

**Fatores de Desempenho e Confiabilidade Humana: Uma Revisão da Literatura**

**ANDREIA FRANCISCO ANDRADE**

andrea.f.andrade@hotmail.com

**ISAAC JOSE ANTÔNIO LUQUETTI DOS SANTOS**

luquetti@ien.gov.br

## **FATORES DE DESEMPENHO E CONFIABILIDADE HUMANA: UMA REVISÃO DA LITERATURA**

### **RESUMO**

Vivemos em um contexto de sistemas complexos onde as interações podem provocar danos e perdas para as pessoas e o meio ambiente. Acidentes com perdas significativas para as pessoas, instalações e o meio ambiente vem sendo registrados ao longo dos anos e as falhas humanas estão entre os fatores que contribuíram para essas ocorrências. Este artigo tem como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica das pesquisas sobre o tema confiabilidade humana e os fatores que afetam o desempenho humano. Conhecer os fatores de desempenho é fundamental para prevenirmos falhas humanas que possam resultar em acidentes. Os estudos acerca deste tema crescem ao longo dos anos e metodologias vêm sendo desenvolvidas com foco na análise da confiabilidade humana. Por meio da metodologia de análise sistemática foram realizadas pesquisas sobre o tema utilizando a base de periódicos do portal CAPES. Foi observado que existem diversas classificações dos fatores que afetam o desempenho humano, mas em geral elas focam em questões do indivíduo, ambiente, tarefa e organização do trabalho. Os estudos precisam ser aprofundados para considerar a interação entre os fatores de forma a fornecer informações que permitam a tomada de decisão com foco na prevenção de acidentes.

**Palavras-chave:** Falha Humana. Fatores Humanos. Confiabilidade Humana.

## **PERFORMANCE FACTORS AND HUMAN RELIABILITY: A REVIEW OF THE LITERATURE**

### **ABSTRACT**

We live in a context of complex systems where interactions can cause damage and losses for people and the environment. Accidents with significant losses to people, facilities and the environment have been recorded over the years and human failures are among the factors that contributed to these occurrences. This article aims to present a bibliographic review of researches about human reliability and the factors that affect human performance. Knowing performance factors is fundamental to prevent human failures that can result in accidents. Studies about this issue grow over the years and methodologies are developed with a focus on the analysis of human reliability. Through systematic analysis methodology researches on the subject were carried out using the periodicals of CAPES portal. It has been observed that there are several classifications of the factors that affect human performance, but, in general, they focus on issues of the individual, environment, task and work organization. Studies need to be deepened to consider the interaction between factors in order to provide information that allows decision with a focus on accident prevention.

**Key Words:** Human failures. Human factors. Human reliability.

## 1. Introdução

Entender os fatores que afetam o desempenho humano no ambiente de trabalho é essencial para prevenção de acidentes em sistemas produtivos complexos e que possuem variáveis que se interagem. Segundo Oliveira e Sellitto (2010), há uma maior possibilidade de falhas durante a tomada de decisão na execução de tarefas que exigem interação entre os homens e equipamentos (sistemas sócio-técnicos). A partir da análise destes fatores é possível desenvolver medidas preventivas para aumentar a confiabilidade humana e reduzir a possibilidade de erros.

De acordo com Dougherty & Fragola (2005) a confiabilidade humana é o cálculo da probabilidade das ações humanas serem executadas com sucesso em um dado intervalo de tempo ou determinada situação, considerando as limitações e os fatores que influenciam o desempenho humano. O processo de Análise da Confiabilidade Humana parte do princípio de que o ser humano possui características únicas e pode apresentar falhas na execução das tarefas, apesar dos recursos tecnológicos existentes.

Os principais fatores que afetam o desempenho humano são agrupados por Kantowitz e Sorkin (1983) em cinco categorias: Fatores Operacionais (modos de operação), Fatores de Projeto (layout dos painéis, acessibilidade e usabilidade), Fatores de Tarefa (complexidade, atividades múltiplas e simultâneas, supervisão, alta carga de trabalho, regulações), Fatores Pessoais (treinamento, experiência, motivação, capacitação, monotonia, fadiga, grau de instrução, atitude moral, carga de trabalho física e mental, ansiedade, perda sensorial, idade, altura, estresse) e Fatores ambientais (temperatura, iluminação, espaço físico, vibração, nível de ruído, visibilidade, velocidade do vento, umidade, turno).

Este artigo tem como objetivo apresentar uma revisão da literatura referente ao tema confiabilidade humana, e a partir desta revisão identificar os principais aspectos das pesquisas que estão sendo realizadas em relação à confiabilidade humana. O trabalho está estruturado da seguinte forma: a seção 2 possui um referencial teórico sobre “Confiabilidade Humana”, “Fatores Humanos” e “Erro/Falha Humana”; na seção 3 é detalhada a metodologia utilizada na pesquisa; na seção 4 é apresentada a análise dos resultados obtidos; e finalizando na seção 5 são realizadas as considerações finais.

## 2. Revisão Bibliográfica

A confiabilidade humana tem como objetivos identificar as potenciais falhas humanas que possam afetar a operação de um processo e a segurança da instalação, calcular a probabilidade de ocorrência de eventos de falha humana e identificar os fatores que afetam o desempenho humano (NUREG 0711, 2004).

O desempenho humano esperado e os limites de tolerância são estabelecidos pelo sistema. Os sistemas dependem da intervenção humana para atuarem como projetados e o que muda é o nível e complexidade. O erro humano considera qualquer ação humana (ou falta da mesma ação) que exceda as tolerâncias definidas pelo sistema com o qual o ser humano interage (KIRWAN, 1994).

De acordo com Swain & Guttamann (1983) os tipos de erros humanos que podem contribuir para o fracasso de uma ação podem ser distribuídos em dois grandes grupos: erros de omissão e erros de comissão. Os chamados erros de omissão estão acontecem quando temos a não realização de uma das etapas da tarefa ou ação. Já os de comissão referem-se ao desempenho incorreto de uma tarefa ou ação.

Os fatores individuais, tecnológicos e organizacionais influenciam nas falhas humanas. Os individuais estão diretamente relacionados às características da cognição humana. A tecnologia refere-se aos diferentes modos de falhas para o sistema, os subsistemas

e os componentes. Os aspectos organizacionais dizem respeito às práticas estabelecidas para comunicação e controle, normas de desempenho e políticas da empresa (REASON, 1991).

De acordo com Luquetti e Vidal (2003) os seguintes itens podem provocar erros humanos: procedimentos deficientes; instrumentação inadequada ou inoperante; conhecimento insuficiente; prioridades conflitantes (segurança x produção); sinalização inadequada; realimentação inadequada; equipamentos desativados; comunicação deficiente; layout deficiente; estereótipos populacionais; manutenção irregular; vigilância estendida. Atuando nas situações que interferem no desempenho humano e provocam erros pode-se aumentar a confiabilidade humana na execução das atividades.

O nível de controle exercido por uma pessoa em relação a sua atividade de trabalho pode ser caracterizado pelos seguintes modos: habilidades, regras e conhecimento. No comportamento baseado nas habilidades as reações são automáticas, o contexto é familiar, com baixo nível de consciência e pouco esforço cognitivo. No comportamento baseado em regras, o ser humano segue padrões conhecidos e procedimentos definidos em treinamento. Já no comportamento baseado em conhecimento, as regras não são conhecidas, o contexto não é familiar, sendo que as tarefas serão realizadas pela primeira vez, sem treinamento anterior e com alto esforço cognitivo (RASMUSSEN, 1983).

### 3. Metodologia

Para desenvolvimento da pesquisa foi utilizada a metodologia de revisão sistemática. Esse método utiliza como fontes de dados a literatura sobre um determinado tema mediante a aplicação de métodos sistematizados de busca e síntese da informação selecionada.

A pesquisa foi aplicada realizando as etapas do método citada por Colicchia e Strozzi (2012): Definição do tema; Levantamento dos artigos na base escolhida; Seleção e avaliação dos artigos; e Análise dos artigos relevantes.

Os artigos foram coletados com base em pesquisa no portal de periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Este portal disponibiliza pesquisas de diferentes bases como SciELO e Scopus. Para a pesquisa foram utilizados os termos: “Confiabilidade Humana”, “Erro/Falha Humana” e “Fatores Humanos”. Os resultados das pesquisas relacionadas aos termos “Erro Humano” e “Falha Humana” foram agrupados para fins de análise tendo em vista que no sentido avaliado são utilizados como sinônimos.

A pesquisa considerou todo o período disponível e apresentou um total de 837 publicações. Através de leitura e análise dos títulos e resumos dos registros encontrados, foram selecionados 43 que possuíam algum tipo de relação/termos chaves associados ao tema da pesquisa. Estes registros foram analisados através da leitura dinâmica do seu conteúdo e selecionados os mais aderentes ao tema pesquisa. Um registro foi identificado em mais de uma palavra-chave, resultando em 13 textos diferentes selecionados para uma análise mais detalhada. Os resultados estão apresentados na tabela 1.

TABELA 1 – Resultados da Pesquisa Palavras-Chave

Termos da Pesquisa	Nº de registros encontrados	Nº de registros selecionados pelo título e resumo	Nº de registros selecionados por leitura dinâmica
Confiabilidade Humana	30	9	5
Erro/Falha Humana	143	10	4
Fatores Humanos	664	24	5
<b>Total</b>	<b>837</b>	<b>43</b>	<b>14</b>

Fonte: Próprios autores (2017)

A tabela 2 ilustra a distribuição das publicações de acordo com a base e as palavras-chave utilizadas nesta pesquisa. Algumas das publicações aparecem em mais de uma base. Na tabela 3 estão apresentadas as publicações selecionadas para análise aprofundada.

TABELA 2 – Distribuição Publicações por Base x Palavras-chave

Base	Confiabilidade	Erro/ Falha Humana	Fatores Humanos
AGRIS	-	-	26
ASSIA	-	1	-
<i>Computer and Information Systems Abstracts</i>	-	-	3
Dialnet	3	4	37
<i>Directory of Open Access Journals</i>	19	49	377
<i>EconPapers (RePEc)</i>	-	-	3
<i>Elsevier (CrossRef)</i>	5	10	15
<i>Engineering Research Database</i>	-	1	-
MEDLINE/PubMed (NLM)	-	16	60
<i>Nature Publishing Group (CrossRef)</i>	-	1	-
<i>NDLTD Union Catalog</i>	-	1	-
<i>OneFile (GALE)</i>	9	39	145
<i>Pollution Abstracts</i>	-	1	-
<i>Project Gutenberg</i>	-	1	-
<i>ProQuest Advanced Technologies &amp; Aerospace Collection</i>	2	3	51
<i>PUCRS Institutional Repository</i>	1	6	29
Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal	-	3	13
<i>SAGE Journals</i>	-	1	-
SciELO Brazil	12	28	243
SciELO (CrossRef)	10	23	228
SciELO Livros	-	1	8
<i>Science Citation Index Expanded</i>	5	15	61
<i>Science Direct Journals (Elsevier)</i>	4	10	29
<i>Scopus (Elsevier)</i>	13	34	204
<i>Social Sciences Citation Index</i>	-	3	21
<i>Sociological Abstracts</i>	-	-	2
<i>Technology Research Database</i>	-	-	5

Fonte: Próprios autores (2017)

TABELA 3 – Lista de publicações selecionados

Autor (es)	Lista de artigos selecionados	Periódico/Publicação
Borges e Menegon (2009)	Fator humano: confiabilidade às instabilidades do sistema de produção	GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas
Correa e Cardoso Junior (2007)	Análise e classificação dos fatores humanos nos acidentes industriais	Revista Produção (versão on line)
Espinosa et al. (2012)	<i>Estudio de la confiabilidad humana en el mantenimiento aeronáutico</i>	Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia
Fajer et al. (2011)	Fatores contribuintes aos acidentes aeronáuticos	Revista Saúde Pública
Menêzes e Droguett (2007)	Análise da confiabilidade humana via redes Bayesianas: uma aplicação à manutenção de linhas de transmissão	Revista Produção (versão on line)
Moré (2010)	<i>Análisis de la confiabilidad humana en una refinería de petróleo. Uso de Metodología borrosa</i>	Cuadernos del CIMBAGE
Moré e Cosenza (2014)	Avaliação de competências e seleção de pessoal qualificado em atividades específicas – aplicação de um modelo baseado na lógica fuzzy	Cadernos do IME – Série Estatística
Oliveira e Sellitto (2010)	Análise qualitativa de aspectos influentes em situações de risco observadas no gerador de vapor de uma planta petroquímica	Revista Produção (versão impressa)
Saurin et al. (2012)	Método para classificação de tipos de erros humanos: estudo de caso em acidentes em canteiros de obras	Revista Produção (versão impressa)
Sobreda e Soviero (2013)	<i>Loss of Control on the Ground - An Analysis by SERA Software</i>	Aviation in Focus
Theobald e Lima (2009)	A excelência em gestão de SMS: uma abordagem orientada para os fatores humanos	Revista Eletrônica Sistemas e Gestão
Villas Bôas (2014)	A relação entre instituições, fatores humanos e segurança operacional na aviação	Aviation in Focus
Zaffari e Battaiola (2015)	Princípios para o Design de Jogos Digitais com base em Erro Humano	Infodesign

Fonte: Próprios autores (2017)

#### 4. Apresentação e Análise dos Resultados

As 13 publicações selecionadas durante a pesquisa foram analisadas focando as palavras chave. A análise considerou a verificação dos objetivos, aplicação, contribuição científica, resultados obtidos e contribuição na prática destas publicações que possuem relação com o tema. Algumas destas publicações abordam mais de uma destas palavras-chave e foram extraídos, apenas os pontos considerados relevantes associados ao tema do artigo.

Borges e Menegon (2009) citam que os fatores humanos funcionam como barreira para as variabilidades do sistema produtivo. A confiabilidade humana é considerada como a probabilidade do indivíduo ter sucesso em uma determinada tarefa, por um período de tempo e em condições definidas. Conforme apresentado pelos autores no sistema social temos os seres humanos que possuem a capacidade de aprender com as situações, avaliar suas possibilidades e tomar decisões que estão fora dos limites propostos pela organização, adaptando e ajustando em diferentes situações. As condições adequadas para que o ser humano seja um sistema confiável são: competências pessoais (conhecimento, experiência e habilidade), informações do sistema (condições de visualização, de acesso e possibilidade de leitura) e condições de obtenção das informações (meios necessários para obtenção de dados).

Os autores Moré e Cosenza (2014) abordam em sua pesquisa a existência de fatores de desempenho humano (*PSFs – Performance Shaping Factors*) que influenciam o comportamento humano. A análise destes fatores nos diferentes ambientes, de acordo com os autores, possibilita identificar os fatores que contribuem para o erro e afetam a confiabilidade

humana no trabalho. Estes fatores são subdivididos em: externos ao homem (características situacionais, da tarefa e da equipe e instruções das tarefas e dos trabalhos), internos ao homem e causas de tensão (internos e externos ao homem).

A pesquisa de Espinosa et al. (2012) comenta sobre a análise da confiabilidade baseada nos fatores que afetam o desempenho humano associando a teoria das necessidades proposta por Abraham Maslow. São mencionados como elementos da confiabilidade humana: capacitação, comunicação, ergonomia, desenvolvimento, motivação e sentimento de pertencimento. Os autores abordam a importância de medir o nível de satisfação dos trabalhadores. A satisfação é classificada em três tipos de necessidades: fisiológicas e de segurança, sociais e de auto-estima e comunicação e auto-realização.

More (2010) analisa os fatores de desempenho humano estudados por Swain e a sua utilização para a avaliação do erro humano em um sistema sócio-técnico. Os fatores que influenciam a confiabilidade humana e os indicadores de desempenho humano são abordados em cinco categorias: formação, experiência de trabalho, motivação, características do local de trabalho e qualidade do ambiente de trabalho.

De acordo com Zaffari e Battaiola (2015) o Erro Humano é uma variabilidade da performance das pessoas durante a interação com um objeto e que traz um resultado inesperado e indesejável para o indivíduo. A pesquisa destes autores foi baseada na classificação de Erro Humano desenvolvida por Reason (1990), Baber & Stanton (1996) e Kirwan (1998). Reason (1990) aborda a classificação denominada modelo SRK (*Skill, Rules and Knowledge*). Os erros no nível das habilidades (*Skill*) são aqueles relacionados a comportamentos automáticos e rotineiros e com baixo nível de consciência. Já os no nível das regras (*Rules*) o operador aumenta a consciência para aplicar regras familiares a situações familiares. No nível do conhecimento (*Knowledge*) tem-se um alto nível de consciência para resolver problemas que não possuem regras.

Zaffari e Battaiola (2015) destacam ainda as classificações de Erro Humano baseadas na análise da tarefa abordadas por Baber & Stanton (1996) e Kirwan (1998). Para Baber & Stanton são elas: erros de ação, de comunicação da informação, consulta da informação, leitura, planejamento, seleção. Já Kirwan classifica como: erros de omissão, transmissão de informação, tempo, sequência, qualidade e seleção.

A pesquisa de Saurin et al. (2012) baseia-se no método SRK de Reason (1990, 1997) para a classificação de erros humanos. O método diferencia os erros de acordo com o nível cognitivo em que ocorrem. O erro humano, geralmente, é considerado como um desvio em relação ao método de execução correto ou uma tomada de decisão incorreta. O erro humano leva a resultados indesejados e em alguns casos pode acarretar ganhos apesar de haver falhas de planejamento e execução. Os erros nos níveis de conhecimento ou regras os trabalhadores possuem consciência de que existe um problema e as ações são intencionais e no nível das habilidades não é intencional e as ações não são adotadas conscientemente.

Oliveira e Sellitto (2010) abordam as falhas humanas como ativas, latentes, voluntárias e involuntárias. As ativas estão relacionadas a causas imediatas de uma ocorrência (atos inseguros ou erros de operação), as latentes são anteriores ao acidente (atos que criaram condições para a ocorrência), as voluntárias referem-se a burlar intencionalmente os procedimentos e as involuntárias são induzidas por outras falhas. Outra abordagem realizada neste trabalho é categorização dos fatores e possibilidades de erros proposta por Kantowitz e Sorkin (1983): Operacionais; Situacionais; Ocupacionais; Pessoais; e Ambientais. O conceito de Rasmussen (1983) baseado nas habilidades, regras e conhecimento é abordado pelos autores como uma forma de entender a estruturação de aspectos da cognição humana.

Oliveira e Sellitto (2010), citam a representação simplificada do comportamento humano em três etapas com base em Wickens (1992): consciência e percepção; processamento da informação e tomada de decisão; e materialização das ações. O processo de

cognição humana proposto por Norman (1983) é mencionado neste trabalho e compreende sete etapas: formulação do objetivo; formulação da intenção; percepção do ambiente; interpretação do ambiente; definição da ação; execução da ação; e avaliação dos resultados.

Theobald e Lima (2009) abordam o conceito de fatores humanos da HSE (*Health and Safety Executive*) onde os fatores humanos relacionados a Segurança e Saúde Ocupacional são divididos em três grupos principais: Trabalho (Pressões no trabalho, instruções de trabalho, controle e mostradores, meio ambiente do trabalho e tarefas); Indivíduos (Capacidade física e mental, personalidade, saúde física e mental, competência, percepção de risco e conhecimento); e Organização (Estruturas organizacionais, recursos humanos e materiais, papéis e responsabilidades, sistema de gestão, conflitos de comunicação, liderança e cultura de saúde, segurança e meio ambiente).

Os autores Correa e Cardoso Junior (2007) trabalham o erro humano sob o ponto de vista da aproximação pessoal e da aproximação do sistema. Este conceito baseia-se nos estudos de Reason (2000). Na aproximação pessoal o foco está nos atos inseguros (erros e violações de procedimentos) que podem ser decorrentes de esquecimentos, falta de atenção, questões de motivação, negligência, imprudência, e outros. No ponto de vista da aproximação do sistema o autor considera-se que as pessoas falham e os erros são esperados e a atuação é centrada nas condições em que as pessoas trabalham. Busca-se entender como e porque as defesas falharam ao invés de cometer falhas. O autor cita que o modelo do “Queijo Suíço” proposto por Reason (1990) que tem como foco defesas, barreiras e salvaguardas onde os buracos nas diferentes camadas podem provocar um evento não desejado. Os buracos na defesa podem ocorrer devido a falhas ativas ou condições latentes.

A pesquisa de Correa e Cardoso Junior (2007) aborda a classificação de erros humanos de Shappell e Wiegmann (2000). Os autores dividem em erros (são as atividades mentais ou físicas dos indivíduos que falham em alcançar o objetivo pretendido) e violações (desobediência de regras, procedimentos e normas). Os erros são classificados em três categorias: habilidade (de forma inconsciente, são comuns falhas de atenção, memória ou de técnica); decisão (comportamento intencional associado a procedimento, escolha pobre ou erros de resolução de problemas); e percepção (o que é percebido pela pessoa difere da realidade). As violações são divididas em: de rotina (habituais e toleradas pela supervisão) e excepcionais (isoladas, não toleradas e que não representam padrão de comportamento).

Correa e Cardoso Junior (2007) abordam como fatores organizacionais que influenciam os acidentes o gerenciamento de recursos (humanos, financeiros e materiais), clima organizacional (valores, atitudes, crenças e costumes de uma organização) e processo organizacional (decisões corporativas e regras que ditam o dia-a-dia da organização).

Villas Bôas (2014) em sua pesquisa fala sobre a importância de se entender o erro humano como um sintoma e não a causa de um problema. O desempenho eficiente de uma equipe em atividades complexas depende de trabalharem de forma organizada, as tarefas serem realizadas no prazo e as ações e interações serem conhecidas e compreendidas por todos. Um fator que pode influenciar positivamente a segurança das organizações é a cultura organizacional na estruturação de fatores humanos.

Sobreda e Soviero (2013) fazem uma análise e classificação de erros humanos baseada em resultados de análises de acidentes aeronáuticos. Abordam sobre a ferramenta SERA (*Systematic Error and Risk Analysis*) originalmente desenvolvida para análise e classificação de fatores humanos (HFACS – *Human Factors Analysis and Classification System*). É abordado a classificação de atos inseguros em quatro níveis: falhas ativas; pré-condições (condições pessoais, de trabalho ou das tarefas); falhas de comando, controle e supervisão (objetivos estratégicos, a comunicação e a correção de erros de feedback); e as influências organizacionais (recursos, o clima, procedimentos, regras e regulamentos).

Fajer et al. (2011) em sua pesquisa realizou uma análise de acidentes em aeronaves da

aviação entre 2000 e 2005. Com base nesta análise foram classificadas as causas de acidentes em quatro categorias: Atos inseguros (violações excepcionais, violações de rotina, erros de percepção, erros de habilidade e erros de decisão); Condições prévias de atos inseguros (prontidão pessoal, gestão da tripulação, limitações físicas e mentais, estados fisiológicos e mentais adversos, ambiente físico e tecnológico); Supervisão insegura (violações de fiscalização, falha em corrigir problemas, planejamento inadequado e supervisão inadequada); e Influências organizacionais (gestão de recursos, processo operacional e clima organizacional). O estudo demonstrou que os atos inseguros e a supervisão inadequada correspondem a mais de 68% dos fatores contribuintes dos acidentes que foram analisados.

O tema confiabilidade humana é abordado por Oliveira e Sellitto (2010). Os autores abordam os métodos de primeira geração (análise das probabilidades de falhas) e os de segunda geração (consideram circunstâncias e ambiente da tarefa e admitem interdependência entre os eventos). Os autores abordam as etapas métodos de confiabilidade propostos por Swain e Guttman (1983) e Filgueiras (1996) representados na tabela 4.

TABELA 4 – Etapas Métodos de Confiabilidade Humana.

<b>Etapas do Método proposto por Swain e Guttman (1983)</b>	<b>Etapas do Método proposto por Filgueiras (1996)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Descrição de objetivos, funções do sistema e características situacionais e pessoais dos operadores;</li> <li>– Descrição e análise das tarefas para identificação de situações passíveis de erro;</li> <li>– Estimativa das probabilidades para cada tipo de erro;</li> <li>– Determinação das consequências dos erros e probabilidades de se transformarem em disfunções;</li> <li>– Proposição de modificações para aumento a confiabilidade do sistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Análise das tarefas humanas, compreendendo o contexto físico, psicológico e organizacional;</li> <li>– Análise do erro humano, identificando situações de erro, consequências e possibilidade de recuperação;</li> <li>– Quantificação dos erros, estimando a probabilidade, com base em dados históricos, e severidade de efeitos, por meio de julgamento de especialistas</li> <li>– Propostas para evitar os erros mais críticos.</li> </ul>

Fonte: Elaborado com base na pesquisa de Oliveira e Sellitto (2010)

Menêzes e Droguett (2007) apresentam uma análise da confiabilidade humana em atividades de manutenção de linhas de transmissão. O conceito de confiabilidade humana e os modelos de análise de confiabilidade humana (ACH) de primeira e segunda geração são abordados pelos autores. Na tabela 5 estão apresentados os métodos de confiabilidade humana abordados pelos autores e suas principais características.

TABELA 5 – Principais Métodos Confiabilidade Humana

<b>Modelos Primeira Geração</b>	<b>Modelos Segunda Geração</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– CM (<i>Confusion Matrix</i>)</li> <li>– OAT (<i>Operation Action Tree</i>)</li> <li>– STAHR (<i>Socio Technical Assessment of Human Reliability</i>)</li> <li>– THERP (<i>Technique of Human Error Rate Prediction</i>)</li> <li>– <i>Expert estimation</i></li> <li>– SLIM/MAUD (<i>Success Likelihood Index Method/ Mult-Attribute Utility Decomposition</i>)</li> <li>– HCR (<i>Human Cognitive Reliability</i>)</li> <li>– MAPPS (<i>Maintenance Personnel Performance Simulation</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– CES (<i>Cognitive Environment Simulator</i>)</li> <li>– INTENT (<i>Intention Event Tree System</i>)</li> <li>– COGENT (<i>Cognitive Event Tree System</i>)</li> <li>– EPRI <i>Project on Methods for Addressing Human in Safety Analysis</i></li> <li>– HITLINE (<i>Human Interaction Timeline</i>)</li> <li>– ATHEANA (<i>A Technique for Human Error Analysis</i>)</li> <li>– CREAM (<i>Cognitive Reliability and Error Analysis Method</i>)</li> </ul>

Fonte: Elaborado com base na pesquisa de Menêzes e Droguett (2007)

A maioria dos métodos de ACH, de acordo com Menêzes e Droguett (2007), considera os fatores de desempenho humano que afetam a confiabilidade humana, auxiliam na determinação da probabilidade de erro humano, no entanto, as relações de dependência entre os fatores não são consideradas em virtude da dificuldade de utilização das árvores de eventos e de falhas. O método de redes Bayesianas tema central da pesquisa destes autores busca demonstrar que é possível contabilizar os efeitos e modelar as ações dos trabalhadores considerando a interação entre eles. As expectativas em relação ao método estão associadas a identificação dos erros e estimativa de probabilidades, estruturas gráficas que representam as relações causa e efeito entre as variáveis, representação da dinâmica das interações através da montagem de cenários, aplicação em diferentes contextos e possibilidade de atualizar o sistema realizando inferências subjetivas e empíricas.

## 5. Considerações Finais

O objetivo deste artigo foi analisar a literatura sobre Confiabilidade Humana. Foram abordados 13 artigos de pesquisas disponíveis no portal de periódicos CAPES. A partir desta revisão foi possível identificar que os estudos sobre este tema tem crescido nos últimos anos, no entanto, ainda existe necessidade de aprofundamento das pesquisas sobre o tema tendo em vista a complexidade que envolve os fatores afetam o comportamento humano na execução das atividades. Conhecer estes fatores e atuar preventivamente para evitar os erros/falhas humanas é fundamental para prevenção de acidentes que possam trazer danos as pessoas, instalações e ao meio ambiente.

As pesquisas analisadas abordam várias formas de classificação dos erros/falhas, assim como das categorias de fatores que afetam o desempenho das pessoas durante a execução de suas atividades. Os estudos e metodologias com foco na análise da confiabilidade humana possuem como limitação o fato de não considerarem os efeitos da interação dos diferentes fatores que afetam o desempenho.

Modelos baseados na combinação de diferentes metodologias tem sido estudados, porém ainda é necessário aprofundar nestes estudos. Por meio das pesquisas analisadas foi possível identificar que a maioria dos estudos relacionados a confiabilidade humana são de autores estrangeiros.

## Referências

BABER, Christopher; STANTON, Neville A. *Human error identification techniques applied to public technology: predictions compared with observed use*. Applied Ergonomics, v. 27, n. 2, p. 119-131, 1996.

BORGES, Fabio; MENEGON, Nilton. *Fator humano: confiabilidade às instabilidades do sistema de produção*. Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas, 2009, Vol.4, p.37

CORREA, Cármen Regina Pereira; CARDOSO JUNIOR, Moacyr Machado. *Análise e classificação dos fatores humanos nos acidentes industriais*. Produção, 01 Abril 2007, Vol.17, pp.186-198

COLICCHIA, Claudia; STROZZI, Fernanda. *Supply chain risk management: a new methodology for a systematic literature review*. Supply Chain Management: An International Journal, v. 17, n. 4, p. 403-418, 2012.

DOUGHERTY & FRAGOLA. *Análise de Confiabilidade Humana: Um método de*

Engenharia de Sistemas e sua aplicação em Plantas Nucleares, 2005.

ESPINOSA, Luisa et al. *Estudio de la confiabilidad humana en el mantenimiento aeronáutico*. Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia, 2012, Vol.35, pp.270-278

FAJER, Marcia et al. *Fatores contribuintes aos acidentes aeronáuticos*. Revista de Saúde Pública, 01 Abril 2011, Vol.45, pp.432-435

FILGUEIRAS, L. *APIS: Método para Análise e Projeto de Interfaces Homem-Computador visando a confiabilidade humana*. 1996. 259 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 1996.

KANTOWITZ, B. H.; SORKIN, R.D. *Human Factors: understanding people system relationship*. New York: Wiley, 1983. 699p.

KIRWAN, B. *A Guide to Practical Human Reliability Assessment*. London: Taylor and Francis. 1994.

KIRWAN, Barry. *Human error identification in human reliability assessment*. Applied ergonomics, v. 23, n. 5, p. 299-318, 1998.

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.

MENEZES, Regilda Da Costa Silva; DROGUETT, Enrique López. *Análise da confiabilidade humana via redes Bayesianas: uma aplicação à manutenção de linhas de transmissão*. Produção, 01 Abril 2007, Vol.17, pp.162-185

MORÉ, Jesús Domech. *Análisis de la confiabilidad humana em uma refinaria de petróleo*. Cuadernos del CIMBAGE, 01 Janeiro 2010, pp.71-84

MORÉ, Jesús Domech; COSENZA, Harvey José Santos Ribeiro. *Avaliação de competências e seleção de pessoal qualificado em atividades específicas – aplicação de um modelo baseado na lógica fuzzy*. Cadernos do IME: Série Estatística, 01 August 2014, Vol.23

NORMAN, D. *Design Rules Based on Analyses of Human Error*. ACM Transactions on Mathematical Software, v. 26, n. 4, p. 254-258, 1983.

NUREG 0711, Rev. 2, U. S. Nuclear Regulatory Commission. (2004). *Human Factors Engineering Program Review Model*.

OLIVEIRA, Aline Fernanda; SELITTO, Miguel Afonso. *Análise qualitativa de aspectos influentes em situações de risco observadas no gerador de vapor de uma planta petroquímica*. Produção, 01 December 2010, Vol.20(4).

RASMUSSEN, J. *Skills, Rules, and Knowledge; Signals, Signs, and Symbols, and other distinctions in human performance models*. IEEE: Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, v. 13, n. 3, p. 257-266, 1983.

REASON, James. *Human error*. Cambridge University Press, 1990.

REASON, J.T. *Reducing the risk of organizational accident in complex systems*. Paper presented to the Colloquium on Human Reliability in Complex Systems, Nancy. 1991.

REASON, J. *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Burlington: Ashgate Publishing, 1997. 252 p.

REASON, J. *Human error: models and management*. BMJ, 320, p. 768-770, 2000.

SAURIN, et. al. *Método para classificação de tipos de erros humanos: estudo de caso em acidentes em canteiros de obras*. Produção, 01 April 2012, Vol.22(2), pp.259-269

SHAPELL, S.; WIEGMANN, D. *The Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)*. Federal Aviation Administration, Office of Aviation Medicine Report N° DOT/FAA/AM-00/7. Office of Aviation Medicine. Washington, DC, 2000.

SOBREDA, Simone Figueira; SOVIERO, Paulo Afonso de Oliveira. *Loss of control on the ground: an analysis by SERA software*. Aviation in Focus, 01 Janeiro 2013, Vol.4, pp.69-86

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

THEOBALD, Roberto; LIMA, Gilson Brito Alves. *A excelência em gestão de SMS: uma abordagem orientada para os fatores humanos*. Sistemas & Gestão, 01 Maio 2009, Vol.2, pp.50-64

VILLAS BOAS, Paulo Cezar Rodrigues. *A relação entre instituições, fatores humanos e segurança operacional na aviação*. Aviation in Focus. 01 Janeiro, 2014, Vol.5, PP.68-77.

WICKENS, C. *Engineering Psychology and Human Performance*. New York: Harper Collins, 1992

ZAFFARI, Guilherme; BATTAIOLA, Andre Luiz. *Princípios para o design de jogos digitais com base em Erro Humano*. Revista Brasileira de Design da Informação, 2015, Vol.12, p.267