito e ilustrado nas figuras 15 a 23.

No item 3, subitem 3.2 “Tipo”, houve modificação na classificação do evento adotada foi baseada na norma OHSAS 18001 (Figura 12).

3 – EVENTO		
3.1 – Descrição: _____ _____		
3.2 – Tipo:		
<input type="checkbox"/> Acidente	<input type="checkbox"/> Quase acidente	<input type="checkbox"/> Situações de emergência
4 – TRABALHO PRESCRITO		
4.1 – Descrição: _____ _____		
4.2 – Função (colaborador): _____		
4.3 – Ação: _____		
4.4 – Ferramenta/ Equipamento: _____		
4.5 – Como: _____		

Figura 12 – Modificação na estrutura do banco de dados após avaliação de especialistas.

No item 5, foram alterados os subitens 5.1 e 5.2 (“Fatores organizacionais e fatores gerenciais, respectivamente”); nos quais pequenas adequações de linguagem foram propostas (Figura 13 e 14).

5 – ANÁLISE DA AÇÃO HUMANA NÃO SEGURA		
5.1 – Fatores organizacionais		
Gerenciamento de recursos	Clima organizacional	Processo organizacional
<input type="checkbox"/> Falta de mão de obra	<input type="checkbox"/> Responsabilidades indefinidas	<input type="checkbox"/> Métodos, práticas e procedimentos indefinidos .
<input type="checkbox"/> Falta de material	<input type="checkbox"/> Comunicação institucional deficiente	<input type="checkbox"/> Programa de gerenciamento de risco indefinido
<input type="checkbox"/> Falta de recurso de treinamento	<input type="checkbox"/> Plano de salários e cargos não definidos	<input type="checkbox"/> Organização de trabalho indefinida
	<input type="checkbox"/> Cultura de segurança deficiente	
5.2 – Fatores gerenciais		
<input type="checkbox"/> Supervisão inadequada		
<input type="checkbox"/> Planejamento inadequado		
<input type="checkbox"/> Problemas conhecidos e não corrigidos		
<input type="checkbox"/> Violação de regras, supervisão e procedimentos.		

Figura 13 – Modificação na estrutura do banco de dados após avaliação de especialistas, alterações destacadas em vermelho.

No subitem 5.3.1, “Local de trabalho”, foram incluídos os itens poeira, descarga atmosférica e pressão, relacionados a problemas no ambiente de trabalho; “problemas técnicos”, a ausência de equipamentos de proteção coletiva (EPC)” para problemas técnicos (Figura 14).

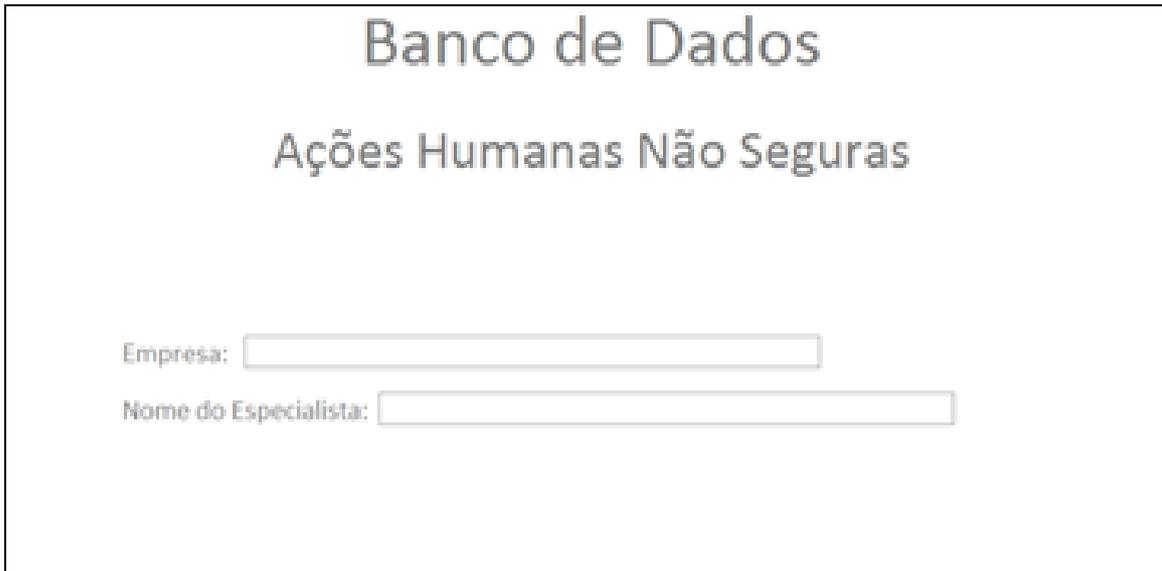
No subitem 5.3.2 (“Condições de trabalho”), foi inserido o termo estresse em estado fisiológico (Figura 14).

5.3 FATORES QUE AFETAM O DESEMPENHO HUMANO			
5.3.1 - Local de trabalho			
Problemas no ambiente de trabalho		Problemas técnicos	
<input type="checkbox"/> Ruído	<input type="checkbox"/> Umidade	<input type="checkbox"/> Vibração	<input type="checkbox"/> Iluminação
<input type="checkbox"/> Temperatura	<input type="checkbox"/> Ventilação	<input type="checkbox"/> Radiação ionizante	<input type="checkbox"/> Radiação não ionizante
<input type="checkbox"/> Solventes, ácidos	<input type="checkbox"/> Agente tóxico	<input type="checkbox"/> Limpeza	<input type="checkbox"/> Poeira
<input type="checkbox"/> Descarga atmosférica	<input type="checkbox"/> Pressão	<input type="checkbox"/> Ferramentas defeituosas	<input type="checkbox"/> Ferramentas inadequadas
		<input type="checkbox"/> Ausência de equipamentos de proteção individual	<input type="checkbox"/> Ausência de equipamentos de proteção coletiva
		<input type="checkbox"/> Condição de acesso/ manuseio de controles	<input type="checkbox"/> Visualização de displays de equipamentos
		<input type="checkbox"/> Sinalização deficiente	<input type="checkbox"/> Quantidade de interface homem – sistema
		<input type="checkbox"/> Qualidade de interface homem – sistema	<input type="checkbox"/> Layout de local de trabalho
5.3.2 - Condições de trabalho			
Fatores cognitivos e limitação mental	Fatores comportamentais	Estado fisiológico e físico adverso	Fator pessoal
<input type="checkbox"/> Falta de atenção	<input type="checkbox"/> Distúrbio de personalidade	<input type="checkbox"/> Ritmo circadiano	<input type="checkbox"/> Comunicação deficiente
<input type="checkbox"/> Atenção focada	<input type="checkbox"/> Problemas psicossocial	<input type="checkbox"/> Fadiga física	<input type="checkbox"/> Coordenação deficiente
<input type="checkbox"/> Dificuldade em realizar tarefas	<input type="checkbox"/> Estado emocional	<input type="checkbox"/> Dificuldade de movimento	<input type="checkbox"/> Dificuldade de planejar
<input type="checkbox"/> Dificuldade em tomar decisões	<input type="checkbox"/> Falta de motivação	<input type="checkbox"/> Sobrepeso	<input type="checkbox"/> Ausência de liderança
<input type="checkbox"/> Lapso de memória	<input type="checkbox"/> Agressividade	<input type="checkbox"/> Audição	<input type="checkbox"/> Não tem liderança
<input type="checkbox"/> Dificuldade de aprendizado	<input type="checkbox"/> Excesso de confiança	<input type="checkbox"/> Visão	<input type="checkbox"/> Não delegação tarefa
	<input type="checkbox"/> Complacente	<input type="checkbox"/> Desorientação espacial	
	<input type="checkbox"/> Não suporta pressão	<input type="checkbox"/> Estresse	

Figura 14 – Alterações realizadas nos itens 5.3.1 e 5.3.2 da estrutura do banco de dados.

As figuras 15 a 23 apresentam as telas finais do banco de dados, após desenvolvimento e programação.

Na primeira tela encontra-se a identificação da empresa ou instituição onde os dados foram coletados, assim como o nome do especialista que alimenta o sistema com informações.



Banco de Dados

Ações Humanas Não Seguras

Empresa:

Nome do Especialista:

Figura 15 - Tela Inicial

A segunda tela (figura 16), intitulada como “Ocorrência” é subdividida em:

- Departamento/ Divisão – no qual é descrito o departamento, divisão ou setor onde foi evidenciada a ocorrência;
- Processo/ Projeto / Empreendimento – registro do processo, projeto ou empreendimento se deu a ocorrência;
- Local – subitem para discriminação exata do local de ocorrência (importante principalmente na indústria de construção, devido a dinâmica das atividades);
- Descrição de modo operacional – descrição do evento, de maneira resumida;
- Data da ocorrência – descrição do dia, mês e ano;
- Horário da ocorrência – horas e minutos.

No item “Serviço executado” existem opções para seleção de itens pré-estabelecidos, tais como: operação, manutenção corretiva, manutenção preventiva, instalação/ montagem, testes, construção e para situações não enquadradas; um campo para indicação de outros serviços, conforme descrição do usuário (figura 16).

A descrição detalhada da ocorrência e onde deve ser classificada como acidente, quase acidente ou situações de emergência será realizada no item chamado “Evento” (figura 16).

Ocorrência	
Numero Da Ocorrência	<input type="text" value="1"/>
Departamento/Divisão	<input type="text" value="Engenharia 3"/>
Processo/Projeto	<input type="text" value="Auditoria"/>
Local	<input type="text" value="Rio de Janeiro"/>
Descrição Modo Operacional	<input type="text"/>
Data da Ocorrência	<input type="text" value="12/08/2013"/>
Hora da Ocorrência	<input type="text" value="16:15:00"/>
Serviço Executado	
Operação <input checked="" type="checkbox"/>	Manutenção Corretiva <input type="checkbox"/>
Manutenção Preventiva <input type="checkbox"/>	Instalação <input type="checkbox"/>
Testes <input type="checkbox"/>	Outros <input type="checkbox"/>
Evento	
Descrição	Tipo:
<input type="text" value="#Nome?"/>	Acidente <input checked="" type="checkbox"/>
	Incidente <input type="checkbox"/>
	Situação de emergência <input type="checkbox"/>

Figura 16 - Tela para registro de ocorrência

As informações relacionadas à tarefa estão descritas no item "Trabalho Prescrito" (figura 17), subdividido em 5 subitens:

- Descrição – detalhamento da tarefa a ser realizada;
- Função (colaborador) – descrição a função exercida pelo colaborador;
- Ação – como foi realizada a tarefa;
- Ferramenta/ Equipamento – no caso da ocorrência ter envolvido alguma ferramenta ou equipamento, o qual deverá ser descrito;
- Como – campo para descrição de como ocorreu o evento.

Tarefa

Numero da Ocorrência

Descrição

Função

Ação

Ferramenta/ Equipamento

Como



Figura 17 - Tela para descrição da ocorrência.

A análise da ação humana não segura encontra-se detalhada no item de mesmo nome, conforme figuras 18, 19 e 20.

Análise da Ação Humana Não Segura: Fatores Organizacionais

Número da Ocorrência

Gerenciamento de Recursos	Clima Organizacional	Processo Organizacional
Falta Mão de Obra <input type="checkbox"/>	Responsabilidades Não Definidas <input type="checkbox"/>	Metodos/Práticas/Procedimentos não definidos <input type="checkbox"/>
Falta de Material <input type="checkbox"/>	Comunicação Institucional Deficiente <input checked="" type="checkbox"/>	Programa de gerenciamento de risco não definido <input type="checkbox"/>
Falta de Recursos <input type="checkbox"/>	Plano de Salários e Cargos não definido <input type="checkbox"/>	Organização do Trabalho não definida <input type="checkbox"/>
	Cultura de Segurança Deficiente <input type="checkbox"/>	



Figura 18 - Tela para classificação de análise da ação humana, referentes aos fatores organizacionais e gerenciais.

Análise da Ação Humana Não Segura: Fatores Gerenciais

Numero da Ocorrência

Supervisão inadequada

Planejamento inadequado

Problemas conhecidos e não corrigidos

Violação de regras/procedimentos/supervisão



Figura 19 - Tela para classificação de análise da ação humana, referentes à fatores gerenciais.

Ações identificadas devido a fatores organizacionais devem ser selecionadas, tanto para gerenciamento de riscos, clima organizacional e processo organizacional.

As ações não seguras também podem estar relacionadas a fatores gerenciais como: supervisão inadequada, planejamento inadequado, problemas conhecidos e não corrigidos, violação de regras, supervisão e procedimentos e falha na comunicação.

Análise da Ação Humana - Fatores que Afetam o Desempenho Humano - Local de Trabalho

Número da Ocorrência

Problemas do Ambiente Físico	Problemas Técnicos
Ruído <input checked="" type="checkbox"/>	Ferramentas Defeituosas <input checked="" type="checkbox"/>
Umidade <input type="checkbox"/>	Ferramentas Inadequadas <input type="checkbox"/>
Vibração <input type="checkbox"/>	Ausência de Equipamentos de Proteção Individual <input type="checkbox"/>
Iluminação <input type="checkbox"/>	Condição de Acesso/Manuseio/Controles <input type="checkbox"/>
Temperatura <input type="checkbox"/>	Visualização Displays Equipamentos <input type="checkbox"/>
Ventilação <input type="checkbox"/>	Sinalização Deficiente <input type="checkbox"/>
Radiação Ionizante <input checked="" type="checkbox"/>	Qualidade da Interface Homem/Sistema <input type="checkbox"/>
Radiação não ionizante <input type="checkbox"/>	Layout do Local de Trabalho <input type="checkbox"/>
Solventes ácidos <input type="checkbox"/>	
Agente tóxico <input type="checkbox"/>	
Limpeza <input type="checkbox"/>	



Figura 20 – Tela para classificação de análise da ação humana, referentes à fatores que afetam o desempenho humano – local de trabalho.

Para a descrição dos fatores que afetam o desempenho humano, podem ser selecionados no item “Condições de trabalho” a relação direta ao local de trabalho ou problemas técnicos e no ambiente (figura 21).

Fatores que Afetam o Desempenho Humano - Condições do Trabalhador

Número da Ocorrência

<p>Fatores Cognitivos e Limitação Mental</p> <p>Falta de Atencao <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Atenção Focada <input type="checkbox"/></p> <p>Dificuldade de Realizar Tarefas <input type="checkbox"/></p> <p>Dificuldade de Tomar Decisões <input type="checkbox"/></p> <p>Lapso de Memória <input type="checkbox"/></p> <p>Dificuldade de Aprendizado <input type="checkbox"/></p>	<p>Fatores Comportamentais</p> <p>Distúrbio de Personalidade <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Problemas Psicosociais <input type="checkbox"/></p> <p>Estado Emocional <input type="checkbox"/></p> <p>Falta Motivação <input type="checkbox"/></p> <p>Agressividade <input type="checkbox"/></p> <p>Excesso Confiança <input type="checkbox"/></p> <p>Complacente <input type="checkbox"/></p> <p>Não Suporta Pressão <input type="checkbox"/></p>
<p>Estado Fisiológico e Físico adverso</p> <p>Ritmo Cicardiano <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Fadiga Física <input type="checkbox"/></p> <p>Dificuldade de Movimento <input type="checkbox"/></p> <p>Sobrepeso <input type="checkbox"/></p> <p>Audicao <input type="checkbox"/></p> <p>Visao <input type="checkbox"/></p> <p>Desorientacao Espacial <input type="checkbox"/></p>	<p>Fator Pessoal</p> <p>Comunicação Deficiente <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Coordenação Deficiente <input type="checkbox"/></p> <p>Dificuldade de Planejar <input type="checkbox"/></p> <p>Ausência de Liderança <input type="checkbox"/></p> <p>Não Delegação Tarefas <input type="checkbox"/></p>

Figura 21 – Tela para classificação de análise da ação humana, referentes a fatores que afetam o desempenho humano – condições do trabalhador.

A classificação das ações humanas não seguras, definidas no item de mesmo nome (figura 22), foi dividida em “Falhas centradas nas habilidades e enganos” e “Ações humanas intencionais”, no qual trata-se de violação.

Figura 22 – Tela para classificação de análise da ação humana, referentes a fatores que afetam o desempenho humano – condições do trabalhador.

A última tela, figura 23, apresenta os resultados obtidos em função da maior quantidade de eventos ocorridos em dois locais de trabalho e estão descritas no item “Resultados”, subdividido em nove itens:

- “Dados coletados” - período de tempo de coleta de dados;
- “Locais com maior número de eventos ocorridos” – descrição do primeiro local, tipo de serviço executado e tipo de evento ocorrido;
- “Análise da ação não segura” – quantidade de fatores organizacionais e gerenciais e os tipos;
- “Fatores que afetam o desempenho humano” – descrição da quantidade dos fatores relacionados ao setor de trabalho, condição de trabalho e seus respectivos tipos;
- “Tipo de ação não segura” – descreve a quantidade de ações classificadas como não intencionais. A quantidade e tipo dessas ações são melhores detalhadas nos itens “Falhas centradas nas habilidades” e “Enganos”. O item “Violação” demonstra a quantidade de violações e o tipo, como de rotina ou excepcionais.

Resultados	
Dados coletados - Data: ___/___/___ até ___/___/___.	
Locais com maior número de eventos ocorridos	
Primeiro local: _____.	
Tipo de serviço executado (maior número): _____.	
Tipo de evento ocorrido (maior número): _____.	
Análise de ação humana não segura	
Fatores organizacionais (quantidade): ____.	Fatores gerenciais (quantidade): ____.
Tipo: _____.	Tipo: _____.
Fatores que afetam desempenho humano	
Local de trabalho (quantidade): ____.	Condições de trabalho (quantidade): ____.
Tipo: _____.	Tipo: _____.
Tipo de ação humana não segura	
Ação humana não intencional (quantidade): ____.	
Falhas centradas na habilidade (quantidade): ____.	Enganos (quantidade): ____.
Tipo: _____.	Tipo: _____.
Ação humana intencional (quantidade): ____.	
Violação (quantidade): ____.	
Tipo: _____.	

Figura 23 – Tela de demonstração de resultados.

5 CONCLUSÃO

A investigação de acontecimentos relacionados à falhas humanas pode ser extremamente difícil e demandar muito tempo, entretanto, pode gerar contribuições para melhoria da segurança. A minúcia da investigação e obtenção de dados relacionados a um evento se faz necessária para determinação das causas e para a proposta de ações corretivas e preventivas com intuito de evitar reincidências.

O presente trabalho propôs uma estrutura metodológica de desenvolvimento de ferramenta computacional para ser utilizada em diversas áreas industriais através da inclusão de informações, fornecidas por especialistas em segurança do trabalho, relacionadas a ocorrências com falhas humanas.

Desta forma, como característica principal, analisaram-se informações relacionadas a atos inseguros, fornecidas por Especialistas de diversas áreas, utilizando-se questionários e entrevistas como ferramentas de coleta de informações. Nesta etapa, comprovou-se uma enorme carência no armazenamento, resgate, análise, estudo e divulgação de eventos ocorridos/investigados na indústria, dificultando a adoção e disseminação de ações preventivas.

A estrutura do banco de dados pode ser aplicado em diversas áreas de atividades, atendendo ao objetivo proposto. Os dados obtidos foram compilados e organizados para formar a estrutura inicial do banco de dados de falhas humanas, o qual foi validado posteriormente também por especialistas.

Sendo assim, o presente estudo possibilitou a criação de banco de dados de falhas humanas e identificação dos fatores que afetam o desempenho humano ou que contribuem para o erro humano, através da contribuição de especialistas das mais diversificadas áreas. Nesta ferramenta, dados relacionados a atos inseguros e falhas humanas podem ser inseridos, analisados e recuperados, de forma a organizá-los para a elaboração de um plano de ação para redução de acidentes relacionados a este fator.

Em última análise, é proposto um aplicativo para avaliação das atividades de trabalho, que geraram ocorrências devido a não adequação entre o ambiente de

trabalho, as condições de trabalho e fatores humanos, ampliando assim o conhecimento e apoiando investimentos em experiências positivas já praticadas.

Esta ferramenta pode contribuir diretamente no processo de melhoria da gestão de segurança e saúde no trabalho, com foco na influência dos fatores sócio-organizacionais. E, acredita-se que esse novo aporte de informações contribua para entendimento dos eventos ocorridos na indústria, tanto na desmistificação que envolve o tema “falha/ erro humano”, como nas influências que a política empresarial pode contribuir na redução de eventos, através de ações direcionadas a redução de fatores que afetam o desempenho humano de forma negativa.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HIGIENE OCUPACIONAL. **Higiene Ocupacional – Aspectos Históricos**, 2003. Disponível em <http://abho.org.br/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=15>, acesso em 12 de outubro de 2012.
- ALEXANDER, I. F. **A taxonomy of stakeholders**, 2005. Disponível em <http://easynet.co.uk/~iany/consultancy/stakholder_taxonmy>, acesso em 20 de julho 2013.
- ASSOCIAÇÃO DE BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **ISO 9001 Sistemas de Gestão da Qualidade**, 2008.
- _____. **ISO 14001 Sistemas de Gestão Ambiental**, 2004.
- _____. **OHSAS 18001 Sistema da Segurança e Saúde Ocupacional**, 2007.
- BERLINGUER, G. **A saúde nas fábricas**. São Paulo: Hucitec, 1978.
- BIRD, F. **Management guide to loss control**. Atlanta,GA: Institute Press, 1974.
- BITTENCOURT, R. A. **Montagem de Computadores e Hardware**. 6ª Ed. São Paulo: Brasport, 2009.
- BOOCH, G., RUMBAUGH, J. & JACOBSON, I. **The Unified Modeling Language User Guide**. Addison-Wesley, 1998.
- CAMBRAIA, F. B., SAURIN, T. A. & FORMOSO, C. T. **Planejamento e controle integrado entre segurança e produção em processos críticos na construção civil**. Produção, 18 (3), 479-492, 2008.
- CASTELIS, M. A. **Sociedade em Rede - A Era da Informação - Vol. 1**. 10ª Ed. São Paulo: Paz e Terra, 2007.
- CLEMEN, R. T & WINKLER, R. L. **Combing probability distribution from experts in risk analysis**. Risk Analysis, 19(2), 187–203. 1999.
- COOPER, S.E., RAMEY-SMITH, A.M. & WREATHALL, J., A Technique for Human Error Analysis (ATHEANA). US Nuclear Regulatory Commission, 1996,
- COUTO, H.A. **Ergonomia aplicada ao trabalho: o manual técnico da máquina humana**. Vol 2. Belo Horizonte: Ergo, 1996.
- CURY, V.M. **História da Industrialização no Século XIX - Série Didáticos**. 3ª Ed., 2008.
- DANIELLOU, F. **Ergonomia na Condução de Projetos de Concepção de Sistemas de Trabalho**. In: FALZON, P. Ergonomia. 1a edição, Capítulo 21, editora Blucher, São Paulo, 2007.

DANIELLOU, F. **Le statut de la pratique et des connaissances dans l'intervention ergonomique de conception. Document de synthèse présenté en vue d'obtenir l'Habilitation à diriger des recherches.** Université de Toulouse – Le Mirail, Toulouse, France. 1992.

DAVIS, A. M. 201 **Principles of Software Development.** New York: McGraw-Hill, 1995.

DICIONÁRIO ONLINE PRIBERAM Disponível em <<http://www.priberam.pt/dlpo/default.aspx?pal=trabalho>>. Acesso em: 06 outubro de 2012.

DONG X, RINGEN K, MEN Y & FUJIMOTO A. **Medical costs and sources of payment for work-related injuries among Hispanic construction workers.** Journal of Occupational and Environmental Medicine 49(12): 1367-1375, 2007.

DORFMAN, M. & THAYER, R. **Standards, Guidelines and Examples of System and Software Requirements Engineering,** Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1990.

DUARTE, F. J. C. M. & CORDEIRO, C. V. C. **A etapa de execução da obra: um momento de decisões.** Produção, v. 9, numero especial, p. 5-27, 1999.

EMBREY, D. E., HUMPHREYS, P. C., ROSA, E. A., KIRWAN, B. & REA, K. **SLIM-MAUD: an Approach to Assessing Human Error Probabilities Using Structured Expert Judgment.** Report No. NUREG/CR-3518 (BNL-NUREG-51716), Department of Nuclear Energy, Brookhaven National Laboratory, Upton, NY. 1984.

FANTAZZINI, M. L. **Higiene Ocupacional - Excertos e adaptação do Cap. I do "White Book" da AIHA,** de Vernon Rose. Disponível em <http://www.abho.org.br/index.php?option=com_content&task=view&id=15&Itemid=18&mosmsg=Agradecemos+seu+voto%21>. Acesso em: 10 janeiro de 2010.

FREJ, T. A. & ALENCAR, L. A. **Fatores de sucesso no gerenciamento de múltiplos projetos na construção civil em Recife.** Produção, v. 20, n. 3, p. 322-334, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **PESQUISA ANUAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2011.** Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Industria_da_Construcao/Pesquisa_Anuual_da_Industria_da_Construcao/2010/tabela1.pdf>, acesso em 07 de setembro de 2012.

GERTMAN, D.I & BLACKMAN, H.S. **Human reliability and safety analysis data handbook.** Canada: John Wiley & Sons, 1994.

GIBSON, W.H. & KIRWAN, B. **CARA: A Human Reliability Assessment Technique for Air Traffic Management Safety Assurance,** 2007. Disponível em <http://www.eurocontrol.int/eec/public/standard_page/DOC_Conf_2007_007.html>, acesso em 13 de outubro de 2012.

GILLEN, M. FAUCETT, J. A., BEAUMONT, J. J. & MCLOUGHLIN, E. **Injury severity associated with nonfatal construction falls.** American Journal of Medicine, n. 32,

p. 647-655, 1997.

GOODE, W. J. & HATT, P. K. **Métodos em Pesquisa Social**. 4a ed. São Paulo: Comp. Ed. Nacional, p. 35-67, 1960.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Porto Alegre: Bookman, 1998.

GUERRINI, F. M. & VERGNA, J. R. G. **Um modelo de atores e recursos para redes de cooperação entre empresas em obras de edificações**. *Produção*, v. 21, n. 1, p. 14-26, 2011.

HUMPHREY, W.S. **Managing the Software Process**. Reading, MA: Addison-Wesley, 1989.

HAWKINS, F.H., & ORLADY, H.W. **Human factors in flight** (2nd ed.). England: Avebury Technical, 1993.

HEINRICH, H.W., PETERSEN, D., & ROOS, N. **Industrial accident prevention: A safety management approach** (5th ed.). New York: McGraw-Hill, 1980.

HOBSBAWM, E. J. **Da Revolução Industrial Inglesa ao Imperialismo**. 5^a Ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2003.

HOLLNAGEL, E. Resilience – **The challenge of the unstable**. Resilience engineering: concepts and percepts. Aldershot: Asgat, 2006. P. 9-17.

HOLLNAGEL, E. **Risk + barriers = safety?** *Safety Science*, v. 46, p. 221-229, 2008.

HOLLNAGEL, E. **Task analysis: why, what, and how**. In: Salvendy, g. (ed.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics* (third edition), 2006.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO - MTE. **Normas regulamentadoras**. Disponível em <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>> acessado em 10 de junho de 2013.

HYOUNG, J. I., KWON, Y., KIM, S., KIM, Y., SU JU, Y. & LEE, H. **The characteristics of fatal occupational injuries in Korea's construction industry, 1997-2004**. *Safety Science*, v. 47, n. 8, p. 1159-1162, 2009.

IAEA TECDOC-1048. **Collection and classification of human reliability data for use in probabilistic safety assessments**. Final report of a co-ordinated Research Programme. International Atomic Energy Agency IAEA. Vienna, Austria. 1998.

IAEA, Safety Series. **Human reliability analysis in probabilistic safety assessment for nuclear power plants**. International Atomic Energy Agency IAEA. Vienna, Austria, 1995.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 11064 – Design of Control Centers – Part 1: Principles for the Design of Control Centers**", 2000.

- JUNIOR, P. R. O. B. **Elicitação de requisitos de software através da utilização de questionários**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Informática da PUC-Rio, 2005
- KANTOWITZ, B. & SORKIN, R. **Human factors: understanding people-system relationships**. New York: John Wiley & Sons Inc., 1983.
- KIRWAN, B. & AINSWORTH, L. K. **A Guide to Task Analysis**. London, Taylor and Francis, 1992.
- KIRWAN, B. **A Guide to Practical Human Reliability Assessment**. London: Taylor and Francis. 1994.
- LAITINEN, H., MARJAMAKI, M. & PAIVARINTA, K. **The validity of the TR safety observation method on building construction**. Accident Analysis and Prevention, v. 31, p. 463-472, 1999.
- LEFFINGWELL, D. & WIDRIG, D. **Managing Software Requirements: A Unified Approach – Addison-Wesley object technology series**, Addison Wesley, 2000.
- LIMA, M.M.T. **A transdisciplinariedade na Proteção e Promoção da Saúde e Segurança no Trabalho na perspectiva da Sustentabilidade**. XI Fórum Nacional de Medicina do Trabalho – ANMAT, Goiânia, 2012.
- LLORY, M. **Acidentes Industriais: O custo do silêncio**. Multimais Editorial. Rio de Janeiro. 1999.
- LUQUETTI, I. J. A & VIDAL, M. C., **A Ergonomia no Licenciamento e na Avaliação de Salas de Controle de Reatores Nucleares**. Tese de Doutorado, apresentada à COPPE/UFRJ, 2003.
- LUQUETTI, I. J. A, CARVALHO, P. V. R e GRECCO, C. H. **Human Reliability Analysis of Control Room Operators**. In: Proceedings of the Rio Pipeline International Conference, Rio Janeiro, Brazil. 2005.
- LUQUETTI DOS SANTOS, I. J. A., FARIAS, M. S., MONTEIRO, B. G., PEREIRA, M. O. M.; VARELLA, H. B., VIEIRA, L. N. S. **Ergonomia Participativa no Projeto do Painel de Alarmes de um Reator Nuclear de Pesquisa**. In: XVI Congresso Brasileiro de Ergonomia, 2010, Rio Janeiro. Anais do XVI Congresso Brasileiro de Ergonomia. Rio Janeiro: ABERGO, 2010. v. 1.
- MEISTER, D. **Human Factors Testing and Evaluation**., John Wiley and Sons, USA, 1986.
- MEISTER, D. **Human Factors in Reliability**. New York, Mc Graw Hill. 1990.
- MELIÁ, J. L. et al. **Safety climate responses and the perceived risk of accidents in the construction industry**. Safety Science, v. 46, n. 6, p. 949-958, 2008.

MENDES, R. & DIAS, E.C. Da **medicina do trabalho à saúde do trabalhador**. Rev. Saúde Pública, v. 25, n. 5, p. 341-349, 1991.

MORAES, A. & MONT'ALVÃO, C. **Ergonomia: conceitos e aplicações**. 2 ed Rio de Janeiro: 2AB, 2000.

NASCIMENTO, C.S. **Aplicação da metodologia FUZZY na quantificação da probabilidade de erro humano em instalações nucleares**. Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Ciências na área de Tecnologia Nuclear – reatores. 2010.

NUCLEAR REGULATORY COMMISSION USA, NUREG 711 (Revision 1). **Human Factors Engineering Program Review Model**, Office of Nuclear Regulatory Research Washington, DC 20555-0001, 2002.

NUREG 0711, revision 1. **Human Factors Engineering Program Review Model**. US Nuclear Regulatory Commission, 2002.

NUREG-1792, Rev. 1. **Good practices for implementing human reliability analysis**. U. S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, 2005.

NUREG-1842, Rev. 1. **Evaluation of human reliability analysis methods against good practices**. U. S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, 2006.

PARASURAMAN, A. **Marketing research**. 2. ed., Addison Wesley Publishing Company, p. 21-60, 1991.

PINTO, ABEL, NUNES, I, RIBEIRO, R. & PASCHOARELLI, L.C. **Aplicação preliminar do método QRAM para avaliação de riscos para segurança ocupacional na construção civil**. Prod., São Paulo, v. 23, n. 2, 2013.

PRESSMAN, R.S. **Engenharia de Software - 6ª ed**. São Paulo: Mcgraw-hill Interamericana, 2006.

Rasmussen, J. (1982). **Human errors: A taxonomy for describing human malfunction in industrial installations**. Journal of Occupational Accidents, 4, 311-33.

RASMUSSEN, J. **Risk Management in a Dynamic Society: a modeling problem**. Safety Science, Amsterdam, v. 27, n. 2/3, p. 183-213, 1997.

RASMUSSEN, J. **The definition of a human error and a taxonomy for technical system design**. New Technology and Human Error (pp. 23-30). Mew York, NY: John Wiley & Sons. 1987.

REASON, J. **Managing the Risks of Organizational Accidents**. Burlington: Ashgate, 1997.

REASON, J.T. **Human error**. Cambridge University Press. New York. 1990.

REASON, P. **Three approaches to participative inquiry.** In Denzin, N.K. and Lincoln, Y.S. (Eds), Handbook of Qualitative Research, Sage, Thousand Oaks, CA. 1994.

RINGEN K, ENGLUND A, WELCH L, WEEKS JL & SEEGAL JL. **Why construction is different.** Occupational Medicine, v. 19, n. 2, p. 255-259, 1995.

SAMPAIO, A. L. S., PRIMO, F.F. & W. R. M. **Método para Definição de Requisitos de Software de um Sistema a Partir das Necessidades dos seus Stakeholders,** VII Simpósio Internacional de Melhoria de Processos de Software, São Paulo, 2005.

SANTOS, I. J. A. L., FARIAS, M. S. MONTEIRO, B. G. , PEREIRA, M. O. M. , VARELLA, H. B. & VIEIRA, L. N. S. . **Ergonomia Participativa no Projeto do Painel de Alarmes de um Reator Nuclear de Pesquisa.** In: XVI Congresso Brasileiro de Ergonomia, 2010, Rio Janeiro. Anais do XVI Congresso Brasileiro de Ergonomia. Rio Janeiro: ABERGO, 2010. v. 1.

SANTOS, I. J. A. L., OLIVEIRA, M. M. P.& OLIVEIRA, M. V. **Uso da ferramenta FMEA (análise dos modos de falhas e seus efeitos) na identificação dos fatores que afetam o desempenho humano, durante o processo de retirada de emergência.** In: IX Simpósio Internacional de Confiabilidade. Fortaleza. Anais do IX Simpósio Internacional de |Confiabilidade Humana. São Paulo: Reliasoft do Brasil. V1. . 2011.

SANTOS, I. J. A. L., CARVALHO, P. V. R. & GRECCO, C.H.S. **Incorporating Emergency Evacuation Planning, Through Human Reliability Analysis, in the Risk Management of Industrial Installation.** Brazilian Petroleum, gas and Biofuels Congress, 2009.

SANTOS, I. J. A. L., CARVALHO, P. V. R. & GRECCO, C.H.S. **Metodologia para Identificação dos Fatores que Afetam o Desempenho dos Responsáveis pela Retirada dos Trabalhadores de Instalações Industriais, em Situações de Emergência.** XV Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru, 2008,

SAURIN, T. A., FORMOSO, C. T. & GUIMARÃES, L. B. M. **Safety and production: an integrated planning and control model.** Construction Management and Economics, London, v. 22, n. 2, p. 159-169, 2004.

SHAPELL, S. **Human Error and Commercial Aviation Accidents: A Comprehensive, Fine-Grained Analysis Using HFACS.** Office of Aerospace Medicine Washington, DC 20591. 2006.

SHAPPELL, S. & WIEGMANN, D. **U.S. naval aviation mishaps 1977-92: Differences between single- and dual-piloted aircraft.** Aviation, Space, and Environmental Medicine, 67(1), 65-9, 1996.

SILVERSTEIN, B. WELP, E., NELSON, N., & KALAT, J. **Claims incidence of work-related disorders of the upper extremities: Washington state, 1993-1999.** American Journal of Public Health, v. 88, p. 1827-1833, 1998.

SOMMERVILLE, I. **Software Engineering,** Addison-Wesley, 2007.

SOUZA, C. A.V. S. & FREITAS, C.M. **Análise de causas de acidentes e ocorrências anormais, relacionados ao trabalho, em uma refinaria de petróleo.** Rio de Janeiro. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 19 (5): 1293-1303. 2003.

SWAIN, A.D. & GUTTMANN, H.E. **Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications.** Sandia National Laboratories. 1983.

TAM, C. M., ZENG, S. X. & DENG, Z. M. **Identifying elements of poor construction safety management in China.** Safety Science, v. 42, p. 569-586, 2004.

VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em administração.** São Paulo: Atlas, 2005.

VIDAL, M. C. **Ergonomia Contemporânea,** CESERG / COPPE / UFRJ. 2000.

WILMOT, R. D. GALSON, D. A & HORA, S. C. **Expert Judgements in Performance Assessments.** Report of an SKI/SSI Seminar, UK. 2000.

APÊNDICE**APÊNDICE A QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS****Questionário*****INSTRUÇÃO***

Este questionário faz parte de uma pesquisa cujo objetivo é identificar indicadores e fatores técnicos, organizacionais e humanos que podem ser utilizados na formação de um banco de dados de falhas humanas. A pesquisa enfatiza a importância das opiniões de especialistas na formação desse banco de dados, contribuindo para a melhoria da segurança no trabalho.

Você encontrará perguntas relacionadas com sua atividade, experiência, acidentes e conhecimento sobre segurança. Você deverá marcar sua resposta a cada uma das proposições.

Não existem respostas certas ou erradas e só interessa sua opinião sincera. Esteja certo de que respondeu a todas às proposições, não deixando nenhuma em branco.

Muito obrigado pela colaboração.

1. Marque ou identifique sua atividade (cargo) que já exerceu ou exerce:

Engenheiro de Segurança no Trabalho Supervisor de segurança

Técnico em Segurança no Trabalho Especialista em SMS

Gerente/Engenheiro de projeto Outras: _____.

2. Marque seu tempo de experiência:

0 a 2 anos

11 a 20 anos

3 a 5 anos

Mais do que 20 anos

6 a 10 anos

3. Diga qual sua área de atuação.

_____.

4. Já sofreu algum acidente de trabalho?

Nenhum

Entre 3 e 7

Entre 1 e 2

Maior do que 7

5. Já esteve envolvido em uma situação real de emergência com risco de vida?

Nenhum

Entre 3 e 7

Entre 1 e 2

Maior do que 7

6. Já analisou algum incidente ou acidente de trabalho em instalação industrial?

Nenhum

Entre 3 e 7

Entre 1 e 2

Maior do que 7

7. Segundo SWAIN e GUTMANN (1983) os erros humanos são classificados como:

Erro de omissão (EOM): caracterizado pela falta de ação, quando se omite totalmente ou parcialmente uma tarefa.

Erro de comissão (ECOM): caracterizado pelo desempenho incorreto de uma tarefa ou de uma ação. Os trabalhadores que cometem erro de comissão executam, geralmente, ações corretas de acordo com sua compreensão e conhecimento atual do sistema e do seu comportamento.

Nas análises de incidentes ou acidentes que você tenha participado, foram identificados erros humanos?

Sim

Não

8. As informações obtidas através das análises de acidentes são armazenadas em banco de dados?

Sim

Não

9. As medidas preventivas adotadas em seu local de trabalho são baseadas em informações obtidas através de banco de dados, validados?

Sim

Não

10. Sugira abaixo, indicadores e fatores técnicos, organizacionais e humanos que em sua opinião devem ser utilizados no desenvolvimento de banco de dados de falhas humanas.

APÊNDICE B ESTRUTURA FINAL DO BANCO DE DADOS

Tabelas de dados para armazenamento efetivo dos dados.

Tabelas	
	Tab01Ocorrencia
	Tab02ServicoExecutado
	Tab03Evento
	Tab04Tarefa
	Tab0511GerenciamentoRecursos
	Tab0512ClimaOrganizacional
	Tab0513ProcessoOrganizacional
	Tab052FatoresGerenciais
	Tab05311ProblemasAmbienteFisico
	Tab05312ProblemasTecnicos
	Tab05321FatoresCognitivosELimitacaoMe...
	Tab05322FatoresComportamentais
	Tab05323EstadoFisiologicoEFisicoAdverso
	Tab05324FatorPessoal
	Tab05411FalhasCentradasNasHabilidades
	Tab05412Enganos
	Tab0542Violacao

Formulários	
	01 - Ocorrência
	02 - Tarefa
	03 - Fatores Organizacionais
	04 - Fatores Gerenciais
	05 - Local de Trabalho
	06 - Condições do Trabalhador
	07 - Ações Humanas Não Seguras

Chaves Primárias, para permitir pesquisas e relações entre tabelas.

