



FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC  
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU  
SISTEMAS COGNITIVOS E TECNOLOGIA INDUSTRIAL  
MODELAGEM COMPUTACIONAL E TECNOLOGIA INDUSTRIAL

ROBERTO NUNES DE ARAGÃO

**Impacto de um sistema de *e-learning* sobre a redução de  
acidentes de trabalho em uma empresa da indústria  
química: um estudo empírico.**

Salvador

2016

ROBERTO NUNES DE ARAGÃO

**Impacto de um sistema de *e-learning* sobre a redução de acidentes de trabalho em uma empresa da indústria química: um estudo empírico.**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da Faculdade Tecnologia SENAI CIMATEC como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial.

Orientador: Profa.Dra. Camila Sousa Pereira-Guizzo  
Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Soares Figueiredo

Salvador  
2016

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

A659i Aragão, Roberto Nunes de

Impacto de um sistema de e-learning sobre a redução de acidentes de trabalho em uma empresa da indústria química: um estudo empírico / Roberto Nunes de Aragão. – Salvador, 2016.

94 f. : il. .

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Camila Sousa Pereira-Guizzo.

Dissertação (Mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial) – Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, Salvador, 2016.

Inclui referências.

1. Acidentes de trabalho. 2. Educação corporativa. 3. E-learning. 4. Indústria química. I. Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC. II. Pereira-Guizzo, Camila Sousa. III. Título.

CDD: 658.4

## Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

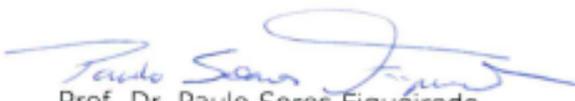
### Mestrado Acadêmico em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial

A Banca Examinadora, constituída pelos professores abaixo listados, aprova a Defesa de Mestrado, intitulada “**Impacto de um sistema de e-learning sobre a redução de acidentes de trabalho em uma empresa da indústria química: um estudo empírico**”, apresentada no dia 22 de dezembro de 2016, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial.

Orientadora:

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Camila de Sousa Pereira-Guizzo  
SENAI CIMATEC

Coorientador:

  
Prof. Dr. Paulo Soares Figueiredo  
UFBA

Membro Interno:

  
Prof. Dr. Valter de Senna  
SENAI CIMATEC

Membro Externo:

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria da Conceição Carvalho Dantas  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO - BA

Membro Externo:

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Alessandra Rachid  
UFSCar

Dedico este trabalho a minha  
família, amigos e professores.

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a todos aqueles que sempre confiaram em mim, desde sempre. À minha família e aos meus verdadeiros amigos.

“E aprendi que se depende sempre De tanta, muita, diferente gente  
Toda pessoa sempre é as marcas das lições diárias de outras tantas pessoas.  
É tão bonito quando a gente entende.  
Que a gente é tanta gente.  
Onde quer que a gente vá.  
É tão bonito quando a gente sente  
Que nunca está sozinho  
Por mais que pense estar...” (Caminhos do coração – Gonzaguinha.)

Aos meus pais, por me terem dado educação, valores e por me terem ensinado a andar. A meu pai que nunca deixou de me amar, nem de confiar em mim. À minha mãe, amor incondicional. Mãe, você que me gerou e me alfabetizou, ensinando-me a ler. A vocês que, muitas vezes, renunciaram aos seus sonhos para que eu pudesse realizar o meu, partilho a alegria deste momento. A todos os meus familiares, irmãos, primos, tios, sobrinhos. A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Camila de Sousa Pereira-Guizzo (SENAI-CIMATEC), minha orientadora e exemplo profissional, por não ter permitido que eu interrompesse o processo e pela confiança. Ao Prof. Dr. Paulo Figueiredo que mostrou o caminho do sucesso. Aos professores, funcionários e colegas do curso de Mestrado em Modelagem Computacional do Senai – Cimatec. Mais uma vez obrigado a todos, pelo estímulo, mesmo quando o cansaço parecia me abater e, principalmente, pela confiança e o carinho de sempre. Com vocês, queridos, divido a alegria desta experiência.

## RESUMO

A necessidade de capacitação do trabalhador e de melhoria do seu desempenho laboral tem despertado o interesse de pesquisas acerca da contribuição de variáveis contextuais sobre a confiabilidade humana no trabalho, principalmente nas indústrias químicas, que requerem profissionais preparados para complexas rotinas operacionais. Nesse cenário, surgem debates sobre os recursos tecnológicos que compõem os treinamentos nas organizações visando identificar sistemas cognitivos eficazes que possam facilitar o processo de aprendizagem e melhorar indicadores organizacionais. Este estudo tem como objetivo geral avaliar o impacto do sistema de treinamento na redução de acidentes de trabalho e no grau de severidade dessas ocorrências, antes e depois do período de implementação do *e-learning*. A partir de uma pesquisa *ex-post facto* em uma indústria química, localizada no Centro Industrial de Aratu - BA, realizou-se o levantamento de registros de acidentes dos últimos 14 anos (de 2001 a 2015). Os resultados apontaram 689 acidentes, ocorridos na empresa no período de 2001 a 2015. Depois da implementação de um sistema *e-learning* unificado para toda Organização, em 2008, e melhorias significativas nos conteúdos dos treinamentos, ocorreu uma redução de 32% no número total de acidentes em relação ao período anterior. Conclui-se que na empresa pesquisada houve indícios de que a metodologia de *e-learning* contribuiu para redução de acidentes de trabalho. Investimentos em sistemas de *e-learning*, voltados para alcançar as estratégias corporativas e metas de inovação e competitividade da organização, são importantes na indústria química.

**Palavras-Chaves:** *Acidentes de Trabalho; Educação Corporativa; e-learning; Indústria Química.*

## ABSTRACT

The need for worker training and your labor performance improvement has awakened the interest of research about the contribution of contextual variables on human reliability in work, mainly in the chemical industries, that requiring prepared professionals for complex operational routines. In this scenario, emerge debates about technological resources that make up the trainings in organizations in order to identify effective cognitive systems that can facilitate the learning process and improve organizational indicators. This study has as general aims to evaluate the impact of the training system in reducing accidents at work and on the degree of severity of these occurrences before and after the period of e-learning implementation. From an *ex-post facto* research in a chemical plant, located in the Industrial Center of Aratu-BA, the accidents survey of the last 14 records years (from 2001 to 2015). The results showed 689 accidents, in the company during the period from 2001 to 2015. After the implementation of an e-learning system unified for the whole organization, in 2008, and significant improvements in the contents of the training, there was a 32% reduction in the total number of accidents in relation to the previous period. It is concluded that in the company searched there was evidence that the e-learning methodology has contributed to the accidents reduction at work. Investments in e-learning systems, to achieve the corporate strategies and goals of innovation and competitiveness of the organization, are important in the chemical industry.

**Keywords:** *Work Accidents; Corporative Education; e-learning; Chemical Industry.*

**LISTA DE TABELAS**

	Assunto	Página
Tabela 1	Análise descritiva do registro de acidentes de trabalho, conforme o sexo.....	25
Tabela 2	Número de acidentes de trabalho registrados na Previdência Social, segundo faixa etária.....	26
Tabela 3	Número de acidentes de trabalho registrados na Previdência Social, segundo unidade da federação....	27
Tabela 4	Comparativo do total de acidentes do trabalho no Brasil e Estado da Bahia.....	29
Tabela 5	Quantidade de acidentes do trabalho, por situação do registro e motivo, segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), no Brasil .....	30
Tabela 6	Comparativo do total de acidentes do trabalho no Brasil, por região do corpo afetada.....	31
Tabela 7	Análise estatística conforme o grau de severidade dos acidentes.....	76

## LISTA DE QUADROS

	Assunto	Página
Quadro 1	Vantagens do <i>e-learning</i> .....	52
Quadro 2	Desvantagens do <i>e-learning</i> .....	53
Quadro 3	Grade de treinamentos online, realizado no sistema de <i>e-learning</i> .....	57
Quadro 4	Grade de treinamentos presenciais, gerenciados pelo sistema de <i>e-learning</i> .....	61

## LISTA DE FIGURAS

	Assunto	Página
Figura 1	Etapas no desenvolvimento e investigação de um acidente organizacional.....	23
Figura 2	Anatomia de um acidente.....	32
Figura 3	Os subsistemas de processo primário subjacentes em segurança organizacional.....	35
Figura 4	Erro Humano.....	36
Figura 5	Processos x TFGs, e seu impacto nas situações que levam a erros - Classificação de Reason.....	38
Figura 6	Sistema de Treinamento.....	46
Figura 7	Modelo de uso do <i>e-learning</i> em educação.....	48
Figura 8	Contribuições do <i>e-learning</i> corporativo nas estratégias empresarial.....	50
Figura 9	Diagrama de Caso de Uso: <i>e-learning</i> .....	66
Figura 10	Fluxograma da Avaliação de necessidade de treinamento.....	71
Figura 11	Fluxograma do sistema <i>e-learning</i> atual.....	72

## LISTA DE GRÁFICOS

	Assunto	Página
Gráfico 1	Razão entre o número de acidentes de trabalho pesquisados pela PNS e os registrados no INSS por unidade da federação.....	28
Gráfico 2	Número de ocorrências de acidentes por ano (2001 a 2015) .....	75
Gráfico 3	Número de ocorrências conforme classificação de Reason (1997 / 2011) .....	78
Gráfico 4	Número de acidentes por falha de treinamento .....	79
Gráfico 5	Acidentes de baixa e média severidade com tipo de falha geral – Treinamento .....	80
Gráfico 6	Acidentes de alta severidade com tipo de falha geral – Treinamento .....	81

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Sigla	Significado
AEAT	Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho
AEPS	Anuário Estatístico da Previdência Social
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
ANT	Análise das Necessidades de Treinamento
CAT	Comunicação de Acidente de Trabalho
CID	Classificação Internacional de Doenças
CLT	Consolidação das leis do Trabalho
CNAE	Classificação Nacional de Atividades econômicas
GRI	<i>Global Reporting Incident</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
LMS	<i>Learning Management System</i>
MCTI	Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial
MPS	Ministério da Previdência Social
NR	Norma Regulamentadora
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra Domiciliar
PNS	Pesquisa Nacional de Saúde
SAT	Seguro de Acidente do Trabalho
SCORM	Sharable Content Object Reference Model
SGSST	Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho
TFGs	Tipos de Falha Geral
TMG	<i>Training Grid Matrix</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
WEB	WWW ( <i>World Wide Web</i> )

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
1.1	Importância da pesquisa.....	16
1.2	Definição do problema.....	18
1.3	Objetivo da pesquisa.....	19
1.4	Organização da Dissertação de mestrado.....	20
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	21
2.1	A Importância da Segurança do Trabalho na Prevenção de Acidentes.....	21
2.2	O Papel do Treinamento para a prevenção de acidentes.....	39
2.3	Compreendendo o <i>e-learning</i> e seu uso na Educação Corporativa.....	43
2.3.1	Vantagens e Desvantagens do uso da tecnologia <i>e-learning</i> .....	51
<b>3</b>	<b>MÉTODO</b> .....	55
3.1	Espaço Empírico.....	55
3.1.2	Breve Caracterização do Sistema de <i>e-learning</i> usado na empresa.....	55
3.2	Procedimento para Análise do Sistema de <i>e-learning</i> .....	62
3.3	Procedimento para coleta e análise dos dados sobre os acidentes.....	63
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	66
4.1	Representação do Sistema de <i>e-learning</i> na linguagem UML ....	66
4.2	Representação do Sistema de <i>e-learning</i> utilizando o fluxograma ANSI.....	70
4.3	Análise Descritiva dos Índices de Acidentes.....	74
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	83
5.1	Limitações e Sugestões para Futuras Pesquisas.....	84
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	86

# 1 INTRODUÇÃO

O *e-learning*, aprendizado que ocorre com o uso do ambiente eletrônico online, tem sido amplamente utilizado nas empresas, principalmente nas indústrias do setor químico e petroquímico devido à complexidade dos seus processos e do aumento nas demandas por treinamento e capacitação dos seus empregados em curto espaço de tempo e com baixos custos. Apesar de suas potencialidades, apenas investir nas ferramentas que complementam o processo de capacitação e treinamento não é suficiente para agregar valor às empresas, pois somente a efetiva utilização destes sistemas poderá apresentar tal resultado. Em outras palavras, é fundamental que os empregados e empresas estejam dispostos a utilizarem todas as ferramentas que lhe são oferecidas, para que os benefícios possam de fato ser alcançados.

Diversos pesquisadores, dispostos a encontrar condições nas quais essas tecnologias possam ser usadas para fins de capacitação, empreendem esforços na busca pela compreensão e avaliação dos fatores determinantes para a aceitação desses novos sistemas de gerenciamento da aprendizagem. Além disso, destaca-se a importância de encontrar a melhor forma de promover um ambiente de aprendizagem dentro da organização mais dinâmico e alinhado com os objetivos e metas de crescimento da empresa.

Na atualidade, garantir a integridade e saúde dos trabalhadores é na maioria dos casos, uma meta organizacional, pois no contexto empresarial é visto como um indicador de competitividade, desempenho, e como um dos elementos que compõem a responsabilidade social do negócio e que podem ser gerenciados em prol de toda a organização.

Nesse sentido, desperta o interesse de entender como esses sistemas de *e-learning* promovem essas melhorias dentro da organização. Especificamente, quais são os benefícios do uso de sistemas de *e-learning* na redução de acidentes de trabalho, relacionados a falhas no processo de treinamento.

A base teórica foi o modelo conceitual de Reason (1997), que descreve as interrelações existentes entre os diferentes processos da empresa e a necessidade de buscar ferramentas de treinamento eficazes que minimizem as causas dos

acidentes e conseqüentemente promova o ambiente de trabalho seguro que tanto se deseja.

### **1.1 Importância da pesquisa**

Processos químicos são inerentemente propensos ao risco. O risco é aumentado monotonicamente devido ao aumento na concentração de indústrias com fabricação de produtos perigosos e maiores densidades populacionais em torno de áreas industriais, como exemplos do crescimento da população em torno do Complexo Petroquímico de Camaçari na Bahia e da região industrial do ABC em São Paulo.

O acidente nas empresas da indústria química pode ocasionar a interrupção do fluxo de trabalho, perdas de produção, danos ao equipamento e ferimentos ou mortes dos empregados. Um acidente também pode ocasionar para a empresa envolvida, grandes repercussões econômicas que resultam em perda de produção e reputação perante toda sociedade.

Diversas medidas de redução de acidentes foram tomadas, ao longo dos anos, nas empresas da indústria química. No entanto, continua crescente o número de acidentes de trabalho por ano (PARIYANI; SEIDER; OKTEM, 2010). Existe um número significativo de revisões de literatura que apontam como principal fonte de acidentes, a manipulação incorreta de unidades de processo pelos operadores. (Coleman, 1994; Antonovsky; Pollock; Straker, 2014; Kletz, 2010) mencionou que acidentes ocorrem e voltam a ocorrer por causa do uso ineficiente de informação e a falta de treinamento adequado. Como medida para atenuar as limitações da capacidade humana e, portanto, para reduzir os acidentes, a utilização de um sistema de treinamento mais eficiente baseado nas tecnologias de *e-learning* disponíveis, tem sido sugerido por (WOODS et al., 2010).

Dentro das inúmeras possibilidades de trazer para as organizações o potencial tecnológico, disponível em prol do aprendizado corporativo, ainda depara-se com empresas que resistem em abandonar a maneira mecânica de organizar seus próprios recursos e capacidades. Esta resistência cultural, em muitos casos, é fruto da visão mecanicista presente em muitas organizações que consideram gestão como uma forma de poder e controle, esquecendo que conhecimento, recursos

humanos e aprendizagem contínua são características chaves para conquistar uma posição de destaque no atual cenário competitivo global.

Outro ponto importante é a falta de sistemas de gestão eficazes e adequados às características e necessidades de aprendizagem na organização dificultando esse processo. Büttenbender (2008) afirma que a acumulação de novas competências humanas e tecnológicas resulta da capacidade de adquirir e incorporar novos conhecimentos. Os processos de aprendizagem caracterizam-se pela variedade, intensidade, funcionamento e interação dos mesmos na aquisição interna e externa de novos conhecimentos, integrando as estratégias diferenciadoras das organizações (BUSS; BÜTTENBENDER; THESING, 2015). Nota-se a necessidade de desenhar um sistema capaz de atender a todas as necessidades dos clientes internos de forma simples, direta e motivadora, propiciando, ao usuário, recursos de interatividade, acessibilidade e mobilidade suficientes para atender as demandas corporativas. Wick e Leon (1997) comentam que, no atual mundo dos negócios, o foco do aprendizado está se deslocando do ensino em sala de aula para o aprendizado no próprio local de trabalho e, este é um dos aspectos que tem se mostrado mais atraentes para a iniciativa privada.

A discussão sobre o uso de sistemas de aprendizagem online na construção de competências do trabalhador nas empresas da indústria química, via educação corporativa, tem-se estendido a diversos temas associados às questões voltadas para a efetividade destes sistemas e sua contribuição na melhoria dos indicadores de desempenho da empresa, bem como na redução dos índices de acidentes. O *e-learning* corporativo surgiu com a finalidade de melhorar a forma de como se entrega conhecimento nas organizações e conseqüentemente, melhoras significativas nos resultados, principalmente relacionados a competitividade e segurança. Tachizawa e Andrade (2003) afirmam que o *e-learning* corporativo, possibilita o acesso ao treinamento a um grande número de funcionários, rompe fronteiras geográficas, respeitando o ritmo de aprendizado dos treinados e reduzindo custos, aumentando a competitividade da empresa.

Em seu artigo, Chang (2016) cita que um elevado nível de discussão sobre *e-learning* propõe o uso da aprendizagem interativa como um método recomendado para a formação de pessoal na indústria e na academia. O *e-learning* é voltado para aprendizagem interativa e tem como objetivo, estimular o processo de aprendizagem e aumentar o interesse dos alunos. Na Universidade de Cambridge, Universidade de

Greenwich e na IBM foram relatados exemplos bem sucedidos de uso da aprendizagem interativa que apresentaram resultados positivos. No Brasil temos exemplos de grandes empresas que utilizam sistemas de *e-learning* para o treinamento de seus funcionários e justificam os investimentos com os resultados alcançados, como exemplo tem-se a Embratel, com programas de trainees e *Master in Business Administration* (MBA) em gestão empreendedora; e a Motorola, com centro de treinamento de infra-estrutura celular da divisão de telecomunicação (GTSS) da empresa, oferecendo cursos técnicos a distância para funcionários, clientes, fornecedores e parceiros (ELEARNINGBRASIL, 2016).

Desta forma, a pesquisa se justifica por permitir identificar indícios da importância da implementação de um sistema de *e-learning* capaz de gerenciar eficazmente os treinamentos necessários em uma empresa do setor da indústria química, promovendo a distribuição do conhecimento atualizado e simultaneamente para todos os setores da organização.

## **1.2 Definições do problema**

Na década de 70, existia uma tendência de considerar como vantagem competitiva as características produtivas da indústria como, por exemplo, sua capacidade de produzir, com qualidade e em curto espaço de tempo. Silva e Laplane (1994) afirmam que a dinâmica industrial dos países desenvolvidos, desde final da década de 70, é uma dinâmica schumpeteriana, abrangendo mudanças tecnológicas, organizacionais, institucionais e de estrutura de mercados, com fortes investimentos em inovação.

Na década de 1990, com o surgimento da globalização dos mercados, juntamente com o crescente surgimento de novas tecnologias, percebe-se um significativo avanço na valorização da aprendizagem e competências dos recursos humanos com potencial competitivo a ser explorado e utilizado como valor agregado e competitivo para o sucesso da Companhia. Lastres e Cassiolato (1995) apontam que a crescente competição internacional tem levado as empresas a centrar suas estratégias no desenvolvimento de capacidade inovativa. As capacitações das empresas em termos de produção e uso do conhecimento, têm cada vez mais um papel central, na sua competitividade.

Nesse cenário, surgem debates acerca dos treinamentos nas organizações, relacionados a questões metodológicas e práticas visando identificar sistemas cognitivos eficazes que possam facilitar o processo de aprendizagem, principalmente nas indústrias químicas, que requerem profissionais preparados para complexas rotinas operacionais. Maraschin e Axt (2005) referem-se ao acoplamento da cognição-tecnologia, no qual se definem e redefinem as possibilidades cognitivas individuais, sócio-institucionais e técnico-culturais. É nesse espaço de agenciamentos que são conservadas ou geradas modalidades de conhecer, formas de pensar, tecnologias e modos institucionais de conhecimento.

Nesta pesquisa, pretende-se apresentar os resultados encontrados no desenvolvimento de uma pesquisa do tipo *ex-post facto*, realizada após a ocorrência de variações na variável dependente (acidentes de trabalho) e desta forma buscar resposta para a pergunta: Qual o impacto do *e-learning* corporativo, implementado a partir de 2008, sobre a redução de acidentes em uma empresa da indústria química?

A hipótese central do estudo é: O sistema de treinamento através do *e-learning* corporativo é efetivo na redução de acidentes em uma empresa da indústria química. Antes de 2008, este treinamento era controlado por uma planilha eletrônica denominada *Training Grid Matrix* (TMG). O sistema não era automatizado, não contemplava currículos globais e não considerava o perfil profissional pré-determinado do funcionário.

### 1.3 Objetivo da pesquisa

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar o impacto do sistema de treinamento na redução de acidentes de trabalho e no grau de severidade dessas ocorrências, antes e depois do período de implementação do *e-learning*.

Os objetivos específicos são:

1. Analisar os atores do processo do *e-learning* por meio da linguagem *UML*, visando identificar a forma gráfica e as inter-relações existentes.
2. Classificar as ocorrências de acidentes de trabalho conforme grau de severidade (baixa, média e alta), no período de 2001 a 2015;
3. Classificar os tipos de falhas utilizando o modelo conceitual de Reason (1997/2011), por meio de consulta a bancos de dados da empresa (*GRI-Global Reporting Incident*), ao longo do período 2001 a 2015;

4. Identificar dados anuais de acidentes causados por falha de treinamento no período de 2001 a 2015.
5. Analisar a contribuição do *e-learning* na redução de acidentes por falhas de treinamento.

#### **1.4 Organização da dissertação de mestrado**

Esta pesquisa está estruturada em cinco capítulos.

No primeiro capítulo, *Introdução*, aborda-se o contexto da utilização de sistemas de *e-learning* na indústria química e o seu impacto na modernização dos recursos de treinamento e consequente redução do índice de acidentes e melhorias no desempenho profissional dos trabalhadores, o problema de pesquisa, os objetivos, a justificativa e a relevância da pesquisa.

O segundo capítulo *Revisão de Literatura* aborda a importância da segurança do trabalho na prevenção de acidentes, o conceito de acidente do trabalho, o papel do treinamento para prevenção de acidentes, a educação e treinamento na indústria, trazendo também o conceito de *e-learning* e seu uso na educação corporativa.

O terceiro capítulo *Método* apresenta a metodologia da pesquisa utilizada no levantamento dos dados através da caracterização da empresa em estudo e das seguintes etapas metodológicas: pesquisa de dados, caracterização do sistema de *e-learning* utilizado na empresa, construção dos fluxogramas dos sistemas de treinamento antes e depois de 2008, construção do diagrama de UML, seleção dos dados conforme a classificação de Reason (1997), tratamento estatístico dos dados e discussão dos resultados encontrados.

No quarto capítulo *Resultados e Discussão*, há a análise dos dados e discussão dos dados obtidos com a pesquisa proposta.

Por fim, no capítulo cinco, *Considerações finais*, são apresentadas as conclusões, as recomendações para pesquisas futuras, as limitações desta pesquisa e as considerações finais.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Para discorrer sobre o tema, a fundamentação teórica deste artigo está dividida em três tópicos: (1) A importância da segurança do trabalho na prevenção de acidentes; (2) o papel do treinamento para a prevenção de acidentes; (3) compreendendo o *e-learning* e seu uso na educação corporativa.

### 2.1 A Importância da Segurança do Trabalho na Prevenção de Acidentes

Conforme o Ministério do Trabalho e Previdência Social as Normas Regulamentadoras (NR), relativas à segurança e saúde do trabalho devem ser cumpridas obrigatoriamente por todas as empresas que possuem empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Atualmente, existem 36 normas regulamentadoras no Brasil. A NR voltada para a segurança do trabalho comenta a importância dessa área na investigação das possíveis causas dos acidentes e incidentes originados durante a atividade laboral do trabalhador. A segurança do trabalho tem como principal objetivo a prevenção de acidentes, doenças ocupacionais e outras formas de agravos à saúde do profissional. A sua finalidade é alcançada quando consegue proporcionar a ambos, empregado e empregador, um ambiente agradável, seguro e livre de eventos que possam trazer um dano material a empresa ou danos à saúde do trabalhador (BRASIL, 2016).

Ferreira, Fortuna e Tachizawa (2006) definem segurança do trabalho como um conjunto de medidas que buscam à prevenção de acidentes, fundamentadas em normas e procedimentos que têm como principal objetivo; garantir a integridade física e mental do trabalhador, procurando protegê-lo dos potenciais riscos à saúde, relacionados a sua prática laboral no seu ambiente de trabalho.

Para Correa e Cardoso (2007), a segurança no trabalho tende a promover e manter um elevado grau de bem-estar físico, mental e social dos trabalhadores em suas atividades e a impedir os danos causados pelas condições de trabalho, protegendo-o contra os riscos prejudiciais à saúde. A segurança no trabalho direciona para um conjunto de medidas, voltadas para o gerenciamento de riscos associados ao local de trabalho e aos processos produtivos na indústria química, objetivando eliminar os acidentes de trabalho. Neste sentido, surge a prevenção

como um conjunto de todas as ações que visam evitar os erros ou a ocorrência de defeitos, englobando a própria organização do trabalho e as relações sociais na empresa (MELO, 2001). As três ações fundamentais que sustentam as práticas de prevenção são o planejamento prévio das operações, a elaboração de procedimentos corretos e os programas de formação profissional que atualmente utilizam os sistemas de treinamento online, objeto de estudo desta pesquisa, e que serve para ampliar e garantir uma aprendizagem mais interativa, eficaz e homogênea dentro da organização (FREITAS, 2003), pilar fundamental nas ações corporativas de redução dos acidentes de trabalho e suas consequências danosas para toda empresa.

O acidente de trabalho é um termo fundamental na segurança do trabalho, visto que um dos principais objetivos do Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (SGSST) é a eliminação ou redução desses acidentes. Normalmente nas análises de acidentes do trabalho, atribui-se a culpa às próprias vítimas e nega-se a existência de erros ou lacunas nos sistemas de gestão que dão origem a esses eventos. Nos últimos anos, surgem opiniões que questionam esse resultado e enfatizam a ocorrência de acidentes como sinais da existência de problemas sistêmicos, que precisam ser ouvidos e adequadamente interpretados pelos SGSST da organização. A expressão acidente organizacional foi usada inicialmente por Reason (1997), e contradizia à ideia de que o acidente de trabalho ocorre de forma individual. Segundo ele, os acontecimentos relativos ao acidente, ou seja, suas causas e consequências, podem ser considerados como restrito ao indivíduo que realiza a atividade e que sofre o acidente e a lesão. Acidentes organizacionais são “eventos comparativamente raros, mas frequentemente catastróficos, que ocorrem dentro de uma tecnologia moderna complexa tais como plantas nucleares, aviação comercial, indústria petroquímica, plantas de processos químicos, transporte ferroviário e marítimo...” (REASON, 1997, p.1). Para melhor entender como se processa um acidente organizacional, Reason (1997/2011), desenvolveu um modelo, representado na Figura 1, que busca conectar os vários elementos que contribuem, dentro de uma sequência coerente, nas etapas de causas e investigação de um acidente.

**Figura 1:** Etapas no desenvolvimento e investigação de um acidente organizacional



Fonte: Adaptado de Reason (1997 / 2011)

Na Figura 1, o bloco retangular na parte superior representa os principais elementos de um evento, enquanto a forma triangular, abaixo, representa o sistema que produz o evento. Este sistema é representado por três níveis: a pessoa (atos inseguros), o local de trabalho (condição provocada por erro), e a organização. As setas pretas para cima, indicam a direção da casualidade e as setas brancas para baixo, indicam as etapas do processo investigativo, que tem a finalidade de encontrar as causas do acidente. A condição latente, diz que um acidente é um ato não intencional, inesperado e inevitável, resultante da interação do indivíduo, o agente, e os fatores ambientais (HEINRICH,1980).

Brauer (1994), define acidente como um evento simples ou a sequência de múltiplos eventos indesejados e não-planejados, que são causados por atos inseguros, condições inseguras, ou ambos, e que podem resultar em efeitos indesejáveis (imediatos ou retardados). Em tal definição, “atos inseguros” e “condições inseguras” operam como as duas causas fundamentais dos acidentes.

Os atos inseguros são definidos de acordo com Correa e Cardoso (2007), como causas de acidentes de trabalho que residem exclusivamente no fator humano, isto é, aqueles que decorrem da execução de tarefas de forma contrária às normas de segurança da empresa. Para Oliveira (2007) condição insegura é a

condição física ou mecânica existente no local, na máquina, no equipamento ou na instalação (que poderia ter sido protegida ou corrigida) e que leva à ocorrência do acidente. Trata-se das condições do ambiente de trabalho que oferecem perigo ou risco ao trabalhador, como, por exemplo, máquinas e equipamentos sem manutenção preventiva, iluminação inadequada, irregularidades técnicas, carência de dispositivo de segurança, desorganização outros. Outros aspectos que devem ser contemplados na definição de condições inseguras são fatores de ordem psicossocial e organizacional, como, por exemplo, ambientes estressantes nos quais o alto nível de pressão por resultados ou a sobrecarga de trabalho podem induzir o trabalhador à negligência com as normas de segurança (OLIVEIRA, 2007). Além disso, a falta de adequação ergonômica do ambiente de trabalho, também pode ser considerada como “condição insegura” de trabalho, nesse sentido, a falta de uma ergonomia adequada na execução de uma tarefa, pode provocar acidentes ou prejuízos irreparáveis a saúde do trabalhador.

As estatísticas oficiais, sobre acidentes de trabalho, no Brasil tomam como base a definição legal de acidente de trabalho. No Brasil, esta definição não é dada por documento oficial do Ministério do Trabalho, mas sim pela lei geral da Ministério da Previdência social (MPS), a lei 8213 de 1991, segundo a qual:

Acidente de trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço a empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VIII do artigo 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 (BRASIL,1991).

Admite-se que a informação existente sobre os acidentes ocorridos em todo território nacional é pouco confiável, seja no que concerne à quantidade ou no tocante aos aspectos qualitativos das estatísticas desses eventos. Diversas causas concorrem para que a subnotificação se perpetue. O sistema de informação da Previdência Social abrange os trabalhadores com vínculo sob a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), segurados do Seguro de Acidente do Trabalho (SAT). Neste sistema, há a premissa de que a empresa de vínculo deve fazer a notificação, mesmo que esta seja facultada a outros atores. Com efeito, a legislação permite que a comunicação de acidente de trabalho (CAT) seja feita pelo médico que atendeu o trabalhador ou pelo sindicato, mas o procedimento costumeiro observado no INSS é

que a CAT deve ser emitida em primeiro lugar pela empresa. Somando-se a um sistema pericial falho com baixa sensibilidade para captar as centenas de tipos de adoecimentos ocupacionais previstos em legislação, há uma enorme e persistente subnotificação de acidentes de trabalho (MAIA; SAITO; OLIVEIRA, 2013).

O IBGE realizou em setembro de 2013, junto a Pesquisa Nacional por Amostra Domiciliar (PNAD), o suplemento da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) em colaboração com o Ministério de Saúde, e em junho de 2015 apresentou novos resultados. Tendo em vista estes novos resultados do IBGE, na Tabela 1, mostraram-se os resultados do PNS comparando-os com os registros do AEPS - Anuário Estatístico da Previdência Social de 2013. São consideradas as diferenças entre as bases de dados, uma vez que a do IBGE, refere-se a uma declaração do trabalhador sobre um acidente ou doença que sofreu e a do AEPS refere-se somente aos acidentes e doenças que foram registrados no INSS em seu caráter ocupacional e tiveram concessão de benefício acidentário. A seguir na Tabela 1, apresenta-se os resultados da pesquisa da PNS e Previdência que mostra a incidência de acidentes do trabalho por sexo.

**Tabela 1** - Análise descritiva do registro de acidentes de trabalho, conforme o sexo.

	<b>PNS (1)</b>	<b>%</b>	<b>Previdência (2)</b>	<b>%</b>	<b>Razão (1/2)</b>
<b>Total de Acidentes</b>	4.984.000	100,00	717.911	100,00	6,94
<b>Masculino</b>	3.493.000	70,59	494.746	68,91	7,06
<b>Feminino</b>	1.455.000	29,41	223.152	31,08	6,52

Fonte: IBGE (2013), MPS (2013)

Nota: Distribuição de pessoas com 18 anos ou mais de idade estimadas na PNS que referiram ter sofrido acidente de trabalho nos últimos 12 meses e número de acidentes de trabalho registrados na Previdência Social, segundo sexo.

Razão significa dados registrados pelo PNS (1) divididos pelos dados registrados na Previdência (2).

A PNS apontou quase sete vezes mais pessoas (6,94) que referiram terem sofrido acidentes de trabalho do que os dados sobre acidentes registrados pela Previdência, o que significa em termos percentuais, 589% a mais de acidentes. Esses resultados alarmantes, justificam investimentos em segurança e treinamentos de capacitação do trabalhador na preservação de sua integridade física no ambiente

de trabalho. Sorokina (1997), em uma pesquisa realizada nas empresas da indústria metalúrgica, verificou que acidentes ocorriam porque a maior parte de produção de equipamentos não seguia as regras e padrões de prevenção de acidentes e segurança de trabalho. Em seu estudo, ele verificou a necessidade de treinamento, conhecimento das necessidades de segurança e capacitação dos trabalhadores para execução correta de procedimentos com potenciais de perigo, como forma de prevenir a ocorrência de acidentes nessas indústrias. Na tabela 2 a seguir, mostra-se a taxa de acidentes por faixa etária.

**Tabela 2** - Número de acidentes de trabalho registrados na Previdência Social, segundo faixa etária.

<b>Faixa Etária (anos)</b>	<b>Previdência</b>	<b>%</b>
<b>18 a 29</b>	248.689	34,64
<b>30 a 39</b>	220.061	30,65
<b>40 a 59</b>	234.579	32,68
<b>60 anos ou mais</b>	14.582	2,03
<b>Total de Acidentes</b>	<b>717.911</b>	<b>100</b>

Fonte: MPS (2013)

A Tabela 2 mostra claramente maior incidência de acidentes na faixa etária de 18 a 29 anos. A grande quantidade de acidentes que ocorrem com jovens pode ser explicada pela sua pouca experiência. Esse dado, retrata a necessidade de maiores investimentos em treinamento de segurança para os trabalhadores mais novos, pois estes, apresentam baixa experiência profissional, conseqüentemente, conhecimentos mais limitados nos processos de trabalho e na cultura da prevenção.

Conforme Laflamme (1997), existem dois fatores que explicam maior incidência de acidentes entre os jovens: físicos e técnicos. O ambiente de trabalho dos mais jovens é normalmente propenso a maiores riscos, e são caracterizados por serem postos com maior carga de trabalho e mais exaustivos. Em relação aos fatores técnicos, os trabalhadores mais jovens, devido a menor experiência, encontram situações que não são familiares e conseqüentemente estão sujeitos aos riscos inerentes da tarefa.

Na Tabela 3, mostra-se o resultado da distribuição dos acidentes de trabalho da Pesquisa Nacional de Saúde realizada pelo IBGE e os acidentes registrados na Previdência Social, segundo as Unidades da Federação (UF)

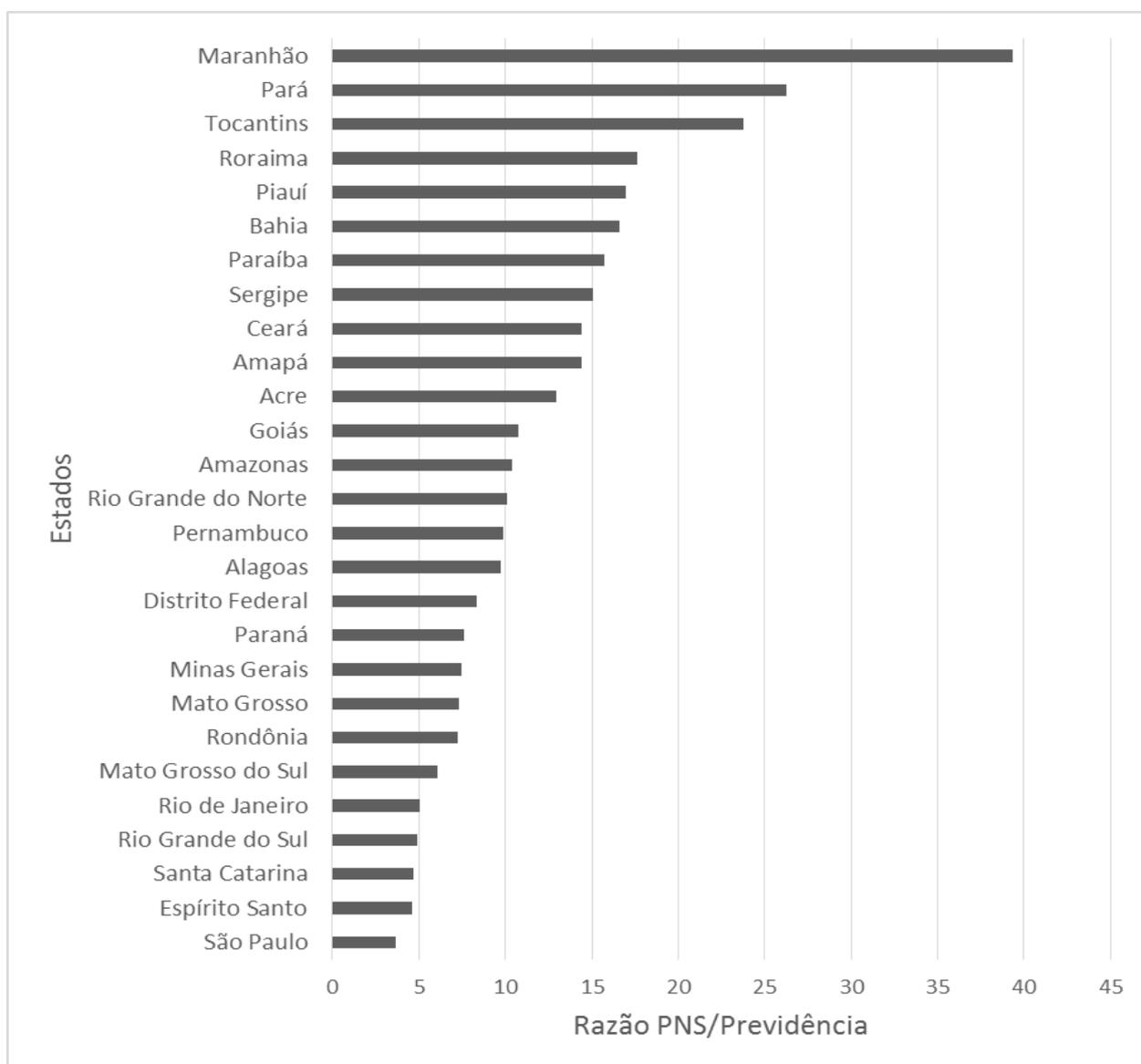
**Tabela 3** - Número de acidentes de trabalho registrados na Previdência Social, segundo unidade da federação.

<b>Unidade da Federação</b>	<b>PNS (1)</b>	<b>Previdência (2)</b>	<b>Razão (1/2)</b>
<b>Brasil</b>	<b>4.948.000</b>	<b>717.911</b>	<b>6,89</b>
<b>Rondônia</b>	45.000	6.220	7,23
<b>Acre</b>	15.000	1.158	12,95
<b>Amazonas</b>	88.000	8.498	10,36
<b>Roraima</b>	13.000	737	17,64
<b>Pará</b>	319.000	12.149	26,26
<b>Amapá</b>	15.000	1.042	14,40
<b>Tocantins</b>	35.000	1.471	23,79
<b>Maranhão</b>	195.000	4.958	39,33
<b>Piauí</b>	73.000	4.297	16,99
<b>Ceará</b>	194.000	13.465	14,41
<b>Rio Grande do Norte</b>	69.000	6.816	10,12
<b>Paraíba</b>	79.000	5.016	15,75
<b>Pernambuco</b>	203.000	20.483	9,91
<b>Alagoas</b>	63.000	6.473	9,73
<b>Sergipe</b>	48.000	3.192	15,04
<b>Bahia</b>	358.000	21.525	16,63
<b>Minas Gerais</b>	575.000	77.252	7,44
<b>Espírito Santo</b>	63.000	13.695	4,60
<b>Rio de Janeiro</b>	257.000	51.036	5,04
<b>São Paulo</b>	903.000	248.928	3,63
<b>Paraná</b>	395.000	52.132	7,58
<b>Santa Catarina</b>	218.000	46.354	4,70
<b>Rio Grande do Sul</b>	294.000	59.627	4,93
<b>Mato Grosso do Sul</b>	69.000	11.402	6,05
<b>Mato Grosso</b>	102.000	13.920	7,33
<b>Goiás</b>	185.000	17.158	10,78
<b>Distrito Federal</b>	74.000	8.907	8,31

Fonte: IBGE (2013), MPS (2013)

A Tabela 3 mostra uma razão menor nos estados das regiões Sul e Sudeste. Essas são as regiões, onde existem os melhores índices de desenvolvimento do país e nas quais há um maior número empregos formais, como é o caso do estado de São Paulo, cuja razão entre os registros da PNS e da Previdência Social é de 3,63. Todavia, as unidades da federação nas regiões Norte e Nordeste, apresentam uma razão maior, atingindo seu valor máximo no estado do Maranhão, de 39,33. O Gráfico 1 destaca novamente a razão entre o número de acidentes de trabalho pesquisados pela PNS e os registrados no INSS.

**Gráfico 1** - Razão entre o número de acidentes de trabalho pesquisados pela PNS e os registrados no INSS por unidade da federação.



Fonte: IBGE (2013), MPS (2013)

No Gráfico 1, nota-se que os estados do norte e nordeste, apresentam as maiores diferenças entre o número de casos registrados na previdência e o número de casos registrados na pesquisa da PNS, essa distribuição das maiores razões entre os registros da PNS e Previdência, nas regiões Norte e Nordeste, podem indicar uma maior quantidade de trabalhos informais e uma menor preocupação em registrar junto ao INSS os acidentes ocorridos, conseqüentemente, impossibilitar o trabalhador de usufruir dos benefícios sociais previdenciários que teria direito e em contrapartida, inibe a atuação de entidades reguladoras que visam incentivar as

empresas a criar mecanismos de prevenção de acidentes e aplicação de políticas que garantam a saúde e segurança do trabalhador.

Conforme dados da PNS, 1.626.871 pessoas deixaram de trabalhar, em decorrência de acidentes do trabalho, considerados os mais graves, o que corresponde percentualmente a 32,90% do universo de 4.948.000. Desses trabalhadores que informaram ao PNS, ter sofrido algum tipo de acidente no trabalho, 284.097 pessoas (5,47%) precisaram ser internadas por 24 horas ou mais, e 612.551 pessoas (12,4%) informaram que tiveram ou tem alguma sequela e/ou incapacidade. Comparando-se com os acidentes de trabalho registrados pela Previdência Social no mesmo ano, 610.804 de acidentes do trabalho geraram incapacidade temporária e 14.837 geraram incapacidade permanente, totalizando 625.641 acidentes com afastamento.

A Tabela 4 faz referência ao estado da Bahia, onde encontra-se localizada a Empresa, objeto de estudo desta pesquisa. O Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho (AEAT) emitido pela Previdência Social, traz informações sobre a quantidade de acidentes do trabalho, segundo a Classificação Nacional de Atividades econômicas (CNAE) e a Classificação Internacional de Doenças – CID-10, referentes aos anos de 2011, 2012 e 2013.

**Tabela 4** - Comparativo do total de acidentes do trabalho no Brasil e Estado da Bahia

<b>Ano</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
Total de Acidentes na Bahia	24.269	23.443	21.525
Total de Acidentes na Bahia (sexo masculino)	17.463	16.884	15.046
Total de Acidentes na Bahia (sexo feminino)	6.806	6.559	6.479
Total de Acidentes no Brasil	720.629	713.984	717.911

**Fonte:** Ministério do Trabalho e Previdência Social (BRASIL, 2013).

A Tabela 4 mostra que na Bahia houve um decréscimo no número de acidentes do trabalho no período de 2011 a 2013. Em relação ao total geral de acidentes no Brasil, tivemos um decréscimo de 2011 a 2012 e um crescimento no total de acidentes no período de 2012 a 2013, o que justifica investimentos, por parte das empresas, em políticas e ações que promovam a prevenção de acidentes no ambiente de trabalho.

A Tabela 5 mostra os segmentos com maiores índices de acidentes registrados no Brasil.

**Tabela 5** - Quantidade de acidentes do trabalho, por situação do registro e motivo, segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), no Brasil.

CNAE	Número de Acidentes		
	2011	2012	2013
<b>Atividades de atenção à saúde humana</b>	51.828	54.469	56.854
<b>Comércio varejista</b>	22.715	21.718	22.791
<b>Administração pública, defesa e seguridade social</b>	22.043	21.303	22.098
<b>Construção</b>	22.382	22.679	21.434
<b>Transporte rodoviário de carga</b>	17.121	17.443	17.590
<b>Correio e outras atividades de entrega</b>	11.465	13.808	14.998
<b>Fabricação e refino de açúcar</b>	15.481	14.409	11.565
<b>Alimentação</b>	10.021	9.862	11.162
<b>Indústrias de transformação</b>	10.779	10.090	10.386
<b>Comércio varejista de ferragens, madeira e materiais de construção</b>	8.222	8.191	8.287

Fonte: Ministério do Trabalho e Previdência Social (BRASIL, 2013).

Como mostra a Tabela 5, os segmentos com maiores números de acidentes foram, respectivamente, nas atividades de atenção à saúde humana, comércio varejista, administração pública, construção civil e transporte rodoviário de carga. Percebe-se que a indústria de transformação foi um dos segmentos que teve um aumento de acidentes no período pesquisado, esses resultados, corroboram com a necessidade de um olhar crítico sobre as atuais práticas de prevenção e com a necessidade de melhor capacitar os trabalhadores continuamente.

Na Tabela 6, encontram-se os dados registrados sobre os acidentes ocorridos com o trabalhador e a parte do corpo mais afetada nesses acidentes.

**Tabela 6** - Comparativo do total de acidentes do trabalho no Brasil, por região do corpo afetada.

<b>Ano</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
Ferimento do punho e da mão	72.479	69.675	68.836
Fratura ao nível do punho e da mão	50.785	49.558	49.573
Traumatismo superficial do punho e da mão	34.573	34.030	34.739

Fonte: Ministério do Trabalho e Previdência Social (BRASIL, 2013).

Na Tabela 6, percebe-se que a maioria dos acidentes com trabalhador no Brasil afeta as mãos e punhos. Isso implica geralmente em afastamento do trabalhador de suas atividades e em muitos casos, aposentadoria por invalidez. Medidas de prevenção devem ser implementadas e suportadas pelas empresas, pois a redução observada é insignificante diante da gravidade da situação e dos efeitos para toda sociedade.

Os dados mostram que dos 96 milhões de trabalhadores brasileiros, quase 0.65% (cerca de 625.641) trabalhadores, sofreram algum tipo de acidente do trabalho com afastamento. É um índice alto quando se refere a pessoas, que gera, anualmente, para o país, gastos na ordem de 70 bilhões de reais (Ministério da Previdência, 2013).

Na percepção de Hollnagel (2002), quando acontece um acidente, é importante entender o que causou o acidente, com o objetivo de identificar a causa raiz e tomar medidas preventivas eficazes que evitem sua recorrência. A análise de acidentes sempre implica em um modelo de investigação que determina um conjunto de pressupostos que identificam as prováveis causas do acidente. Ao longo dos últimos 50-75 anos, tem havido significativas mudanças nos modelos de investigação de acidente, levando a alterações nos métodos e objetivos da análise de acidente. Em paralelo a esta evolução, a compreensão do papel dos seres humanos nos acidentes e da natureza do "erro humano", também mudou.

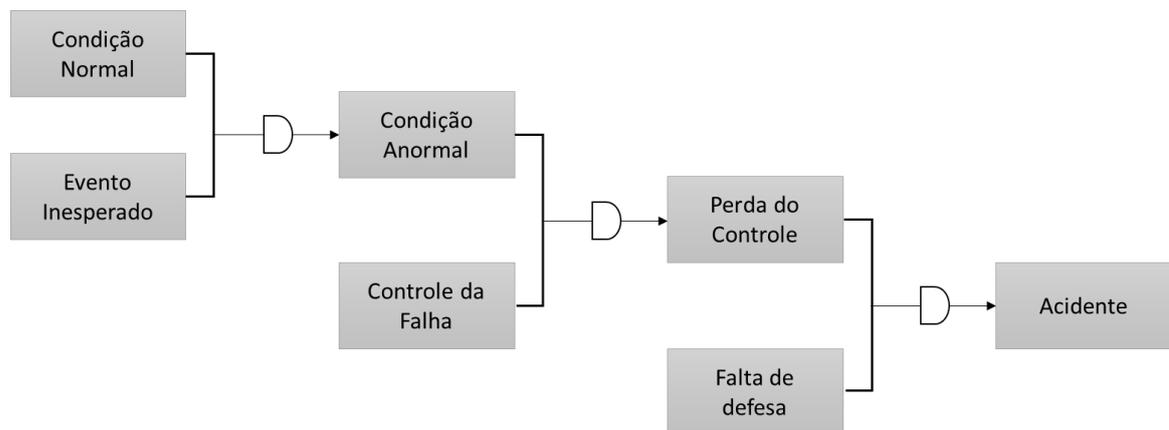
Reason (2006) afirma que o erro humano é uma das principais causas de acidentes nas empresas, sendo assim, surgiram muitos estudos que procuram identificar os possíveis fatores, responsáveis pelos elevados índices de acidentes, principalmente os que ocorrem na indústria química. Hollnagel (2002) afirma que para entender os acidentes é necessário descrevê-los, e a descrição inevitavelmente envolve o uso de um modelo de análise de acidente. A maioria das abordagens foca nos modelos de análise e prevenção de acidente sem abordar a questão dos modelos subjacentes. Ou melhor, eles aplicam um determinado tipo de modelo e

assumem que ele é universalmente aceito. É, no entanto, não só útil, mas também necessário, estar ciente de qual modelo de análise de acidente usar, uma vez que este determina os princípios da pesquisa e os objetivos da análise.

Hollnagel (2002) apresenta três tipos característicos de modelos de análise de acidente: o sequencial, o epidemiológico e o sistêmico. Os três tipos indicam que acidentes são devido a uma sequência de falhas ao invés de uma causas-raiz específica.

O modelo sequencial de investigação de acidente, descreve que o acidente é resultado de uma sequência de eventos que ocorreram em uma determinada ordem. Green (1988) desenvolveu um diagrama que representa graficamente o modelo sequencial, denominado “Anatomia de um acidente”. Na Figura 2, verifica-se a sequência de condições que podem ocasionar um acidente,

**Figura 2** - Anatomia de um acidente



**Fonte:** Green (1988)

Green (1988) mostra graficamente que a partir de uma condição normal uma série de anormalidades no sistema somada à falta de um mecanismo de defesa podem gerar um evento inesperado, não controlado que gera o acidente.

No modelo de análise epidemiológico de Hollnagel (2002), se descreve acidentes em analogia com uma doença, resultado da combinação de fatores identificados ou latentes que podem existir juntos no espaço e no tempo. Esse termo foi usado por Heinrich (1980) que propôs que um acidente é um ato não intencional, inesperado e inevitável, resultante da interação do indivíduo, o agente, e os fatores ambientais que envolvem uma tomada decisão e percepção do perigo.

No modelo de análise de acidentes sistêmico Hollnagel (2002) se baseia na noção de que ações humanas são variáveis ao invés de considerar a falha humana como principal questão. Essa afirmação é importante para se entender como e por que ações humanas variam, não apenas para explicar como os acidentes acontecem, mas também para entender como se fazer uma segurança eficiente (HOLLNAGEL, 2002). É dentro desse contexto que Smith (2014) aborda brevemente em seu artigo "*Variability in Human Performance...*" a variabilidade do comportamento humano em cinco domínios diferentes do desempenho humano que podem ocasionar acidentes: comportamento, cognição e aprendizagem, desempenho depois de uma avaliação desfavorável, erro humano, desempenho social e da equipe.

Smith (2014) afirma que em todos esses casos de variabilidade do comportamento humano a especificidade do contexto, influência nas variabilidades observadas e uma interpretação dos sistemas de controle deve ser aplicada para identificar corretamente as causas. A ciência está preocupada, principalmente com a interação entre o desempenho humano e as falhas que geram acidentes, nesse contexto, Reason (2006) sugere que o erro humano é uma característica integral da variabilidade de desempenho que na perspectiva empirista, afirma que a maioria, se não todos os acidentes com erros humanos, apresentam algum grau de especificidade do contexto.

Sharit (2006, p.326) afirma que "as ações humanas são incorporadas em contextos e só podem ser descritas de forma significativa em referência aos detalhes do contexto que acompanhou e produziu". Neste sentido, objetivando identificar a causa raiz dessas ações humanas que levam aos erros, surgiram alguns métodos de investigação de acidente, e entre eles, o método dos cinco por quês, que se trata de uma abordagem científica, utilizada em grandes empresas, para se chegar à verdadeira causa raiz do problema, que geralmente está escondida através de sintomas óbvios (OHNO, 1997).

O método dos cinco por quês consiste em perguntar o porquê de um problema sucessivas vezes, para se encontrar a sua causa raiz (OHNO, 1997). Terner (2008) defende que os cinco por quês é um método importante, pois permite que através de múltiplos questionamentos se separe a causa do efeito, contribuindo para a construção de hipóteses plausíveis para a causa raiz do problema. O método dos cinco "Por quês" prevê que a primeira pergunta, ou seja, o primeiro dos por quês

deve ser construído utilizando o próprio problema, e deve-se responder por que o problema está ocorrendo. O segundo por quê deve ser construído, utilizando a resposta do primeiro. E assim sucessivamente até que se tenha alcançado a causa raiz do problema. Essa metodologia pode aumentar a produtividade da equipe de investigação e a qualidade do resultado final.

A análise de causa raiz consiste na investigação do problema e identificação da (s) sua (s) causa (s) raiz (es) para posterior tomada de ações corretivas. De acordo com Uberoi, Gupta e Sibal (2004), o objetivo da análise de causa raiz é descobrir o que ocorreu, por que ocorreu e o que fazer para prevenir a recorrência do problema. Diferentemente de abordar apenas as causas que contribuíram para o problema ocorrer ou para o agravamento de seus impactos, a análise de causa raiz objetiva descobrir a causa fundamental do problema, ou seja, a sua causa raiz, caracterizada como aquela causa que se não tivesse ocorrido, o problema não existiria. Somente eliminando-a através de ações corretivas, este não voltará mais a ocorrer e conseqüentemente será definitivamente resolvido.

Ursprung e Gray (2010) afirmam que, embora possua uma abordagem retrospectiva de análise de erro, ou seja, atua no problema após este ter ocorrido, o objetivo desse método é prevenir eventos futuros adversos. Segundo Rooney e Heuvel (2004), a análise de causa raiz possui algumas características: ajuda identificar o que ocorreu, por que ocorreu e como ocorreu; previne recorrência do problema; resulta em ações eficazes para prevenir recorrências.

A fim de minimizar os custos com a aplicação desse método a Empresa, objeto desta pesquisa, realiza uma priorização dos problemas que serão analisados. Esta priorização, pode basear-se na frequência de ocorrência do problema ou de um grupo de problemas de determinado tipo ou com características similares, ou mesmo pode-se optar por realizar a análise quando os problemas tiverem conseqüências sérias, tais como, grande prejuízo, impacto ambiental ou acidentes sérios com perda ou dano à vida de funcionários.

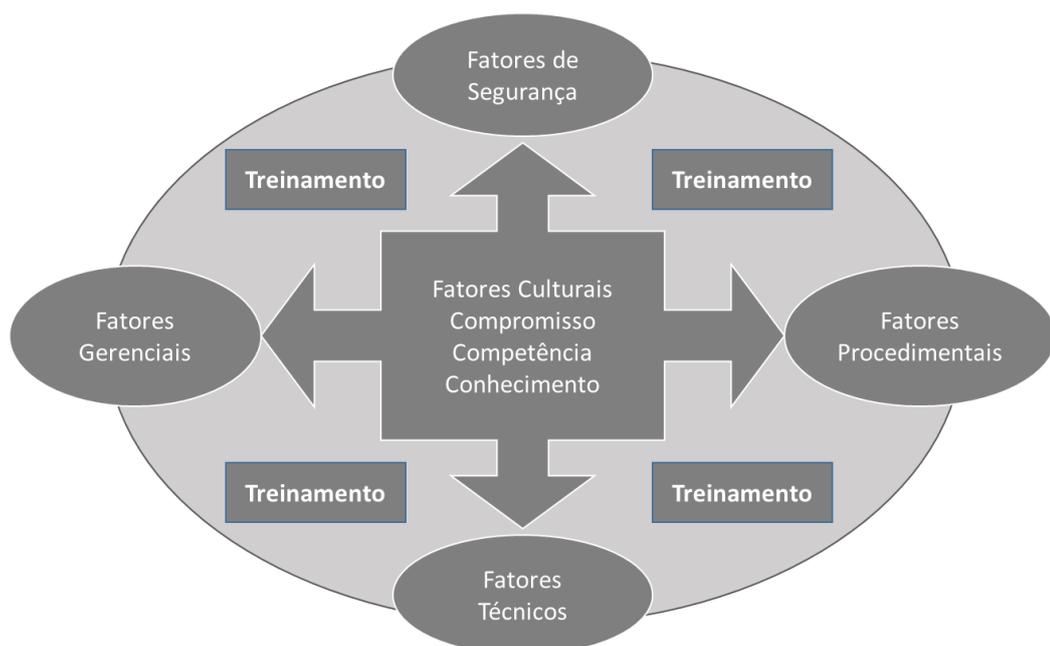
Segundo Taproot (2016), alguns problemas considerados com pouco impacto, não merecem análise de causa raiz. O que deve ser feito é apenas categorizar o problema e reparar a falha. Ursprung e Gray (2010) defendem que as organizações devem possuir um critério que defina para quais problemas realizar a investigação. No procedimento, encontram-se os critérios necessários para se iniciar a

investigação para determinado evento. Esses critérios estão relacionados ao impacto do incidente para a organização e as legislações locais.

Na visão contemporânea, acidentes são vistos como fenômenos emergentes em sistemas complexos e como resultado de um conjunto de condições, ao invés do efeito inevitável de uma sequência de erros. Em uma situação de trabalho normal, controlar as pessoas em princípio só por seguir as regras e procedimentos. Na prática, no entanto, devem sempre equilibrar recursos contra exigências e constantemente fazer ajustes para o que eles possam atingir seus objetivos.

Nesse sentido, Reason (1997) afirma que a organização pode selecionar vários elementos para avaliar o seu desempenho em segurança. Se esses elementos são independentes entre si, existe somente uma possibilidade de avaliar a segurança, medindo todos os elementos individualmente. Entretanto se esses elementos são relativamente próximos, a situação de um deles deve prover uma indicação global da segurança intrínseca da organização. Provavelmente existe uma regra entre esses dois extremos, com os elementos individualmente agrupados em sobreposição e forma modular. Uma revisão do número de medições do processo de segurança identificou cinco amplos agrupamentos listados e representados na Figura 3.

**Figura 3** - Os subsistemas de processo primário subjacentes em segurança organizacional

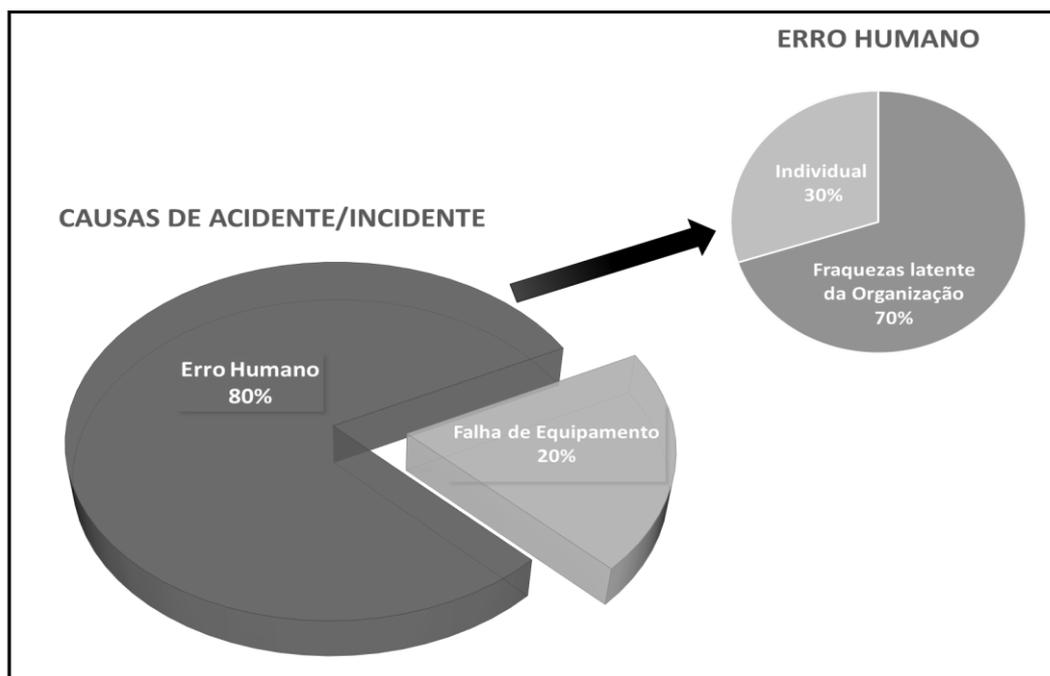


Fonte: Reason (1997 / 2011)

Conforme Reason (1997), esses agrupamentos são: (1) Fatores Específicos de Segurança: relatórios de acidente, política de segurança, procedimentos e recursos de emergência, segurança do trabalho entre outros; (2) Fatores Gerenciais: gerenciamento de mudança, liderança e administração, comunicação, contratação, controles de compra, incompatibilidades entre produção e proteção; (3) Fatores Técnicos: gerenciamento da manutenção, níveis de automação, interfaces homem-sistema, controles de engenharia, design, equipamentos entre outros; (4) Fatores Procedimentais: padrões, regras, controles administrativos, procedimentos operacionais entre outros; (5) Treinamento: métodos formais versus informais, presença de um departamento de treinamento, habilidade e competências requeridas para desempenhar uma tarefa.

O sistema representado na Figura 3 mostra a importante participação do sistema de treinamento nos subsistemas principais da segurança organizacional. Treinamento é um dos principais componentes de formação do trabalhador na sua rotina operacional, exercendo papel importante na minimização do erro humano. A Figura 4 mostra o percentual de contribuição do erro humano e da falha de equipamentos em um acidente.

**Figura 4.** Erro Humano



Fonte: Reason (2006)

Na Figura 4, Reason (2006) mostra que 80% das causas de incidentes/acidentes dentro da organização se divide em: 30% por falha individual e 70% por fraquezas latentes da organização, que correspondem a uma decisão gerencial que leva a uma condição inesperada ou uma deficiência no gerenciamento de controle do processo (por exemplo; estratégia, política, treinamento e alocação de recursos) ou valores (por exemplo; crenças compartilhadas, atitudes, normas e premissas) que podem criar condições de trabalho que provoquem erros.

Wagenaar e Reason (1990) foram os pioneiros no desenvolvimento de uma metodologia que investigava maneiras de prevenir o erro humano. Essa pesquisa foi inicialmente solicitada pelo Grupo Royal Dutch/Shell, em 1986. Anos mais tarde Wagenaar e Reason (1990), apresentaram para a Shell um relatório denominado *TRIPOD: A principled Basis for Accident Prevention* que apresentava a metodologia Tripod como uma ferramenta para melhorar o desempenho em segurança. A teoria principal deste modelo, baseia-se na ideia de que atos inseguros e acidentes podem ser minimizados a partir do controle das TFGs (Tipos de falhas gerais), que são fatores organizacionais e presentes no ambiente de trabalho, conforme mostra a Figura 5.

Nesta pesquisa, foram selecionados apenas os TFGs de treinamento, pois acredita-se que treinamento é um dos principais elementos indutores da segurança, pois incide diretamente sobre o fator humano que é passível de transformação a partir da conscientização da importância da capacitação dentro da indústria. O principal responsável por zelar pela eficácia do processo de treinamento deve ser a alta administração da empresa, pois o treinamento é importante na disseminação da cultura de segurança nos empregados, considerando que tal cultura “abrange todos os fatores sociais e organizacionais que afetam as taxas de acidentes” (CLARKE, 2000, p.75).

As organizações de alta confiabilidade são os principais exemplos na abordagem sistêmica, sobre erro humano e os principais tipos de falhas. Elas antecipam o pior e equipam-se para lidar com isso em todos os níveis da organização (REASON, 2006). É árduo e complicado o processo de disseminação de uma cultura de segurança dentro da organização. Os indivíduos podem esquecer, mas é importante fornecer lembretes e ferramentas para ajudá-los na conscientização contínua sobre a importância de manter-se seguro no trabalho.

Para estas organizações, a busca da segurança não é tanto sobre a prevenção de falhas isoladas, humanas ou técnicas, como sobre tornar o sistema mais robusto que seja praticável em face das falhas humanas e operacionais. Organizações de alta confiabilidade não são imunes a falhas, mas aprenderam a habilidade de converter essas falhas ocasionais em resiliência melhorada do sistema (REASON, 2006). Desta forma controlam seus processos e trabalham continuamente na redução das TFGs, mostradas na Figura 5.

**Figura 5** - Processos x TFGs, e seu impacto nas situações que levam a erros - classificação de Reason

PROCESSOS	TIPOS GERAIS DE FALHA
Estabelecimento de Metas	Metas incompatíveis
Administração	Deficiências organizacionais
Gerência	Falhas de comunicação
Projeto	Falhas de projeto Falhas de defesa
Montagem	Falhas de equipamento Falhas de defesa
Operação	Falhas de treinamento Falhas de procedimentos Falhas de housekeeping
Manutenção	Falhas de treinamento Falhas de procedimentos Falhas gerenciais manutenção

**Situações que levam a erros**

Fonte: adaptado de Reason (1997 / 2011)

A Figura 5 mostra a relação entre os processos básicos e os TFGs, e o impacto combinado que estes produzem sob as condições que levam a erros. Neste estudo, considera-se treinamento como um TFG quando há ineficácia do sistema de treinamento, falta de atualização dos conteúdos, avaliação insuficiente, currículos inadequados, inexistência de controles que garantam a execução e controle do treinamento. Desta forma, pretende-se mostrar nesta pesquisa que um sistema de treinamento eficaz contribui diretamente na redução dos erros e consequentemente

dos acidentes, pois conforme a classificação proposta por Reason, existe uma combinação dos vários fatores organizacionais e melhorar individualmente cada um deles, resultará em melhores índices de desempenho para a organização.

Reason (1997) na Figura 3: Diagrama dos subsistemas de processo primário subjacentes em segurança organizacional, coloca estrategicamente o treinamento entre os subsistemas organizacionais, por representar uma característica universal, indicando sua importância no processo de redução dos fatores que geram acidentes. Percebe-se, portanto, que uma empresa que desenvolve um programa de treinamento eficaz e focada na melhoria contínua do desempenho de seus empregados, certamente, alcançará melhores resultados em produtividade, competitividade e redução de acidentes. Indicadores fundamentais para o desenvolvimento e crescimento organizacional.

Segundo Marras (2002), alguns indicadores que conseguem medir os resultados de um treinamento são: aumento da produtividade, melhorias na qualidade dos resultados, redução dos custos (retrabalhos), otimização da eficiência, aumento da eficácia, modificação percebida das atitudes e comportamentos, elevação do conhecimento e conscientização, aumento das habilidades, redução do índice de acidentes, redução do índice de manutenção corretiva de máquinas, melhoria do clima organizacional, aumento da motivação pessoal, redução do absenteísmo, redução de rotatividade de colaboradores. Nesse sentido, o próximo tópico aborda o papel do treinamento para a prevenção de acidentes do trabalho.

## **2.2 O Papel do Treinamento para a Prevenção de Acidentes**

Segundo Colligan e Cohen (2004) treinamento é uma das intervenções mais comumente implementadas nas empresas que buscam melhorar o desempenho em segurança. Treinamento tem sido definido como “a aquisição sistemática e o desenvolvimento dos conhecimentos, habilidades, e atitudes exigidas pelos empregados para realizarem adequadamente uma tarefa ou trabalho ou melhorar o desempenho no ambiente de trabalho” (GOLDSTEIN; GESSNER, 1988, p.312). Treinamento não é apenas uma oportunidade para desenvolvimento de conhecimento e habilidades mas também prepara os empregados para alcançar seus desafios e conectar-se com as mudanças ocorridas no trabalho. Na pesquisa *The effectiveness of training in promoting a positive Occupational Safety and Health*

*culture*, Clarke e Flitcroft (2013) evidenciam quantitativamente dados que suportam uma associação entre a aplicação de treinamentos de segurança e a redução dos índices de acidentes e lesões ocupacionais. Quando o treinamento de segurança é efetivamente implementado e regularmente aplicado dentro da organização, isto tem sido associado, com taxas menores de acidentes nas empresas (SHANNON; MAYR; HAINES, 1997; RUNDMO; HESTAD; ULLEBERG, 1998; VREDENBURGH, 2002). Coerentemente, o modelo de causa de acidentes de Reason (1997) inclui “treinamento inadequado” como um dos tipos de falha geral, que podem levar a acidentes graves dentro de uma organização.

Há uma série de mecanismos psicológicos que vinculam o efeito do treinamento de segurança ao comportamento seguro e ao envolvimento individual do empregado no acidente. Na pesquisa de Clarke e Flitcroft (2013), a metodologia aplicada foi coletar dados de base sobre uma série de medidas de segurança de uma amostra de dez empresas das indústrias de fabricação, construção, química e serviço (sete pequenas ou pequenas e médias empresas e três grandes organizações), localizadas na Inglaterra. As intervenções de treinamento foram concebidas e implementadas dentro de todas as empresas participantes. O impacto destas intervenções na motivação dos funcionários, conhecimento de segurança, comportamento de segurança, as percepções de segurança e relatos de acidentes foram medidas em dois momentos: 12 meses e 24 meses após a implementação das intervenções. Medidas também foram tomadas de percepções de segurança dos gerentes e seu estilo de liderança. O estudo mostrou como resultado que os acidentes foram reduzidos significativamente (em 22% em média) e o clima de segurança tornou-se significativamente mais positivo ao longo do tempo. Comunicação de segurança, treinamento, sistemas de segurança e ambiente de trabalho demonstraram uma significativa melhora após 12 meses, que foi mantida após 24 meses. Os principais mecanismos psicológicos foram os reforços na motivação dos funcionários e o aumento da participação dos trabalhadores na segurança. Os gerentes e empregados de todas as organizações participantes do estudo, relataram que as intervenções tiveram um impacto significativo na cultura de segurança da empresa e na produtividade.

Clarke e Flitcroft (2013) recomendam, a partir do resultado desse estudo, que as intervenções de treinamento devem ser feitas especificamente para as necessidades de formação da empresa. As intervenções devem ser incorporadas

nos processos e procedimentos da empresa,. Treinamentos de segurança devem fazer parte da estratégia global da empresa e ser coerente com os objetivos do negócio. A implementação das intervenções de formação teve um efeito significativo sobre as taxas de acidente, levando a uma redução média de 22% nos acidentes com lesões leves no período de 24 meses. Em geral, este projeto demonstrou que as intervenções de treinamento nas empresas teve um significativo impacto, a longo prazo, em termos de redução dos acidentes e melhorarias no clima de segurança dentro da empresa.

Alguns outros importantes estudos também sugerem que falta de treinamento é um fator que contribui para acidentes no trabalho. Cole e Parker (1996) indicam que programas de segurança que contemplam treinamentos em saúde, segurança e meio ambiente, em sua maioria, conseguem manter baixos índices de acidentes e incidentes no ambiente de trabalho. Clarke (2010) acredita que para obter-se sucesso no resultado dos treinamentos, aplicados no trabalho é necessário considerar alguns fatores, tais como: maior envolvimento da gerência, suporte na transferência do conhecimento, definição clara dos objetivos do treinamento e *feedback* que irão garantir um maior engajamento por parte dos trabalhadores e conseqüentemente, melhores resultados ao final do processo de aprendizagem.

Treinamento é fator essencial para o contínuo melhoramento do negócio e a melhor maneira de capacitar o trabalhador em novas técnicas, mudança de comportamento e atitude perante os desafios constantes do trabalho (Cabezas, 1994). De acordo com Cabezas (1994) é importante enfatizar que treinar seus empregados, aumenta o potencial da empresa através do desenvolvimento profissional e pessoal que promove melhorias significativas no desempenho dos empregados, aumentado seu poder de decisão em situações rotineiras e também em momentos de crise que podem gerar um acidente de trabalho.

Segundo Falcão e Rousselet (1999), os acidentes de trabalho, em sua maioria, poderiam ser evitados, se houvesse uma maior atenção ao fenômeno, desde o planejamento e o gerenciamento, até os processos de execução das práticas em Saúde e Segurança no Trabalho. De acordo com Cavalcante, Monteiro e Borges (2002), para provocar mudanças em uma organização, é preciso começar pelas pessoas que nela trabalham, tendo em vista que o homem é o grande diferencial neste ambiente, por ser o idealizador e o realizador de todas as

atividades que nele ocorrem. Neste sentido, os autores chamam atenção para a importância crucial das práticas de treinamento, responsáveis pelo fortalecimento dos conhecimentos e habilidades dos recursos humanos da organização. O treinamento é, portanto, uma das responsabilidades centrais a serem assumidas pela gerência, apoiando os profissionais que elaboram e planejam a contínua aprendizagem que caracteriza este processo. Por esta razão, entende-se que aumentar a capacitação e as habilidades intelectuais e/ou técnicas das pessoas é a função prioritária do treinamento, o que se reverte em maior qualidade nos processos produtivos e na segurança operacional da organização. Ao ambientar os novos funcionários, fornecendo-lhes os conhecimentos e parâmetros necessários para o bom andamento do trabalho, o treinamento, quando bem planejado e conduzido, pode ser considerado um dos instrumentos mais valiosos na solução e mesmo na prevenção de muitos dos problemas que acontecem na empresa (CAVALCANTE; MONTEIRO; BORGES, 2002). Pode ser compreendido também como fator crucial na constituição e reforço dos pilares da cultura organizacional, em especial quando se pretende introduzir nela, a segurança no trabalho, como um valor prioritário para a organização.

Na concepção de Nascimento e Carvalho (1997), no treinamento procura-se uma reconstrução pessoal das experiências, sejam pessoais sejam profissionais, através de um processo educacional. Esse processo educacional, procura estimular o indivíduo utilizando a influência do ambiente que o cerca. Dessa forma, o treinamento pode e deve se apresentar como um processo educacional envolvendo, na sua maioria, os fatores que possam estimular o indivíduo na compreensão e capacitação para resolução de problemas. O treinamento, além de produzir compreensão e capacitação, deve promover o retorno do investimento da organização (LACOMBE, 2005). Para o mesmo autor, as organizações que não investem em treinamento, ou não desenvolvem um processo de treinamento eficiente, objetivando a preparação do empregado para o desempenho de suas atividades, tendem a enfrentar dificuldades competitivas pela falta de profissionais preparados e conscientes de sua responsabilidade dentro da empresa.

A cultura de segurança, segundo Geller (1994), envolve não apenas aspectos ambientais, mas também fatores pessoais, como crenças e atitudes, além dos fatores comportamentais envolvidos nas práticas de segurança e de risco no trabalho. Todos estes aspectos, visam a superar o atendimento das obrigações

normativas em saúde e segurança e devem envolver, compromissos com práticas contínuas voltadas para a construção de um ambiente de trabalho seguro e saudável para todos. É neste ponto, que é importante compreender de modo claro a conexão entre a existência de políticas de prevenção de acidentes e o treinamento. As organizações não são dominadas pela racionalidade técnica, como se a simples padronização e sistematização dos processos, associada a práticas de controle e de vigilância, fossem suficientes para a obtenção dos resultados desejados (VIEIRA et al, 2009). Sendo assim, a implementação do SGSST's (Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho) deve estar suportada por um conjunto de mudanças na cultura da organização, que venham a se traduzir em comportamentos seguros por parte dos empregados no ambiente de trabalho.

Vieira et al. (2009), sugere em seus estudos que a introdução de um sistema de gestão de segurança e saúde no trabalho não pode ser tratada apenas como uma exigência legal, ela deve modificar a estrutura comportamental da organização, incorporando novos conceitos, dentro de uma cultura de prevenção de acidentes, que garanta a segurança e integridade dos empregados dentro da empresa. A cultura da prevenção, o processo de melhoria contínua e a capacitação são as bases deste processo, pois seu desempenho depende efetivamente da participação e do comprometimento de empregados e empregadores (STOREY, 2016). Sendo assim, o treinamento, surge como um importante fator gerador de tais comportamentos, tornando-se a gestão de treinamentos uma ação fundamental nas empresas, e mais uma garantia na prevenção de comportamentos inseguros (VIEIRA et al., 2009). Desta forma, a empresa se torna um importante incentivador e patrocinador de melhores formas de conceber o treinamento para seus empregos, nesse viés, surge o gerenciamento da aprendizagem via *e-learning* como uma importante ferramenta de suporte a aprendizagem no ambiente corporativo.

### **2.3 Compreendendo o *e-learning* e seu uso na Educação Corporativa**

Educação e formação dentro das grandes e médias corporações do setor privado, tornou-se uma indústria em expansão. Milhões de funcionários fazem treinamentos presenciais e online a cada ano. Cada vez mais, trabalhadores estão sendo treinados em seu próprio ambiente de trabalho. Se nota um significativo aumento na variedade de temas abordados nesses treinamentos, ultrapassando as

barreiras do conteúdo operacional e despontando com assuntos relacionados a diversidade, comportamento e construção de carreiras (CARDOSO, 2007).

Conforme cita Gitahy, Cunha e Rachid (1997), as demandas por redução de custos, qualidade e flexibilidade intensificam a reestruturação das empresas em todos os níveis, inclusive nas ações educacionais. Sistemas de treinamento sofisticado foram criados notando-se o enraizamento da ideia de capacitar seu trabalhador na comunidade empresarial. A aprendizagem corporativa é uma realidade com base em um novo conceito de que o cidadão do século XXI é educado, flexível, polivalente e produtivo. A globalização, as oportunidades e os desafios obrigam-nos a considerar que na era da informação de alta tecnologia com demanda de conhecimento intensivo, as ações educacionais na indústria e nos demais setores produtivos do país é uma questão urgente.

O cenário atual de aprendizagem na indústria melhora a cada dia, novos materiais e formas de estudar surgem a todo instante. O potencial do treinamento corporativo é muitas vezes negligenciado pelas pessoas na indústria. As organizações, geralmente, não percebem sua importância e impacto na melhoria dos índices de acidentes, na produtividade e na imagem da empresa perante os concorrentes. Martinez e Rachid (2005) comentam sobre a internacionalização das empresas que intensifica o processo de reestruturação e conseqüentemente mudanças que envolvem força de trabalho, redução do volume de emprego e novos requisitos de qualificação que impulsionam os investimentos. Chang (2015) sugere que as empresas devem investir em sistemas de *e-learning* desenhados para construir essa nova realidade dentro da organização. Mas seu alcance e implicações como um importante recurso educacional são muito mais vastos e exigem atenção e compreensão.

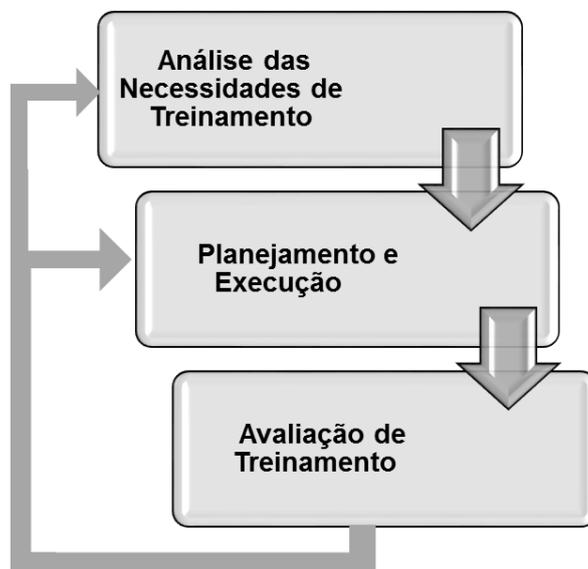
As razões que levam as empresas a adotarem o treinamento corporativo, geralmente, envolve a possibilidade de a capacitação ser constante, uma vez que o ambiente na indústria muda constantemente com novas tecnologias e equipamentos sendo incorporados. O progresso técnico de uma empresa, depende da atualização contínua do seu pessoal. Rodrigues e Pinheiro (2010) comentam que a educação corporativa, no sentido mais amplo, exige um contínuo avanço e sua manutenção é uma obrigação vital da empresa, requisito fundamental para permanecer competitiva e garantir sua sobrevivência no cenário global.

Rachid e Gitahy (2008) citam que as principais mudanças na gestão de recursos humanos têm sido na área de treinamento, devido à necessidade de operários que, além de terem experiência de trabalho na tecnologia tradicional, devem ter outras qualificações adequadas à nova organização. O modelo taylorista de aprendizagem via repetição está ultrapassado. Uma nova realidade surge dentro das indústrias, onde a necessidade de capacitação e desenvolvimento de novas habilidades e competências tornam-se cada vez mais presentes no seu cotidiano profissional. Dessa forma, as empresas precisam primariamente, realizar uma análise das necessidades de treinamento (ANT), objetivando realizar conjuntamente com a liderança, um levantamento dos treinamentos adequados ao perfil e objetivos de crescimento e desenvolvimento dos seus empregados.

Para Brown (2002), ANT é um processo contínuo de coleta e análise de dados, destinado a determinar quais treinamentos são necessários para que os objetivos organizacionais sejam atingidos. Segundo a autora, há quatro razões para que uma ANT seja conduzida: (a) identificar problemas específicos de cada área; (b) obter apoio e confiança de dirigentes e gestores; (c) obter dados para avaliar os programas de treinamento; e (d) determinar custos e benefícios de programas de treinamento. Segundo Clarke (2003), ANT refere-se ao processo organizacional de coleta e análises de dados que subsidiam a tomada de decisão acerca de quando o treinamento é a melhor opção para aprimorar o desempenho de indivíduos, bem como definir quem deveria ser treinado e qual conteúdo deveria ser ensinado aos aprendizes. As avaliações de necessidade de treinamentos podem ser formais (utilizando técnicas de pesquisa e entrevista) ou informal (perguntas diretas aos envolvidos). Na empresa pesquisada, utiliza-se a ANT informal, que é feita anualmente com cada funcionário.

Conforme Barbazette (2006), cada solicitação de treinamento indica que existe uma lacuna ou discrepância entre o que é, e o que poderia ou deveria ser. Uma lacuna de aprendizagem ou de desempenho entre a condição atual e a desejada, chama-se de necessidade. A ANT visa encontrar as respostas para as necessidades de aprendizagem dentro da empresa.

Segundo Ferreira (2009), a etapa de avaliação de necessidades de treinamento é fundamental para se estabelecer relações entre o treinamento em si e seus resultados. A sequência de etapas que alimentará todo o sistema de treinamento, até a avaliação de resultados pode ser visualizada na Figura 6.

**Figura 6:** Sistema de Treinamento

Fonte: Adaptado de Borges-Andrade (1996)

Sheperd (1995) diz que ANT provê a base lógica para que as outras etapas do sistema instrucional (planejamento, execução e avaliação) sejam, igualmente, efetivas. Na etapa de planejamento e execução, várias decisões são necessárias, inclusive aquelas relacionadas com os procedimentos e recursos de aprendizagem. Para melhorar a aprendizagem e as atividades de formação nas corporações, o uso de recursos online foi misturado com êxito com a educação (CHANG, 2016). Uma dessas áreas é conhecida como *e-learning*, que oferece online informações, comunicação, educação e formação (SLOMAN, 2001). Utilizando abordagens eletronicamente, a aprendizagem e o treinamento podem ser realizados em qualquer lugar e a qualquer momento. Pode reduzir custos operacionais, incluindo os custos de alojamento, viagens e reservas de salas de aula físicas que exigem todos os funcionários participem fisicamente. Algumas atividades de aprendizagem podem ser concluídas off-line, como assistir a vídeos de treinamento, completando lições e treinando as habilidades que foram adquiridas nas sessões de formação. A educação no *e-learning* pode ser melhorada significativamente com a abordagens sistemáticas que garantem que o progresso dos alunos possa ser revisto em pontos

de verificação e demonstrem as melhoria nas competências, conhecimentos e habilidades dos educandos (ROTHWELL; KAZANAS, 2011).

Dalmau, Rodrigues, Valente e Barcia (2004) definem *e-learning* como uma modalidade de ensino a distância que possibilita a autoaprendizagem, com a mediação de recursos didáticos sistematicamente organizados, apresentados em diferentes suportes tecnológicos de informação, utilizados isoladamente ou combinados, e veiculado através da internet ou intranet. Pimentel e Santos (2013) destacam que há uma diferença entre *e-learning* e *learning online*: *e-learning* representa o aprendizado com base total na tecnologia (*Technology-based Learning*) enquanto o *learning online* é sinônimo de aprendizado baseado na WEB (*Web – based Learning*). Neste caso, *learning online* é um subconjunto do *e-learning*.

Segundo Gil (2010), *e-learning* é toda atividade instrucional que capacite pessoas em uma habilidade ou conhecimento com objetivo de melhorar o seu desempenho no trabalho, utilizando para isso recursos computacionais audiovisuais.

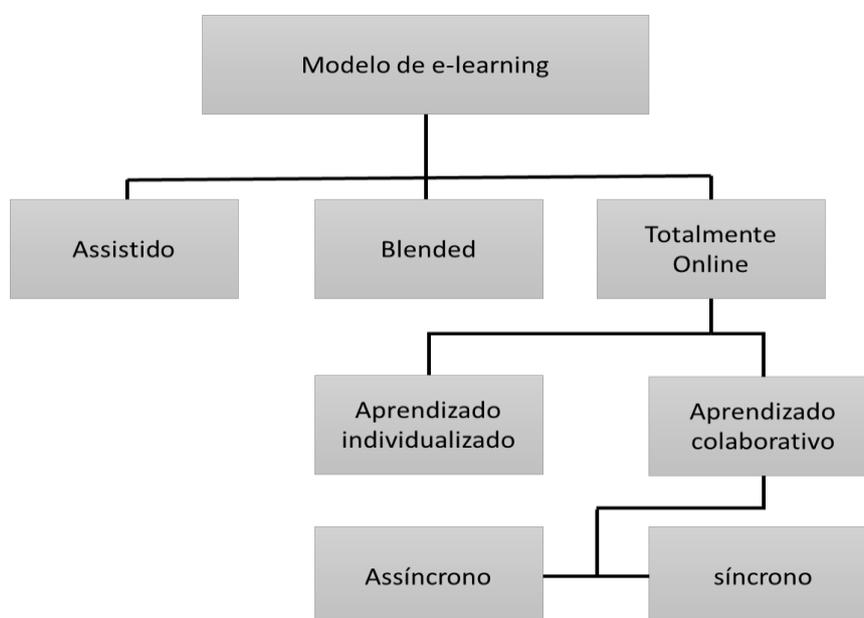
Alguns autores classificam os sistemas de *e-learning* de acordo com seu grau de envolvimento na aprendizagem. De acordo com Algahtani (2011), tem havido algumas classificações com base na extensão do seu envolvimento na aprendizagem. Algumas classificações baseiam-se também no tipo de interação existente entre usuário e o sistema. Algahtani (2011) divide o *e-learning* em dois tipos básicos; (a) *e-learning* baseado em computador e (b) *e-learning* baseado em internet. De acordo com Algahtani (2011), o *e-learning* baseada em computador, compreende o uso de uma gama completa de hardware e software que estão disponíveis para o uso da tecnologia da informação e comunicação. Cada componente pode ser usado de duas maneiras: instruções gerenciadas por computador e aprendizagem assistida por computador. Na aprendizagem assistida por computador, os computadores apresentam um software interativo com ferramentas de suporte dentro da classe, ou como ferramenta para autoaprendizagem fora da classe. Na modalidade onde as instruções são gerenciadas pelo computador, temos computadores utilizados com a finalidade de armazenar e recuperar informações para auxiliar na gestão da educação. A aprendizagem baseada na internet, de acordo com Almosa (2002) é uma melhoria da aprendizagem baseada em computador. Na modalidade de aprendizagem baseada na internet os conteúdos encontram-se disponíveis online, com links ativos, relacionado a origem da informação, possibilitando obter exemplos e referências que

podem ser usados pelos alunos, em qualquer momento e lugar, bem como a disponibilidade ou ausência de professores ou instrutores (ALMOSA, 2002).

De acordo com a utilização dos recursos de educação, Zeitoun (2008) classifica o *e-learning* em três modos; modo assistido, *blended* (misturado) e o modo completamente online. O modo assistido é um suplemento do método tradicional, quando necessário. O modo *blended* oferece uma parte online e a outra parte, segue o método tradicional. O modo completamente online envolve o uso exclusivo da internet ou intranet para a aprendizagem (ZEITOUN, 2008).

Conforme mostra-se na Figura 7, Algahtani (2011) classifica o modo completamente online em dois tipos; "síncrono" ou "assíncrono", conforme o tipo de interação existente no sistema. O tipo síncrono possibilita acesso alternativo online, entre os professores ou instrutores e alunos, ou entre os estudantes. O tipo síncrono permite discussões entre alunos e os instrutores e também entre si, através da internet ou intranet, ao mesmo tempo, utilizando ferramentas como as salas de bate-papo e videoconferência.

**Figura 7:** Modelo de uso do *e-learning* em educação



Fonte: Adaptado de Algahtani (2011)

O tipo síncrono de acordo com Almosa e Almubarak (2005) oferece a vantagem de oferecer *feedback* instantâneo aos alunos.

O tipo assíncrono possibilita que os participantes se comuniquem com outros participantes via internet/intranet (ALMOSA e ALMUBARAK, 2005; ALGAHTANI, 2011). O modo assíncrono, também permite que os alunos discutam com os instrutores ou professores, bem como entre si através da internet, entretanto, em momentos diferentes. Portanto, não existe interação no mesmo momento, mas depois, com o uso de ferramentas, tais como, fóruns e e-mails (ALMOSA e ALMUBARAK, 2005; ALGAHTANI, 2011), com uma vantagem que os aprendizes são capazes de aprender no momento que lhes convier, porém com a desvantagem de que os alunos não receberão *feedback* instantâneo dos instrutores, bem como dos seus colegas (ALMOSA e ALMUBARAK, 2005).

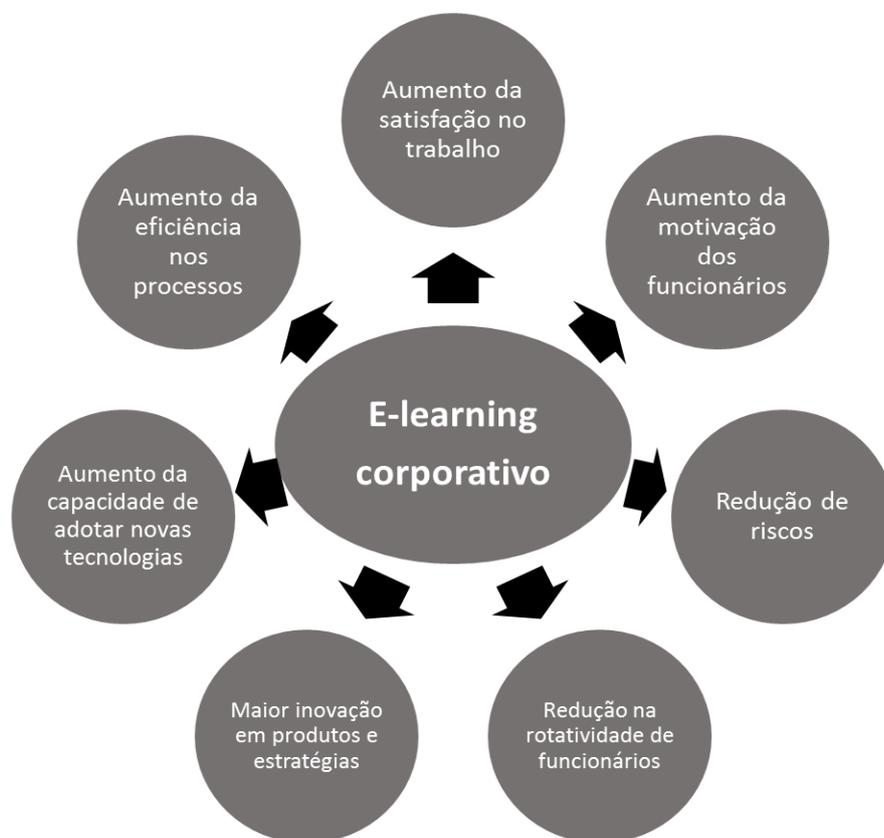
Quanto ao tema, Argote (2012) comenta que as organizações vêm investindo em treinamentos *online* cada vez mais diversificados e voltados não apenas para a formação técnica do indivíduo, mas também direcionados para o seu papel social dentro do ambiente corporativo como, por exemplo:

- Comunicações: uma vez que a crescente diversidade da força de trabalho de hoje traz uma grande variedade de línguas e costumes.
- Conhecimentos de informática: considerando que as habilidades em computador estão se tornando uma necessidade para a realização de rotinas administrativa e tarefas operacionais.
- Atendimento ao cliente: a concorrência no mercado global de hoje torna crítico que empregados entendam melhor as necessidades dos clientes.
- Diversidade: geralmente inclui explicações sobre como as pessoas têm diferentes perspectivas e pontos de vista e inclui técnicas de conduto no ambiente corporativo diante dessa nova realidade.
- Ética: a sociedade de hoje tem expectativas crescentes sobre responsabilidade social corporativa. Também, força de trabalho diversificada de hoje traz uma grande variedade de valores e moral ao local de trabalho.
- Relações humanas: o aumento do stress no local de trabalho pode contribuir para desentendimentos e conflitos. Treinamentos adequados podem ensinar as pessoas a terem uma melhor convivência no ambiente de trabalho.
- Iniciativas de qualidade: Iniciativas como gestão de qualidade total, círculos de qualidade, benchmarking entre outros, requerem treinamento básico sobre os conceitos de qualidade, orientações e normas de qualidade.

- Segurança: fundamental para trabalhos com equipamentos pesados, produtos químicos perigosos, atividades repetitivas, outros.
- Assédio Sexual/Moral: descrição cuidadosa das políticas da organização sobre assédio sexual/moral, especialmente sobre o que são comportamentos inadequados.

A Figura 8, ilustra algumas contribuições do *e-learning*, especificamente.

**Figura 8:** Contribuições do *e-learning* corporativo nas estratégias empresarial



Fonte: Autor, adaptado de Marras (2002)

A Figura 8, mostra que um sistema de *e-learning* é capaz de melhorar diversos indicadores de desempenho dentro da organização, inclusive redução de riscos no trabalho. Dentro desta estratégia, as corporações buscam incorporar aos seus sistemas de treinamento, o *e-learning* que possibilita a difusão destes conteúdos de forma sistêmica, possibilitando que o conhecimento chegue a todos os níveis da organização, favorecendo o alcance de seus objetivos e metas, entre elas a redução de acidentes (REASON, 2006).

O *e-learning* surge então como ferramenta de suporte ao processo de desenvolvimento de competências, que é pensado como conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes (isto é, um conjunto de capacidades humanas) que justificam um alto desempenho (FLEURY, 2001). O sistema de educação corporativa, viabiliza uma atuação profissional diferenciada, estimulando o colaborador a construir e/ou modificar a realidade organizacional por meio da reflexão crítica. A educação corporativa, portanto, representa uma escolha estratégica das organizações (EBOLI, 2004).

Inúmeros relatórios, pesquisas e estudos têm mostrado que o *e-learning* nas empresas não está mostrando sinais de desaceleração. Na verdade, um número crescente de indivíduos, empresas e instituições estão se voltando para *e-learning* como reconhecimento da sua eficácia e sua conveniência no processo de gerenciamento da aprendizagem nas organizações. A seguir há algumas estatísticas importantes do desempenho do *e-learning* globalmente.

O mercado global de *e-learning* foi de US\$ 107 bilhões em 2015. O mercado global de *e-learning* individualizado alcançou US\$ 32,1 bilhões em receitas em 2010, com uma taxa de crescimento anual de cerca de 9,2%. Isto significa que o mercado de *e-learning* individualizado deve ter uma receita estimada de US\$ 55,00 bilhões em 2016. Atualmente, cerca de 77% das empresas nos EUA oferecem treinamento corporativo online, no Brasil existem cerca de 15 milhões de empresas ativas, desse total, cerca de 35% das empresas, utilizam para o desenvolvimento profissional e pessoal de seus funcionários sistemas *online* de treinamento (ELEARNINGINDUSTRY, 2016).

### **2.3.1 Vantagens e Desvantagens do uso da tecnologia *e-learning***

Para melhor compreender o *e-learning* é importante também discutir suas vantagens e desvantagens no contexto industrial (HORTON, 2000; CHANG, 2015). Mesmo o *e-learning* sendo um conceito relativamente novo, particularmente para a formação do pessoal nas empresas, tem várias vantagens distintas sobre o treinamento em sala de aula tradicional, como mostra o Quadro 1.

**Quadro 1:** Vantagens do *e-learning*

Vantagens	Descrição
1. <i>E-learning</i> reduz custos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Economiza-se 40-60% das despesas de treinamento em relação ao treinamento tradicional.</li> <li>Economia inclui: Despesas de viagem, custos administrativos, salários, recursos.</li> </ul>
2. <i>E-learning</i> melhora a aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>E-learning</i> usa uma tecnologia de aprendizagem que suporta os estudantes em direção a aprendizagem.</li> <li>- A interação entre pares e instrutores pode ativar os aprendizes</li> <li>- <i>E-learning</i> expõe os aprendizes a dados reais, que permite os aprendizes economizar tempo com busca de informações e também acompanha os aprendizes na análise e coleta dos dados.</li> <li>- <i>E-learning</i> promove em profundidade a experiência de aprendizagem.</li> </ul>
3. Vantagens extras para os alunos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprendiz tem disponível as melhores instruções.</li> <li>- Treinamentos ocorrem "<i>Just in time</i>" no tempo certo.</li> <li>- Aprendizes definem o ritmo e cronograma.</li> <li>- Aprendizes pode ter melhor acesso aos instrutores.</li> <li>- Os treinamentos podem ser adaptados ao estilo do aprendiz.</li> <li>- <i>E-learning</i> produz efeitos positivos</li> </ul>
4. Vantagens extras para os instrutores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instrutores podem ensinar de diferentes lugares.</li> <li>- Instrutores viajam menos.</li> <li>- O conteúdo do curso pode ser dinâmico</li> </ul>
5. Vantagens extras para as Organizações	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>E-learning</i> apresenta treinamentos com alta-qualidade, incluindo treinamentos ao redor do mundo sem precisar viajar.</li> <li>-<i>E-learning</i> cria valiosos recursos de aprendizagem.</li> </ul>

Fonte: Horton (2000) e Chang (2015)

Conforme apresentado, o *e-learning* tem suas vantagens. Porém, a literatura também aponta algumas desvantagens como mostra o Quadro 2.

**Quadro 2:** Desvantagens do *e-learning*.

<b>Desvantagens</b>	<b>Descrição</b>
1. Mais esforço dos instrutores	- Instrutores precisam de mais preparação e facilidade para manusear recursos tecnológicos.
2. Mais esforços requeridos pelos aprendizes	- Cursos online utiliza 20 a 40% mais tempo e dedicação que os cursos tradicionais.
3. Os esforços de converter para <i>e-learning</i> é maior que o esperado	- Converter treinamentos existentes para online é um trabalho complexo e requer muito trabalho do pessoal envolvido.
4. Aprendizagem a distância é impessoal.	- <i>E-learning</i> é geralmente um tipo de aprendizagem a distância e essa forma de aprender é impessoal em relação ao treinamento “face-to-face (cara a cara)” tradicional.
5. Medo da Tecnologia	Muitas pessoas sentem que problemas técnicos podem ser a principal barreira do <i>E-learning</i> .

Fonte: Chang (2015) e Horton (2000)

Além de Horton (2000) e Chang (2015) muitos outros autores têm escrito sobre as vantagens e desvantagens do uso do *e-learning* no ambiente corporativo (Klein e Ware, 2003; Nichols, 2008; Wagner, Hassanein e Head (2008); Algahtani, 2011; Hamid et al, 2015; Arkorful e Abaidoo, 2015; Mazur, 2015). Por exemplo, Wagner, Hassanein e Head (2008) afirmam que o *e-learning* traz perspectivas extras para a interatividade entre alunos e instrutores durante o treinamento, reduz custos de viagens, oferece oportunidades de aprendizagem para um número máximo de alunos, ajuda a compensar a falta de instrutores, facilitadores e salas de treinamento. (Klein e Ware, 2003; Algahtani, 2011; Arkorful e Abaidoo, 2015) afirmam que o modo assíncrono permite que cada aluno possa estudar no seu próprio ritmo, podendo assim, aumentar a satisfação e diminuir o stress durante a aprendizagem.

Outros estudos, também suportam que o *e-learning* possui algumas desvantagens (Almosa, 2002; Collins et al. 2003; Klein e Ware, 2003; Akkoyuklu e Soyulu, 2006; Hamid et al., 2015; Arkorful e Abaidoo, 2015; Mazur, 2015). Por exemplo, mesmo com as afirmações de alguns autores que o *e-learning* pode melhorar a qualidade da aprendizagem, outros autores, como por exemplo, Mazur (2015) argumenta que disponibilizar materiais de aprendizagem on-line, melhorou os resultados somente para formas específicas de avaliação coletiva de aprendizagem. A condenação mais visível do *e-learning* é a completa ausência de interações pessoais, vitais entre alunos, instrutores e coordenadores de treinamento. (MAZUR,

2015). Segundo Almosa (2002), independentemente de todas as desvantagens do *e-learning*, há uma série de benefícios que inspiram o seu uso e também incentiva a busca de maneiras de reduzir as desvantagens.

Alguns autores (Almosa, 2002; Collins et al., 2003; Klein e Ware, 2003; Welsh et al., 2003; Akkoyuklu e Soylu, 2006; Hamid et al., 2015; Arkorful e Abaidoo, 2015) sinalizam certas desvantagens do *e-learning* com intuito de gerir o processo de aprendizagem de um modo mais efetivo. Esses autores, chamam a atenção para os seguintes pontos: 1. *E-learning* como um método de aprendizagem faz com que os alunos convivam com o afastamento, bem como a falta de interação ou relação. Por conseguinte, exige uma disciplina muito forte, bem como habilidades com a gestão do tempo para reduzir tais efeitos. 2. Em matéria de esclarecimentos, oferta de explicações, bem como as interpretações, o método de aprendizagem via *e-learning* pode ser menos eficaz que o método tradicional de aprendizagem. O processo de aprendizagem é muito mais fácil com o uso do encontro face a face com os instrutores ou professores. 3. Avaliações de aprendizagem via *e-learning* podem ser trapaceadas ou copiadas, dificultando a avaliação da eficácia do treinamento. 4. O *e-learning* pode dificultar o processo de socialização dentro da empresa. 5. Nem todos os treinamentos podem ser aplicados via *e-learning*. Por exemplo os que incluem a prática não podem ser adequadamente feitos através de *e-learning*. 6. *E-learning* pode também levar ao uso excessivo dos recursos de informática da Empresa.

Os sistemas de *e-learning* envolvem o uso de ferramentas digitais de ensino e aprendizagem. Ele faz uso de ferramentas tecnológicas para permitir que os alunos estudem a qualquer momento e em qualquer lugar. Isso envolve o treinamento, a entrega do conhecimento e a motivação dos alunos na utilização dos recursos disponibilizados pelo sistema. Apesar de alguns desafios discutidos, sugere-se a necessidade de sua implementação nas empresas, universidades e escolas com o objetivo de aproveitar todos os seus recursos e benefícios em prol de uma melhor aprendizagem.

### 3 MÉTODO

A partir de uma pesquisa *ex-post facto*, com levantamento de registros dos últimos 14 anos, pretende-se analisar a efetividade do *e-learning* na redução de acidentes em uma empresa multinacional do ramo químico.

Para compreensão do método usado, esta seção é discutida nos seguintes tópicos: espaço empírico, breve caracterização do sistema de *e-learning*, procedimento de análise do sistema de *e-learning*, procedimento para análise documental dos registros de acidentes de trabalho e tratamento de dados.

#### 3.1 Espaço Empírico

A Companhia, objeto deste estudo, conecta a química e a inovação aos princípios de sustentabilidade. O portfólio diversificado nas áreas de Químicos Especiais, Materiais Avançados, Ciências Agrícolas e Plásticos, oferece uma ampla variedade de soluções tecnológicas para cerca de 160 países em setores como eletrônicos, químicos, água, energia, tintas e revestimentos e agricultura. A empresa emprega aproximadamente 52 mil funcionários em todo o mundo, 2.536 no Brasil e aproximadamente 240 no estado da Bahia, unidade esta que é o espaço empírico desta pesquisa. Os mais de 5.000 produtos da Companhia são produzidos em cerca de 197 unidades fabris em 36 países.

##### 3.1.2 Breve Caracterização do Sistema de *e-learning* usado na empresa

Nesse estudo, também foi analisado o programa de *e-learning* atualmente utilizado na organização, objeto dessa pesquisa, baseado em padrões e modelos internacionais, visando garantir a interoperabilidade (independência de plataformas) e acessibilidade dos conteúdos educacionais. A responsabilidade por toda a parte de educação e desenvolvimento de pessoal na empresa pesquisada está sob a tutela de recursos humanos, com suporte da área de tecnologia. O objetivo dos programas de treinamento é promover a educação contínua, visando desenvolver as competências globais dos funcionários, favorecendo a viabilização dos objetivos das

unidades de negócio e da visão da empresa. Para isso, adota-se uma diversidade de fontes de conhecimento e incentiva a busca pelo conhecimento onde quer que o funcionário esteja, buscando aumentar a produtividade e a segurança operacional.

O sistema de *e-learning* que foi implementado globalmente pela empresa em 2008 para atender as demandas do programa de treinamento em todas as suas unidades operacionais e escritórios administrativos, localizados em mais de 36 países com um público alvo atual de 52.000 colaboradores que utilizam esse sistema como ferramenta para gerenciamento dos seus respectivos planos de treinamentos, formados por cerca de 15.000 currículos que são constituídos por 30.000 cursos online ou presencial, conforme a função que cada empregado desempenha na Companhia. A plataforma usada por esse sistema é no padrão SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) que segue a interface da IEEE (*Learning Technology Standards Committee*) e IMS (*Global Learning Consortium*) que visam normalizar o formato dos conteúdos de *e-learning* criados e conseqüentemente, evitar problemas de compatibilidade entre os conteúdos e as diferentes plataformas de *e-learning* existentes.

No momento da realização deste estudo, o programa de treinamento da unidade pesquisada, contabilizava 872 cursos que correspondem a 22.160 horas de treinamento que representa em média 92,3 horas de treinamento por funcionário por ano. Para essa pesquisa, foram considerados apenas os cursos realizados totalmente no sistema *e-learning*, dentre os quais são citados alguns, no Quadro 3.

**Quadro 3:** Grade de treinamentos online, realizado no sistema de *e-learning* pesquisado.

<b>Área de Desenvolvimento</b>	<b>Curso</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Público alvo</b>
Pessoas	Estabelecendo Metas	Entender o processo de estabelecimento de metas e como definir metas tangíveis e mensuráveis.	Todos os funcionários
	Gerenciando Conflitos	Desenvolver nos funcionários habilidades e competências na gestão de conflitos e melhores formas de atender as expectativas de todos.	Todos os funcionários
	Gerenciando o Estresse no Ambiente de Trabalho	Agregar ao funcionário técnicas de gerenciamento do stress e desenvolver novas habilidades para enfrentar os desafios corporativos.	Todos os funcionários
	Diversidade e Inclusão	Expandir o conhecimento geral na área de diversidade e inclusão. Desenvolver um entendimento dos diferentes tipos de diversidade e seus impactos práticos no desempenho da equipe e individual. Ajudar as pessoas a trabalhar de forma mais eficaz em equipes diversas. Dar a oportunidade para uma discussão significativa dos comportamentos e processos que incluem ou excluem pessoas.	Todos os funcionários
	Gerenciamento de Desempenho	Prover conhecimento no processo de avaliação de desempenho; Como criar metas mensuráveis e planos de ações reais e efetivos.	Todos os funcionários
	Efetividade de reuniões	Entender a importância de realizar uma reunião efetiva, que garanta a participação de todos e promova resultados esperados.	Facilitadores de reunião

**Quadro 3:** Grade de treinamentos online, realizado no sistema de *e-learning* pesquisado, (Continuação).

<b>Área de Desenvolvimento</b>	<b>Curso</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Público alvo</b>
Operação	Permissão de Trabalho Seguro	Entender termos específicos relacionados ao Padrão de Permissão de Trabalho Seguro (PTS) Definir o escopo e aplicabilidade do Padrão de PTS; entender quando uma PTS é necessária na execução de uma atividade.	Operadores
	Confiabilidade Operacional	Garantir que todo processo operacional segue os padrões definidos pela Empresa que garantem a operação segura	Operadores
	Equipamentos Operacionais	Capacitar todo pessoal operacional no manuseio dos equipamentos operacionais e suas principais defesas.	Operadores
Segurança, Saúde e Meio Ambiente	Equipamentos de Proteção Individual	Capacitar todos os usuários de Equipamentos de Proteção Individual no uso adequado dos mesmos, de acordo com os requisitos de Higiene Industrial da Unidade.	Todos os funcionários
	ISO14000	Definir o que é um Sistema Ambiental; O ciclo do PDCA; Aspectos e Impactos Ambientais; uma visão geral da LAAI (banco de dados de Levantamento dos Aspectos e Impactos Ambientais) e da CAL (planilha de Controle e Avaliação da Legislação); conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável; classificação de resíduos; descarte de resíduo, incluindo forma de descarte dos resíduos gerados e conceito de não conformidade.	Todos os funcionários

**Quadro 3:** Grade de treinamentos online, realizado no sistema de *e-learning* pesquisado, (Continuação).

<b>Área de Desenvolvimento</b>	<b>Curso</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Público alvo</b>
Segurança, Saúde e Meio Ambiente	Ergonomia	Definir ergonomia Listar os efeitos comuns à saúde que a ergonomia pode ter em seu corpo; Descrever o impacto que as lesões relacionadas à ergonomia têm sobre o desempenho de segurança e como minimizar o risco de lesões provenientes desses fatores; Listar e definir os fatores de risco pessoais; Descrever como reconhecer os sintomas das lesões relacionadas à ergonomia.	Todos os funcionários
	Equipamento de Controle Poluição	Capacitar todos os empregados nos sistemas de controle da poluição e desenvolver competência crítica sobre os temas relacionados a proteção do Meio Ambiente.	Todos os funcionários
	Investigação e Análise de Acidentes	Entender o processo de investigação de acidentes, definir causa raiz e traçar plano de ação.	Coordenadores de Investigação
Qualidade	ISO9001	Conhecimento no Sistema de Gestão da Qualidade da Unidade.	Todos os funcionários
	Auditoria	Entender os requisitos relacionados a auditorias e o processo de identificação de não conformidades e emissão de relatórios para alta administração.	Auditores Internos
Liderança	Liderando Equipes	Entender os principais princípios do trabalho em equipe; incentivar a formação de times dentro da Unidade e promover o trabalho colaborativo entre as pessoas.	Líderes

**Quadro 3:** Grade de treinamentos online, realizado no sistema de *e-learning* pesquisado, (Continuação).

<b>Área de Desenvolvimento</b>	<b>Curso</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Público alvo</b>
Desenvolvimento de pessoas	Coaching	Entender o papel do Coach; como identificar comportamentos que contribuem para o sucesso; Conhecer como o Coach muda as pessoas; identificar oportunidades de desenvolvimento nas pessoas.	Líderes
	Respeito e Responsabilidade	Garantir que dentro de sua unidade existe um ambiente de respeito entre as pessoas e que situações adversas serão tratadas e monitoradas.	Líderes

Fonte: Empresa pesquisada (2016)

**Quadro 4:** Grade de treinamentos presenciais, gerenciados pelo sistema de *e-learning* pesquisado.

<b>Treinamentos requeridos por legislação</b>	<b>Curso</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Público alvo</b>
Presencial	Espaço Confinado (NR-33)	Entender termos específicos relacionados ao Padrão de Entrada em Espaço Confinado (CSE); Definir o escopo e a aplicabilidade do Padrão CSE; Descrever as especificações dos equipamentos usados ou trazidos para um espaço confinado.	Operadores Coordenadores
	Trabalhos em Altura (NR-35)	Gerenciamento da prática de trabalho de proteções e prevenção contra queda, críticos à vida.	Operadores Coordenadores
	Caldeiras e Vasos de Pressão (NR-13)	Entender os requisitos mínimos para gestão da integridade estrutural de caldeiras a vapor, vasos de pressão e suas tubulações de interligação nos aspectos relacionados à instalação, inspeção, operação e manutenção, visando à segurança e à saúde dos trabalhadores.	Operadores Engenheiros Coordenadores
	Eletricidade Industrial (NR-10)	Entender a causa de choques elétricos e explicar os efeitos dos perigos de choques. Conhecer os requisitos básicos de segurança elétrica para todos os funcionários, a fim de minimizar a exposição a choques elétricos, reconhecendo e reagindo apropriadamente a qualquer possibilidade de choque elétrico e perigo de incêndio associados a equipamentos dotado de cabo elétrico e plugue de alimentação	Operadores Engenheiros

**Quadro 4:** Grade de treinamentos presenciais, gerenciados pelo sistema de *e-learning* pesquisado, (continuação).

<b>Treinamentos requeridos por legislação</b>	<b>Curso</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Público alvo</b>
Presencial	Equipamentos (NR-12)	Entender os princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos.	Operadores Coordenadores Engenheiros de Manutenção
	Inflamáveis e Combustíveis (NR-20)	Entender os requisitos mínimos para a gestão da segurança e saúde no trabalho contra os fatores de risco de acidentes provenientes das atividades de extração, produção, armazenamento, transferência, manuseio e manipulação de inflamáveis e líquidos combustíveis.	Todos os funcionários

Fonte: Empresa pesquisada (2016)

### 3.2 Procedimento para Análise do Sistema de *e-learning*

Primeiramente, foram extraídas as informações do sistema *e-learning* na intranet da empresa no histórico da fase de implementação, onde há a descrição dos seguintes elementos: interface, usuário, atores, atribuições das ações.

Para obter maiores informações, também foram consultados três gestores globais do sistema, que atuam profissionalmente nas unidades localizadas nos Estados Unidos, Canadá e Alemanha. O gestor global foi escolhido para essa consulta, por ser o cargo responsável pela implementação e gerenciamento global de todo o sistema de *e-learning* na organização. Para essa consulta, foram enviados e-mails, individualmente, perguntando sobre as principais características técnicas do sistema para compor a caracterização do *e-learning* adotado pela empresa.

Com as informações coletadas sobre o sistema, foi usada a linguagem *Unified Modelling Language* (UML) para análise dos atores do processo do *e-learning*, visando identificar os mesmos de forma gráfica, bem como as interrelações existentes. O UML é uma linguagem ou notação de diagramas para especificar, visualizar e documentar modelos de *software* orientados por objetos. Tsarpou e Tambouris (2015) comentam que o UML não é um método de desenvolvimento, o que significa que não lhe diz o que fazer primeiro ou o que fazer depois ou como desenhar o seu sistema, mas ajuda a visualizar o seu desenho e a comunicar para outros. O UML é controlado pelo *Object Management Group* (OMG) que é a norma da indústria para descrever graficamente o *software*. O uso da UML para o desenvolvimento de projetos, baseia-se em sistemas Orientados a objeto. (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2000)

Adicionalmente, para representar as etapas da avaliação das necessidades de treinamento e do sistema de *e-learning* foi utilizado o fluxograma ANSI, desenvolvido pela *American National Standards Institute*. O ANSI é o mais completo dos fluxogramas e mais utilizado, apresentando uma relação fiel da interação entre as etapas do processo. Segundo Harrington (1993), esse tipo de fluxograma tem origem na programação de sistemas, mas atualmente é muito utilizado em gestão de qualidade e negócios. É fundamental que as empresas utilizem e se adaptem aos processos como uma forma de organização e conhecimento da sua estrutura. Nesse processo de conhecimento, os fluxogramas são ferramentas importantíssimas na definição dos processos de trabalho, pois esquematiza e facilita os processos de conhecimento do todo e das partes de uma empresa, além de aprimorar e aperfeiçoar as atividades. “Um fluxograma vale mais do que mil procedimentos. A elaboração de fluxogramas, também chamada de diagramação lógica ou de fluxo, é uma ferramenta inestimável para entender o funcionamento interno e os relacionamentos entre os processos empresariais” (HARRINGTON, 1993, p. 103).

### **3.3 Procedimento para coleta e análise dos dados sobre os acidentes**

O levantamento de registros de acidentes de trabalho, ocorreu por meio do banco de dados da empresa. As fontes de informações quantitativas foram dados de acidentes registrados no Relatório Global de Acidentes (GRI - *Global Reporting Incident*), ao longo do período 2001 a 2015.

O GRI possibilita o registro e a pesquisa dos seguintes dados: Identificação numérica do evento, data do Incidente, mês, horário do evento, responsável pelo registro, área geográfica, unidade, código da localidade, descrição da localidade, tipo da unidade, unidade de processo envolvida, equipamento, situação operacional durante o evento, descrição clara do evento, tipo de empregado envolvido, natureza do evento, parte do corpo afetada, produtos químicos envolvidos, grau de severidade do evento. Esse documento é preenchido por meio de um procedimento padrão da empresa. Os dados do GRI são disponibilizados para leitura e pesquisa na intranet da empresa. Todavia, o preenchimento desse documento é de responsabilidade do engenheiro de segurança ou técnico de segurança do trabalho. As classificações dos acidentes inseridos no GRI, são feitas a partir da realização da análise de causa-raiz de cada acidente.

O método usado de investigação da causa raiz é o dos cinco por quês. A análise de causa raiz consiste na investigação do problema e identificação da (s) sua (s) causa (s) raiz (es) para posterior tomada de ações corretivas. No procedimento da empresa pesquisada, encontram-se os critérios necessários para se iniciar a investigação para determinado evento. Esses critérios estão relacionados ao impacto do incidente para a organização e as legislações locais. A classificação dos acidentes está estabelecida no padrão de investigação de acidentes e incidentes da Empresa, onde se define:

- a) acidentes de baixa severidade: são aqueles sem afastamento, onde não há nenhum dano ao patrimônio, nenhuma lesão ou nenhum vazamento;
- b) média severidade: são aqueles com um a três dias de afastamento, danos ao patrimônio, lesão curável, vazamento de produto não tóxico;
- c) alta severidade quando ocorre invalidez permanente, risco a vida, qualquer vazamento de produto tóxico ao meio ambiente e/ou pessoas.

Com os registros do grau de severidade de cada acidente foi possível obter dados de frequência de ocorrência para cada classificação. Esses resultados possibilitaram identificar os impactos não somente no número de acidentes, como também no grau de severidade dos acidentes. Além disso, foi possível apresentar esses números de 2001 a 2015.

Outro critério de agrupamento feito neste estudo, refere-se à classificação de J. T. Reason (1997). Para agrupar os acidentes de acordo com os tipos de falhas geral, propostos por Reason (1997) - treinamento, manutenção, projeto,

procedimento, equipamento e *housekeeping* – foi necessário analisar os documentos da empresa, específicos da investigação da causa raiz dos acidentes.

Para tratamento dos dados, foi realizada análise estatística descritiva, visando analisar os dados de acidentes e comparar o período anterior à mudança com o período posterior. Com os dados mensais de acidentes, causados por falha no treinamento, realizaram-se análises e gráficos comparativos entre os períodos de 2001 a 2015 mostrando: acidentes de baixa e média gravidade por empregado e acidentes de alta gravidade por empregado.

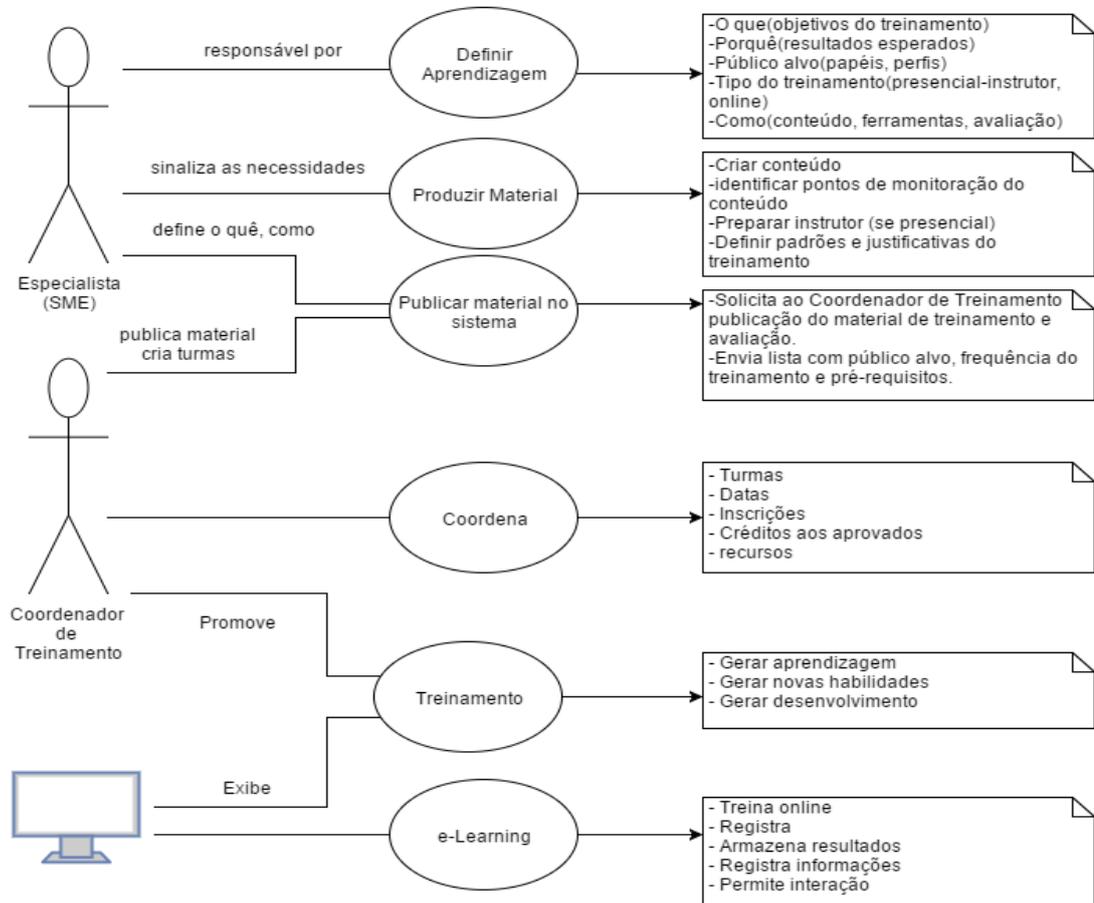
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta sessão apresenta os resultados colhidos na pesquisa, a análise realizada para atingir os objetivos do estudo, e a discussão sobre os mesmos com apoio da literatura.

### 4.1 Representação do Sistema de *e-learning* na linguagem UML

Nessa pesquisa, descreve-se apenas o diagrama de caso de uso, utilizado para se definir as classes e os seus respectivos atributos. Conforme citado por Tsarpou e Tambouris (2015), o diagrama de caso de uso mostra a estrutura estática de um sistema. É composto por um conjunto de classes, atributos, ações que são executadas e o relacionamento entre cada classe (Figura 9).

**Figura 9:** Diagrama de Caso de Uso do *e-learning*



Fonte: Autor

A Figura 9, representa o Diagrama de Caso de Uso do programa de *e-learning* da empresa estudada, mostrando a comunicação com os usuários do sistema e com o cliente, além de mostrar os recursos necessários que o sistema deve ter.

Observa-se a existência de dois atores importantes nas etapas do processo de aprendizagem na organização: o especialista denominado SME (*Subject Matter Specialist*) e o coordenador de treinamento.

O especialista é o responsável pela pesquisa, criação e definição dos conteúdos de cada treinamento, além de desenvolver os tipos de avaliação da aprendizagem que serão aplicadas. O sistema de *e-learning* implementado confere ao especialista SME maior facilidade de disponibilizar os conteúdos online, o que conseqüentemente, reduz tempo e custos com a implementação e entrega dos novos treinamentos, conforme sugerido também pela literatura (CHANG, 2015; ARKORFUL E ABAIDOO, 2015; WAGNER; HASSANEIN e HEAD, 2008).

O plano de treinamento é designado pelo Coordenador de Treinamento no momento da integração do funcionário. A definição dos treinamentos aplicáveis segue a matriz de treinamento específica de cada departamento, sendo dividida em treinamentos operacionais, treinamentos de segurança, treinamentos de qualidade, treinamento de laboratório, treinamentos de gestão ambiental e formação geral (padronizado para capacitar os funcionários nos processos de trabalho, ferramentas eletrônicas e estilos sociais de comportamento dentro da organização). O controle da realização dos treinamentos pelos funcionários é feito mensalmente pelo coordenador de treinamento, juntamente com as lideranças de cada departamento que define como meta individual de cada empregado a realização de 100% de todos os treinamentos que está amarrada ao plano de desenvolvimento do empregado e sua premiação de desempenho. Desta maneira, a organização mantém 100% de conformidade em treinamento no sistema e garante que os conteúdos disponibilizados no *e-learning* sejam continuamente, verificados por todos os funcionários.

As frequências dos treinamentos são definidas conforme a complexidade do conteúdo estudado e legislação local, na maioria dos casos, utiliza-se a frequência anual para os treinamentos de emergência e operacionais críticos, a frequência trienal para os procedimentos de rotina e padrões da Empresa e os treinamentos de baixa complexidade ou relacionados a comportamento e desenvolvimento pessoal,

acontecem apenas no período de integração do funcionário. Em todos os treinamentos são realizados teste de proficiência e os resultados ficam armazenados no sistema de *e-learning* na pasta histórico de treinamentos de cada empregado.

O ator coordenador de treinamento que é responsável pelo gerenciamento do sistema, também é o profissional que disponibiliza os cursos criados, cria as turmas, programa os cursos, divulga os resultados e emite relatórios de desempenho. A sua função foi significativamente beneficiada pelos novos recursos oferecidos pelo *e-learning*, pois, o novo modelo online de organização de currículos, turmas e comunicação com os empregados, confere uma melhor estrutura de gerenciamento que permite emitir relatórios que mostram os resultados e desempenho individuais dos funcionários de forma rápida e online. Na última etapa, há o computador que serve de interface entre o sistema e o usuário, permitindo acesso a qualquer momento e em qualquer lugar, dentro ou fora da empresa.

Essa facilidade de acesso e os demais recursos mostrados na Figura 9, confere ao *e-learning* vantagens citadas por Chang (2015) e Mazur (2015) tais como: expõe os aprendizes a dados reais, que se permite economizar tempo com busca de informações, acompanha os aprendizes na análise e coleta dos dados, promove em profundidade a experiência de aprendizagem.

O modelo de *e-learning* representado no diagrama é assíncrono, que possibilita ao empregado realizar seus treinamentos de forma individual, sem intermediação de um instrutor, no seu próprio ritmo e tempo. Essa vantagem do *e-learning*, discutida na revisão de literatura (Klein e Ware, 2003; Nichols, 2008; Algahtani, 2011; Hamid et al, 2015; Arkorful e Abaidoo, 2015), também foi observada neste estudo. Nota-se que essa independência na execução de seus treinamentos pode aumentar a adesão nos treinamentos. Outra vantagem potencial, mostrada no diagrama e citada por Holmes e Gardner (2006), são os recursos para avaliar os empregados, uma vez que são fundamentais no processo de monitoramento do desenvolvimento dos empregados.

O sistema de treinamento, utilizado antes da implantação do *e-learning*, era controlado por uma planilha em Excel, que listava todos os treinamentos necessários para cada funcionário, não existia uma definição de currículo específico por função e os conteúdos eram desenvolvidos por unidade operacional para atender as necessidades locais de treinamento. Todo material de treinamento era impresso e a realização dos módulos era gerenciada pelo coordenador de

treinamento da unidade. Os conteúdos eram divididos em módulos e consideravam os treinamentos nos padrões operacionais, padrões de segurança e treinamentos presenciais para desenvolvimento dos recursos humanos em temas como diversidade e estilos sociais de comportamento. A quantidade de treinamentos individuais por funcionário era anualmente em média de setenta e quatro treinamentos com aproximadamente duas horas de duração por treinamento e o número de turmas presenciais por ano era de setenta turmas com vinte alunos em média, envolvendo liderança, cargos gerenciais, administrativos e operacionais.

A decisão de implantar um sistema de *e-learning* na organização começou no momento que indicadores de pesquisas internas, apontavam insatisfação entre os funcionários em relação ao sistema de treinamento tradicional utilizado. Muitos comentários indicavam que o tempo e os custos com treinamento precisavam ser otimizados. A implementação do *e-learning* foi iniciada pelo departamento de recursos humanos em fevereiro de 2007 e finalizada em outubro de 2008, com envolvimento de todos os líderes e coordenadores de treinamento da Empresa. O sistema oferece, treinamento integrado, desenvolvimento dos colaboradores, administração e acompanhamento de aprendizagem. Além disso, fornece recursos completos de aprendizagem para todas as funções globais e específicas por regiões geográficas, incluindo acompanhamento da conformidade de treinamento a nível da unidade local. Os maiores usuários do sistema são dos departamentos de operações, logística, pesquisa e desenvolvimento, administração, marketing e vendas, ciências agrárias e recursos humanos.

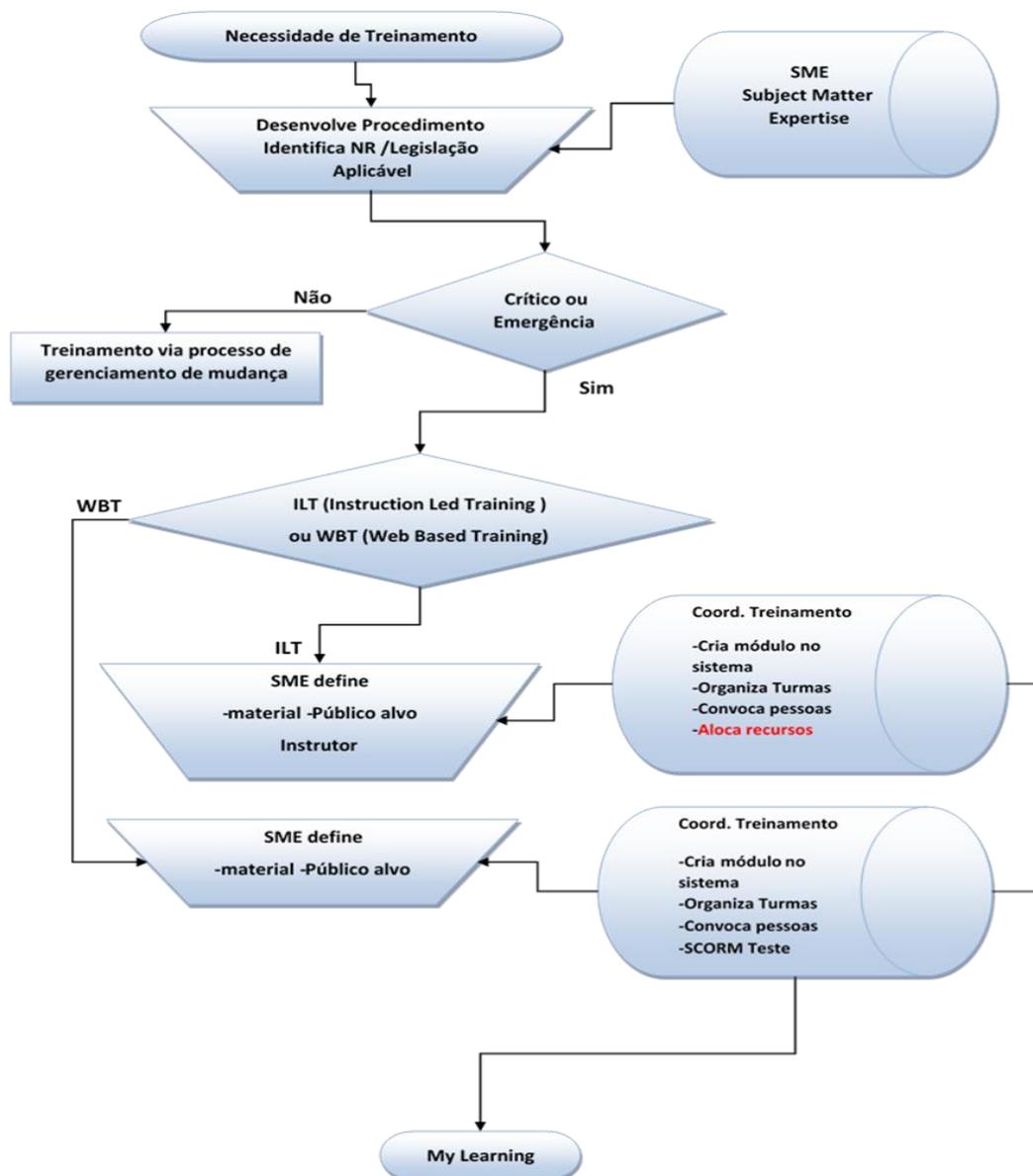
Na atualidade, a estrutura do sistema de *e-learning*, implementado em 2008, é totalmente online e globalmente utilizado em todas as unidades da empresa. No procedimento de gestão do sistema de *e-learning* da Empresa, encontra-se definido as principais diretrizes, relacionadas ao gerenciamento e conformidade dos treinamentos de todos os funcionários e contratados. Os principais requisitos referem-se à obrigatoriedade de todos os funcionários manterem os treinamentos mandatórios de segurança, saúde e meio ambiente em 100% de conformidade, principalmente os treinamentos nos padrões de segurança tais como: trabalho em altura, espaço confinado, eletricidade, segurança em equipamentos, radioproteção e proteção respiratória e auditiva, bem como em todas as normas regulamentadoras aplicáveis na unidade. A manutenção desse índice de conformidade é garantida, a partir de uma política rigorosa de avaliação de desempenho que reduz a

participação nos lucros e prêmio de desempenho, caso o empregado encontre-se com treinamentos vencidos no momento de sua avaliação de desempenho, realizada, anualmente, com sua liderança.

#### **4.2 Representação do Sistema de *e-learning* utilizando o fluxograma ANSI**

Na análise feita ficou evidenciado que a empresa inicialmente realiza uma avaliação das necessidades de treinamento interna (ANT), que segue o fluxo descrito na Figura 10.

**Figura 10:** Fluxograma da avaliação de necessidade de treinamento.



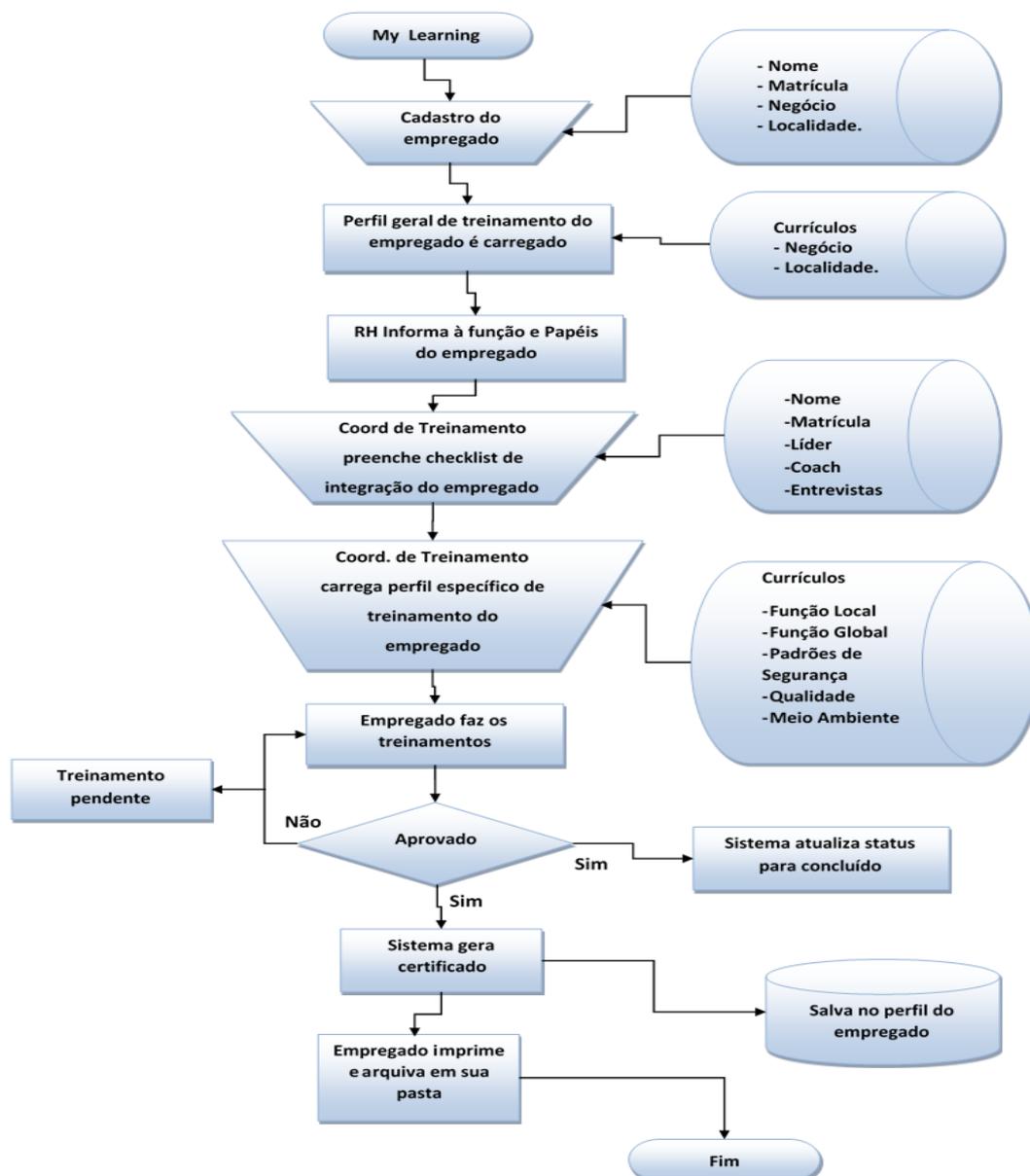
**Fonte:** Autor

Anualmente, os coordenadores de treinamento juntamente com os líderes de unidade fazem a avaliação das necessidades de treinamento (ANT). Nessa etapa, há a revalidação das funções de cada empregado, determinando os treinamentos requeridos e avaliando o atual nível de habilidades e competências versus os requerimentos da função para que seja validado seu plano de treinamento individual e possa refletir as necessidades de mudança exigidas pela função. Concluído essa etapa, os treinamentos são desenvolvidos e disponibilizados no sistema de *e-learning*, utilizado pela empresa.

A experiência com a avaliação de necessidades na empresa investigada corrobora a importância dessa etapa no processo de coleta e análise das informações necessárias para o desenvolvimento do programa de treinamento, alinhado com os objetivos e metas da empresa, juntamente com as necessidades de desenvolvimento de cada empregado, conforme citado pelos autores (BROWN, 2002; CLARKE, 2003 e SHEPERD, 1995).

A Figura 11 descreve as etapas o sistema de *e-learning* atual da empresa pesquisada.

**Figura 11:** Fluxograma do sistema *e-learning* atual



Fonte: Autor

Com esse sistema de *e-learning* para gerenciamento dos treinamentos, representado na Figura 11, houve uma melhoria significativa no processo de transmissão do conhecimento dentro da organização. A difusão dos procedimentos e normas dentro da empresa, tornou-se mais dinâmica e eficiente para os trabalhadores, e conseqüentemente a empresa ganhou com melhor performance e valorização de sua mão de obra, que se torna mais qualificada e preparada para o cenário mundial.

As principais dificuldades enfrentadas no processo de migração entre o sistema anterior para o sistema online foram aquelas relacionadas à conversão dos treinamentos físicos existentes para online, citado por Chang (2015) como uma das desvantagens na implementação, pois, trata-se de um trabalho complexo e requer muito empenho do pessoal envolvido e dos funcionários no uso da ferramenta. As barreiras de implementação foram resolvidas com a sinergia do time, na execução dos trabalhos pré-definidos e nos treinamentos previamente definidos para os futuros usuários do sistema.

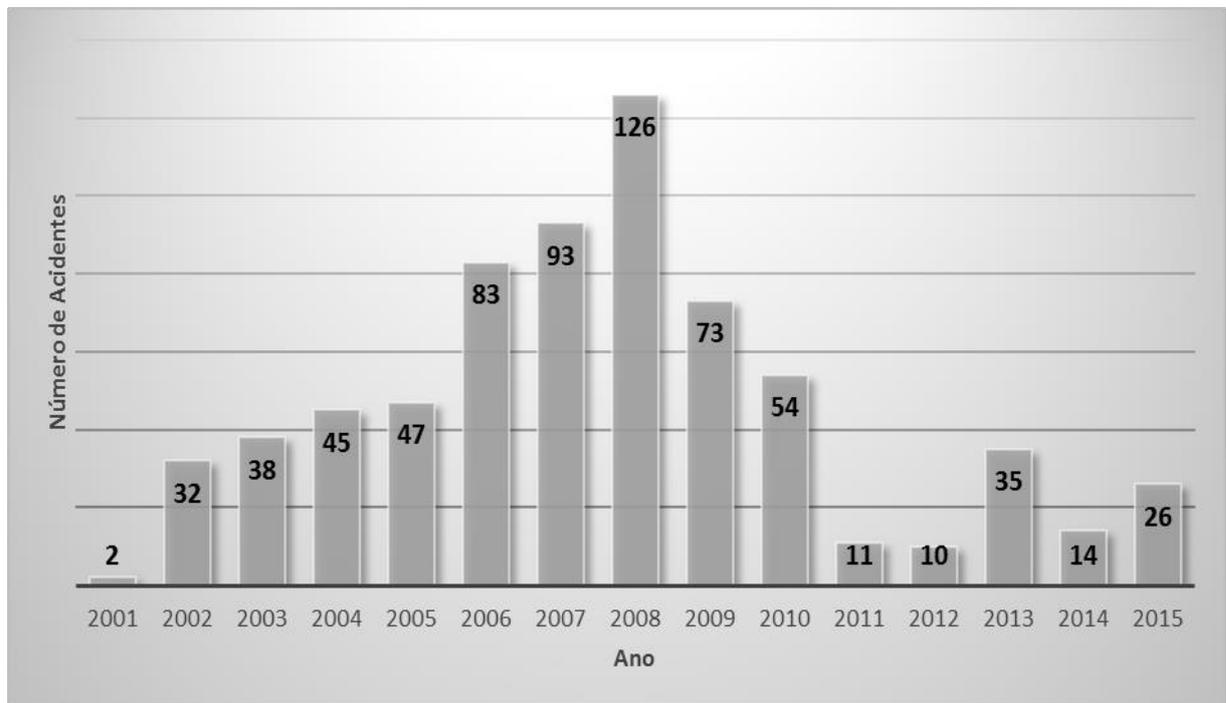
Neste novo sistema de *e-learning* implementado, ocorreu um aumento significativo do número de treinamentos por funcionários, consequência da globalização do sistema e da demanda por novos conhecimentos e habilidades requeridos dentro da organização. A quantidade média de treinamentos por funcionário passa de setenta e quatro para noventa e dois treinamentos em média por funcionário ao ano, entretanto, o tempo médio por treinamento reduz de duas horas para aproximadamente uma hora no novo sistema *online*, o que representa um ganho de 58% que poderá ser utilizado pela empresa para realização de atividades de convivência e temas relacionados a saúde, diversidade e lazer. O número de classes presenciais é reduzido de setenta turmas para trinta e seis/ano, que representa uma redução de quase 51% na quantidade de classes presenciais, isso significa, redução de tempo em sala de treinamento, alocação de recursos e despesas com viagens. Desta forma, atende-se a meta da empresa de redução de tempo e custos com treinamentos presenciais e mantém-se o sistema de treinamento em conformidade em toda a empresa. Essa constatação, vai ao encontro da discussão realizada por Chang (2015) que sustenta a ideia de que os sistemas de treinamento via *e-learning* reduz custos, em torno de 40-60% das despesas com treinamento em relação ao treinamento tradicional. Essa economia inclui: despesas de viagem, custos administrativos, salários e recursos. Algahtani,

(2011) e Hamid et al, (2015) também confirmam, através de seus estudos, que a utilização de sistemas de *e-learning*, no ambiente corporativo, reduz custos com treinamento, favorece a flexibilidade e minimiza o tempo fora do posto de trabalho. Assim, percebe-se que investimentos em sistemas de treinamentos online, representam uma escolha estratégica das organizações, o *e-learning* surge então, como ferramenta de suporte ao processo de desenvolvimento de competências, conforme citado anteriormente por (EBOLI, 2004).

Contudo, importante ressaltar aqui que nem todos os treinamentos podem ser exclusivamente pelo *e-learning*. Há treinamentos que são presenciais, pois envolvem capacitação em atividades de alto risco que necessitam de treinamentos presenciais com práticas e testes escritos. Por exemplo: treinamentos relacionados com as Normas Regulamentadoras – NR10 (trabalhos com eletricidade); NR13 (vasos de pressão e caldeiras); NR12 (máquinas e equipamentos) e NR20 (produtos inflamáveis e combustíveis). Nesses casos, o treinamento não é realizado no *e-learning*, mas são gerenciados por esse sistema online como na etapa de criação da turma, inscrição, ementa, público-alvo e programação das datas de realização do treinamento. Essa funcionalidade, contribui para o acompanhamento do treinamento presencial e garante sua aplicação, periodicidade e alocação de recursos e manutenção dos registros de conformidade do curso.

#### **4.3 Análise Descritiva dos Índices de Acidentes**

Os registros utilizados nesta pesquisa contemplaram 689 acidentes, ocorridos na empresa no período de 2001 a 2015. Esses dados foram analisados por meio da estatística descritiva, como mostra o Gráfico 2.

**Gráfico 2:** Número de ocorrências de acidentes por ano (2001 a 2015)

Fonte: Autor

O objetivo do Gráfico 2 é apresentar os dados de uma maneira concisa e que permita extrair informações sobre o comportamento dos dados de forma mais precisa. Verifica-se que em 2008 ocorreu um número elevado de acidentes, superior a todos os outros anos pesquisados. Uma hipótese identificada nas entrevistas realizadas com os gerentes de manutenção, produção e projetos para essa explicação, relaciona-se ao processo de migração do sistema anterior para o sistema *online*, que gerou uma grande defasagem nos currículos dos empregados. Como todo processo de migração, conforme já analisado por Chang (2016) nas desvantagens de uso do *e-learning*, muitos treinamentos podem deixar de ocorrer ou não estarem tão efetivos em diversas rotinas operacionais, podendo gerar os acidentes por falha de treinamento. Nesse momento de mudança entre o antigo sistema e o novo sistema a empresa deve manter inicialmente uma redundância entre os dois sistemas com o objetivo de evitar possíveis lacunas no processo de aprendizagem que possam gerar acidentes. Para reforçar esse “*gap*” da migração, percebe-se no Gráfico 2, que a regularidade do sistema começa a ser evidenciado

em 2009, quando todas as classes anteriormente existentes foram migradas para o novo sistema online.

Nota-se uma tendência de crescimento no número de acidentes de 2001 a 2008, tendência esta que foi revertida, no período imediatamente posterior à implementação do programa de *e-learning*. Depois da implementação do *e-learning* em 2008, ocorreu uma redução média de 32% no número total de acidentes em relação ao período de 2001-2007. Desta forma, observa-se que a distribuição dos dados quantitativos discretos do número de acidentes por ano, mostra uma redução do número de acidentes depois de 2008, ano da implementação do sistema de *e-learning* na empresa. Esses resultados são indícios de que o novo sistema de gerenciamento de aprendizagem (*LMS – Learning Management System*), baseado em *e-learning*, contribuiu para a redução dos acidentes na empresa pesquisada.

Buscando compreender melhor o grau de severidade desses acidentes, antes e depois de 2008, segue a Tabela 7.

**Tabela 7:** Análise estatística conforme o grau de severidade dos acidentes

Ano	Número total de empregados na Unidade	Número de acidentes			Total de Acidentes/ ano
		Baixa Severidade	Média Severidade	Alta Severidade	
2001	915	2	0	0	2
2002	905	9	15	8	32
2003	901	12	17	9	38
2004	920	15	19	11	45
2005	926	10	22	15	47
2006	919	29	32	22	83
2007	917	28	38	27	93
2008	920	49	46	31	126
2009	924	32	23	18	73
2010	915	27	15	12	54
2011	912	8	1	2	11
2012	899	8	1	1	10
2013	890	29	5	1	35
2014	884	11	1	2	14
2015	876	21	4	1	26

Fonte: Autor

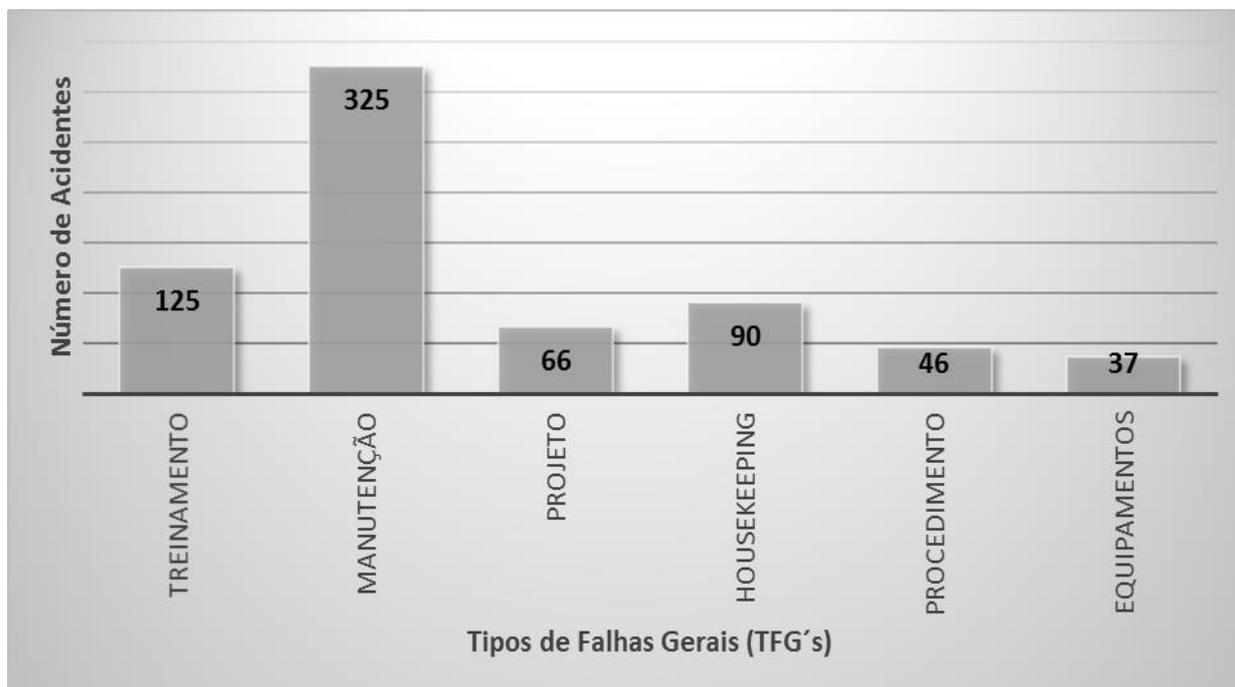
Legenda: Acidentes de baixa severidade - são aqueles sem afastamento, onde não há nenhum dano ao patrimônio, nenhuma lesão ou nenhum vazamento; média severidade: são aqueles com um a três dias de afastamento, danos ao patrimônio, lesão curável, vazamento de produto não tóxico; alta severidade: quando ocorre invalidez permanente, risco a vida, qualquer vazamento de produto tóxico ao meio ambiente e/ou pessoas.

A Tabela 7 mostra que de 2001 a 2015 não ocorreu uma mudança significativa no número de empregados que pudesse interferir no estudo realizado e na oscilação de acidentes por tal motivo. Por outro lado, a severidade dos acidentes de trabalho variou ao longo dos anos, tendo destaque o ano de 2008, que apresentou maior número de acidente com grau de severidade tanto média (n=46) quanto alta (n=31). Observa-se que após 2008, período de consolidação do *e-learning*, obteve-se redução de acidentes com grau médio e alto, diferente da fase anterior que apenas aumentava esse quantitativo.

A expressiva redução dos acidentes com alta severidade, permite discutir que a implementação de sistemas de LMS baseados em *e-learning* em ambientes corporativos pode potencializar o aprendizado, reduzir os acidentes e conseqüentemente melhorar as metas de segurança da organização. Conforme afirma Nazir; Colombo e Manca (2013), nota-se a importância de um sistema de gerenciamento de treinamentos online, na alavancagem da segurança industrial e na melhoria da credibilidade da empresa perante a sociedade. O treinamento fornece ao empregado instrução especializada, necessária para ser proficiente em uma tarefa específica e prática segura de suas atividades laborais. Treinamento é o meio pelo qual o empregador, assegura que os funcionários tenham os conhecimentos e habilidades que eles precisam para fazer seu trabalho corretamente e com segurança.

Para compreender melhor os tipos de falhas que ocasionaram esses acidentes, foram analisados o histórico das causas raiz no documento da empresa GRI desses 689 registros de acidentes. Essa análise possibilitou classificá-los, também, em categorias de acordo com a metodologia de Reason (1997), como mostra o Gráfico 3.

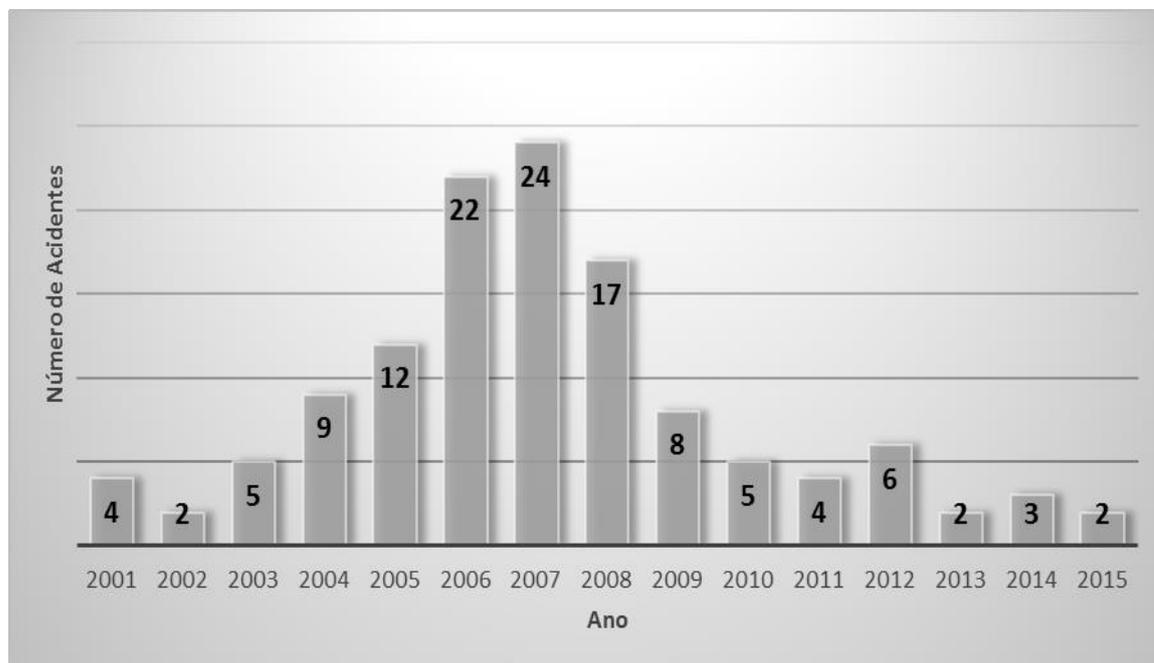
**Gráfico 3:** Número de ocorrências conforme classificação de Reason (1997 / 2011)



Fonte: Autor

Observa-se no Gráfico 3 que a maioria das falhas que ocasionaram esses acidentes estão relacionadas com Manutenção (47%) e Treinamento (18%). As falhas de manutenção, referiram-se aos equipamentos que não receberam a devida manutenção. As falhas de treinamento, referiram-se a ocorrências relacionadas ao fato de não existir treinamento para determinada tarefa ou não ser adequadamente aplicado na empresa. As falhas de *housekeeping*, referiram-se à incidentes gerados por descuido na finalização de uma tarefa (por exemplo, deixar ferramentas que possam atingir funcionários). As falhas de projeto, referiram-se aos projetos mal dimensionados ou construídos. As falhas de procedimentos, referiram-se à não existência ou má elaboração de procedimentos, *checklists* e definição de criticidade e EPIs em tarefas de risco. As falhas de equipamentos, referiram-se à parte técnica do equipamento que pode ser por defeito de fabricação.

Para analisar a contribuição do *e-learning* na redução de acidentes por falhas de treinamento, o Gráfico 4 apresenta a distribuição das ocorrências (n=125) de 2001 a 2015.

**Gráfico 4:** Número de acidentes por falha de treinamento

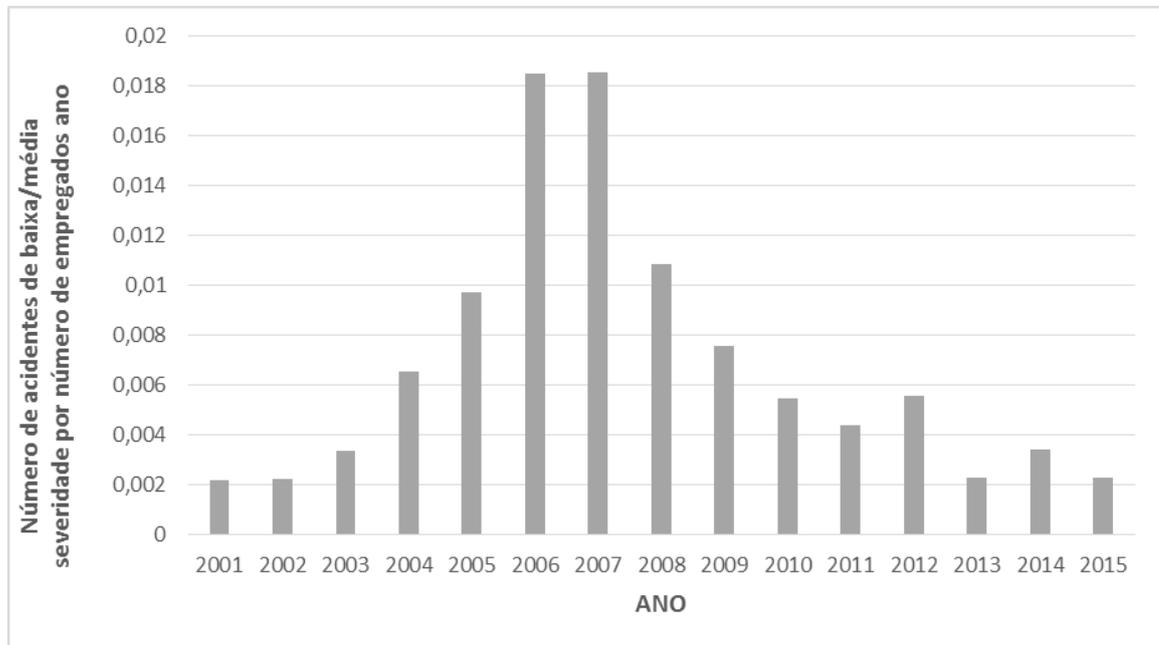
Fonte: Autor

É possível perceber no Gráfico 4 que o número de acidentes aumentou monotonicamente no período anterior à implementação do *e-learning*. Especula-se que a principal razão destes resultados negativos, tenha sido a dificuldade em difundir o conhecimento de forma rápida e efetiva na empresa por meio do treinamento tradicional. Os dados de 2006 e 2007 mostram que, de fato, era urgente a revisão da metodologia de treinamento dentro da empresa.

Após o ano de 2008, verifica-se um decréscimo evidente e significativo no número de acidentes causados por falha em treinamento. Este decréscimo, embora não totalmente monotônico, foi gradual e progressivo. Nota-se que os acidentes, classificados como falhas do sistema de treinamento, reduziram em média de 74% para 26% do total de falhas, depois da implementação do sistema de *e-learning* em 2008. Isso representa, um ganho substancial para o novo sistema implementado. Esse resultado pode ser sustentado com o apoio da literatura, considerando que outras pesquisas também conseguiram verificar a efetividade do treinamento para a redução de acidentes (BURKOLTER et al., 2010; CLARKE e FLITCROFT, 2013). De fato, Cole e Parker (1996) indicam que programas de segurança que contemplam treinamentos em saúde, segurança e meio ambiente, em sua maioria, conseguem manter baixos índices de acidentes e incidentes no ambiente de trabalho.

No Gráfico 5, verifica-se essa importante interface, entre acidentes por falha de treinamento e melhorias nos resultados de segurança operacional nas empresas.

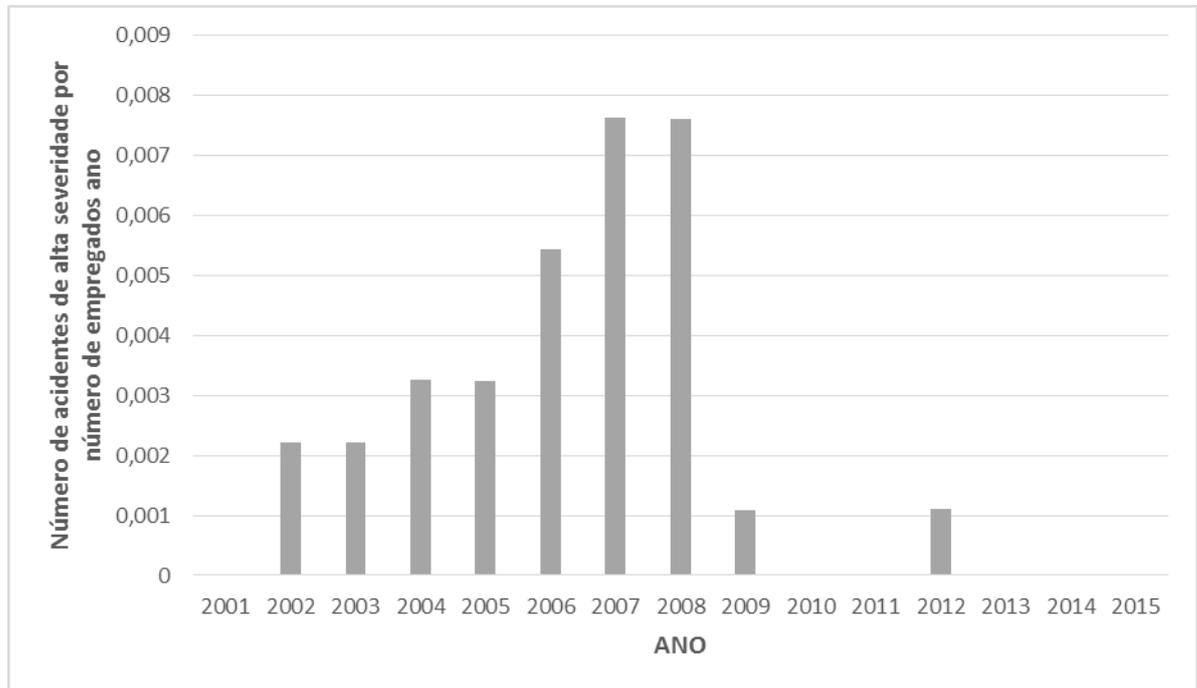
**Gráfico 5:** Acidentes de baixa e média severidade com tipo de falha geral - Treinamento.



Fonte: Autor

Percebe-se no Gráfico 5 que os acidentes de baixa e média severidade causados por falha de treinamento, tiveram uma significativa redução depois da implementação do *e-learning* em 2008. Isso mostra que ações eficazes de investimentos em sistemas *online* de aprendizagem corporativo é uma alternativa para o treinamento formal dentro da empresa. E aprender desta forma, é uma abordagem que resulta em uma base de conhecimentos suficientes para evitar erros, que muitas vezes envolvem acidentes, lesões e incidentes graves dentro da empresa. A formação recebida pelos funcionários, garante a aquisição dos conhecimentos básicos, que permitem aprimoramento das suas habilidades operacionais, conseqüentemente, um melhor nível de consciência das condições operacionais de trabalho seguro na execução de sua rotina de trabalho.

Nesse sentido, verifica-se no Gráfico 6 a importância de um bom sistema de treinamento, pois os resultados mostram que os acidentes por falha de treinamento, com severidade alta, foram reduzidos a quase zero depois de 2008.

**Gráfico 6:** Acidentes de alta severidade com tipo de falha geral - Treinamento.

Fonte: Autor

Os resultados sugerem que o sistema de *e-learning* estudado, favorece na eficiência do programa de treinamento da empresa. Os sistemas de *e-learning* facilitam o acesso a informação, possibilitando que os problemas que ocorrem durante as operações em curso, sejam rapidamente transformados em treinamento, possibilitando antecipar o aprendizado e desta forma, evita-se os mesmos erros, em outras unidades, minimizando as possibilidades de acidente devido a esses problemas.

O uso sistemático da avaliação de necessidades de treinamento da empresa também contribui para essa antecipação de problemas. Coerentemente, Goldstein e Gessner (1988) e Hall (1986) propuseram que as necessidades de treinamento no nível organizacional devem basear-se em necessidades futuras de treinamento para que haja alinhamento com os objetivos e estratégias organizacionais.

Atualmente as empresas da indústria química possuem metas agressivas de redução de acidentes. Operadores de processo que recebem treinamentos mais eficazes e que abordam as melhores práticas na execução de suas atividades operacionais, potencializam ações operacionais mais seguras e eficientes em plantas industriais (SALAS e CANNON-BOWERS, 2001; KLUGE; SAUER e

SCHÜLER, 2009; NAZIR; COLOMBO; MANCA, 2013). Treinamento é um componente essencial na segurança industrial, uma vez que aumenta o nível de habilidades de compreensão, produtividade, motivação, confiabilidade e compromisso entre os empregados treinados (SALAS e CANNON-BOWERS, 2001).

O contínuo investimento nas melhores formas de treinar seus empregados e a garantia na manutenção de conteúdos atuais e importantes para o desenvolvimento de novas competências e habilidades de seus profissionais, tem trazido resultados positivos para as organizações e fortalece as estratégias e competitividade das empresas, pois sustenta a melhoria contínua e direciona recursos para capacitar e desenvolver continuamente seu capital humano.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa avaliou o impacto do sistema de treinamento na redução de acidentes de trabalho e no grau de severidade dessas ocorrências, antes e depois do período de implementação do *e-learning*. Notou-se que no período de estudo (2001-2015), houve redução dos acidentes a partir do momento que o sistema de treinamento da empresa adotou o *e-learning*. O *e-learning* contribuiu também para diminuir a severidade dos acidentes registrados no período da investigação, além de reduzir o número de acidentes causados por falha de treinamento na organização. Esses resultados são indícios do possível impacto da mudança.

Assim, esses resultados conferem ao sistema de *e-learning* credibilidade e eficácia no processo de transmissão de novos conhecimentos para os empregados, destacando a importância de investimentos nesses sistemas de treinamentos voltados para o atendimento das estratégias corporativas e competitividade da organização.

A crescente preocupação com a prevenção de acidentes no trabalho por parte das empresas, contribui para uma estabilização dessas ocorrências, o que reforça a mudança na visão das empresas quanto a estes aspectos. A maioria dos acidentes com trabalhador implica geralmente em afastamento do funcionário de suas atividades e em muitos casos aposentadoria por invalidez. A prevenção é um aspecto essencial na cultura organizacional.

Na indústria química, de uma forma geral, observa-se a necessidade de direcionar esforços para a segurança do trabalho. O ambiente industrial deve possuir mecanismos de controle de risco mais eficazes sobre procedimentos adotados, e equipamentos ou ferramentas utilizadas. Desta forma, a pesquisa mostrou a importância na adoção de sistemas de treinamentos online pelas organizações, pois, esses sistemas são capazes de impactar nos resultados de acidentes e consequentemente, tornar o ambiente de trabalho mais saudável e seguro.

A empresa pode ser beneficiada com o sistema de *e-learning* pelo acesso rápido aos treinamentos sobre as novas máquinas instaladas, os novos procedimentos escritos e as experiências vivenciadas em outras unidades, por exemplo. Um sistema de treinamento *online* pode suprir em curto espaço de tempo

essas necessidades de capacitação do trabalhador, evitando a realização de tarefas de forma irregular, que geram erros e conseqüentemente acidentes.

O *e-learning*, devido a sua rapidez na entrega do conhecimento, pode reduzir lacunas no processo de aprendizagem. Seres humanos são falíveis e erros são esperados, mesmo nas melhores organizações. Erros são vistos como conseqüências, ao invés de causas, tendo suas origens não tanto na perversidade da natureza humana, mas em fatores sistêmicos. Embora não seja possível mudar a condição humana, é possível mudar as condições em que trabalham os seres humanos.

Sistemas de *e-learning* capazes de influenciar na aprendizagem e garantir uma melhor capacitação dos trabalhadores, principalmente nas atividades que podem gerar riscos de acidentes, torna-se fundamental no setor industrial. Desta forma, pode-se sugerir que estudos como esse permitem a construção de um novo conhecimento que permeiam as diversas teorias sobre a eficácia dos sistemas online de treinamento. Esse trabalho, pode servir de base para diversos outros questionamentos acerca da necessidade de melhoria das tecnologias de treinamento, principalmente aquelas relacionados a falhas humanas que podem potencialmente gerar acidentes.

### **5.1 Limitações e Sugestões para Futuras Pesquisas**

Ainda que o estudo tenha apontado resultados positivos, é importante analisar as limitações desta pesquisa. Uma delas refere-se a outros fatores que podem influenciar nos acidentes de trabalho (por exemplo: crise econômica, mudanças organizacionais e nos sistemas de produção outros), bem como na gestão de riscos. Todavia, ressalta-se que não foram observadas grandes transformações no processo produtivo que, desde 2001, na empresa, se destina à produção e comercialização de cloro, soda e derivados de óxido de propileno. As tecnologias de produção são as mesmas desde o início da operação dessa unidade, onde ocorre a extração da matéria prima, utilizada no complexo da Bahia. Os equipamentos produtivos e as linhas de fabricação se mantiveram as mesmas.

Na presente pesquisa foi identificado que apenas pequenas mudanças ocorreram, como a incorporação de *softwares* de controle, analisadores de linha e modernização dos laboratórios e parâmetros de qualidade. Contudo, o

funcionamento, a quantidade de equipamentos e o número de trabalhadores se mantiveram praticamente os mesmos ao longo do período pesquisado.

Sendo assim, numa análise preliminar, conclui-se que foram poucos os outros possíveis fatores que impactaram na redução de acidentes no período sob análise. É importante salientar que os possíveis impactos de mudanças no número de funcionários foram considerados na análise, já que foram criados gráficos de número de acidentes por empregado e não números totalizados apenas.

Como sugestão de estudos futuros está a possibilidade de ampliar a amostra com estudo de múltiplos casos, incluindo o impacto do uso do *e-learning* em mais unidades dessa mesma empresa. Outra possibilidade é o desenvolvimento de um estudo baseado em modelagem de equações estruturais, utilizando uma grande amostra para confirmar o impacto da prática de *e-learning* nos índices de acidentes e em outros indicadores de desempenho operacional. Sugere-se também um estudo do tipo *survey* para verificar os benefícios financeiros do uso da metodologia *e-learning*.

## 6 REFERÊNCIAS

- AKKOYUKLU, B.; SOYLU, M. A study on students' views on blended learning environment. **Turkish Online Journal of Distance Education**, v. 7, n. 3, 2006.
- ALGAHTANI, A. et al. **Evaluating the Effectiveness of the E-learning Experience in Some Universities in Saudi Arabia from Male Students' Perceptions**. 2011. Tese de Doutorado. Durham University.
- ALMOSA, A. Use of Computer in Education. (2nd ed), Riyadh: Future Education Library, 2002.
- ALMOSA, A.; ALMUBARAK, A. E-learning Foundations and Applications, Saudi Arabia: Riyadh, 2005.
- ANTONOVSKY, A.; POLLOCK, C.; STRAKER, L. Identification of the human factors contributing to maintenance failures in a petroleum operation. **Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society**, v. 56, n. 2, p. 306-321, 2014
- ARGOTE, L. **Organizational learning: Creating, retaining and transferring knowledge**. Springer Science & Business Media, 2012.
- ARKORFUL, V; ABAIDOO, N. The role of e-learning, advantages and disadvantages of its adoption in education. **International Journal of Instructional Technology and Distance Learning**, 12 (1), p. 29-42, 2015.
- BARBAZETTE, J. **Training needs assessment: Methods, tools, and techniques**. USA: John Wiley & Sons, 2006.
- BOOCH, G.; RUMBAUGH; J. e JACOBSON, I. **UML: Guia do Usuário**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- BORGES-ANDRADE, J. E. Treinamento de pessoal: em busca de conhecimento e tecnologia relevantes para as organizações. **Trabalho, Organizações e Cultura**. São Paulo: Cooperativa de Autores Associados. Coletânea da ANPEPP, 1996.
- BRAUER, R. L. **Risk management and assessment: Safety and Health for Engineers**. New Jersey: Wiley, 1994. p. 645-663. 2. ed.
- BRASIL. Lei 8213 de 24 de julho de 1991. Dispõe sobre Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Disponível em

<[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/leis/L8213cons.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/leis/L8213cons.htm)>. Acesso em: 22 de junho 2016

BRASIL. **Estatística Saúde e Segurança do Trabalho**. Ministério do Trabalho e Previdência Social, Brasília, DF, 17 junho de 2016. Disponível em: <<http://www.mtps.gov.br/dados-abertos/dados-da-previdencia/estatistica-saude-e-seguranca-do-trabalhador/anuario-estatistico-de-acidentes-do-trabalho-aeat>>. Acesso em: 20 de junho 2016.

BROWN, J. Training needs assessment: A must for developing an effective training program. **Public personnel management**, v. 31, n. 4, p. 569-578, 2002.

BURKOLTER, D.; KLUGE, A.; SAUER, J.; RITZMANN, S. Comparative study of three training methods for enhancing process control performance: Emphasis shift training, situation awareness training, and drill and practice. **Computers in Human Behavior**, v. 26, n. 5, p. 976-986, 2010.

BUSS, M. A. S.; BÜTTENBENDER, P. L.; THESING, N.J. Aprendizagem Organizacional na Indústria Moveleira nas Regiões Fronteira Noroeste e Celeiro–RS, no Âmbito do Projeto Extensão Produtiva e Inovação. **Salão do Conhecimento**, v. 1, n. 1, 2015.

BÜTTENBENDER, P. L. **Estratégia, inovação e aprendizagem organizacional: cooperação e gestão de competências para o desenvolvimento**. Ijuí: Editora da Unijuí, 2008.

CABEZAS, H. R. Análisis de los costes de formación del personal. **Revista española de financiación y contabilidad**, p. 969-982, 1994.

CARDOSO, F. **Gestores de e-learning: saiba planejar, monitorar e implantar o e-learning para treinamento corporativo**. São Paulo: Saraiva, 2007.

CAVALCANTE, F. M.; MONTEIRO, L. F.; BORGES, J. M. Programa de treinamento com ênfase na saúde e segurança do trabalho: uma proposta de modelo para empresa de prestação de serviços em telecomunicações. **Anais do IX Simpósio de Engenharia de Produção**. São Paulo: UNESP, 2002.

CHANG, V. **The role and effectiveness of e-learning for the industry**. Ed.Lambert. United Kingdom, 2015.

CHANG, V. Review and discussion: E-learning for academia and industry. **International Journal of Information Management**, v. 36, n. 3, p. 476-485, United Kingdom, 2016.

- CLARKE, N. The politics of training needs analysis. **Journal of Workplace Learning**, v. 15, n. 4, p. 141-153, 2003.
- CLARKE, S. Safety culture: under-specified and overrated? **International Journal of Management Reviews**, v. 2, n. 1, p. 65-90, 2000. ISSN: 1468-2370.
- CLARKE, S.; FLITCROFT C. The effectiveness of training in promoting a positive OSH culture. **IOSH Reserch Commitee**. United Kindom: IOSH, 2013.
- CLARKE, S. An integrative model of safety climate: Linking psychological climate and work attitudes to individual safety outcomes using meta-analysis. **Journal of Occupational and Organizational psychology**, v. 83, n. 3, p. 553-578, 2010.
- COLE, B. L.; PARKER B. M. Action on worksite health and safety problems: A follow-up survey of workers participating in a hazardous waste worker training program. **American journal of industrial medicine**, v. 30, n. 6, p. 730-743, 1996.
- COLEMAN, M. J. Industry, school, government cooperate in model training for operators. **Tappi jornal**. USA, 1994.
- COLLIGAN, M. J.; COHEN, A. The role of training in promoting workplace safety and health. **The psychology of workplace safety**, p. 223-248, 2004.
- COLLINS, C.; BUHALIS, D.; PETERS, M. Enhancing SMTEs' business performance through the Internet and e-learning platforms. **Education and Training**, v. 45, n. 8/9, p. 483-494, 2003.
- CORREA, C. R.; CARDOSO JUNIOR, M. M. Análise e classificação dos fatores humanos nos acidentes industriais. **Associação Brasileira de Engenharia de Produção**, v. 17, n. 1, p. 186-198, 2007.
- DALMAU, M. et al. A educação profissional, a EAD e as Universidades Corporativas: Um mercado emergente. **Associação Brasileira de Educação a Distância**. Disponível em: < <http://www.abed.org.br>.> Acesso em: 20 abr. 2016, v. 14, 2004.
- EBOLI, M. **Educação Corporativa no Brasil: Mitos e Verdades**. São Paulo: Gente, 2004.
- ELEARNINGBRASIL - Learning & Performance Brasil. **Empresas investem em treinamento de pessoal**. Disponível em: <[www.elearningbrasil.com.br](http://www.elearningbrasil.com.br)>. Acesso em: 20 jun. 2016.

- ELEARNINGINDUSTRY. **Corporate eLearning: News, trends and tips for the best practices in corporate training.** Disponível em: <www.elearningindustry.com>. Acesso em 14 jun. 2016.
- FALCÃO, C.; ROUSSELET, E.S. **A segurança na obra.** Rio de Janeiro: Interciência, 1999.
- FERREIRA, R.R. **Avaliação de necessidades de treinamento: Proposição e aplicação de um modelo teórico-metodológico nos níveis macro e meso organizacionais.** Brasília, 2009. 211p. Dissertação (Mestrado em Psicologia Social) – Pós-Graduação em Psicologia Social, do Trabalho e das Organizações, Universidade de Brasília.
- FERREIRA, V. C.; FORTUNA, A. A.; TACHIZAWA, T. **Gestão com pessoas: uma abordagem aplicada às estratégias de negócios.** São Paulo: FGV, 2006.
- FLEURY, M. T. L.; FLEURY, A. Construindo o conceito de competência. **Revista de administração contemporânea**, São Paulo, v. 5, p.183-196, 2001. ISSN: 1415-6555.
- FREITAS, M. C. D. **Educação Corporativa: Um método de apoio à decisão para implantação nas organizações empresarias.** 180 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- GELLER, E. S. **Cultura de Segurança Total. Professional Safety.** Florida: CRC Press, 1994.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 2010.
- GITAHY, L; CUNHA, A. M.; RACHID, A. Reconfigurando as redes institucionais: relações interfirmas, trabalho e educação na indústria de linha branca. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 18, n. 61, p. 228-253, 1997.
- GOLDSTEIN, I. L.; GESSNER, M. J. Training and Development in Work Organizations. In Cooper, C. L. & Robertson, I. (Eds), **International Review of Industrial and Organizational Psychology.** New York: Wiley, 1988.
- GREEN, A. E. Human factors in industrial risk assessment—some early work. In: **Tasks, errors, and mental models.** London: Taylor & Francis, Inc., 1988. p. 193-208.
- HALL, D. T. Dilemmas in linking succession planning to individual executive learning. **Human Resource Management**, v. 25, n. 2, p. 235-265, 1986.

- HAMID, S.; WAYCOTT, J.; KURNIA, S.; CHANG, S. Understanding students' perceptions of the benefits of online social networking use for teaching and learning. **The Internet and Higher Education**, Elsevier, v. 26, p. 1-9, 2015.
- HARRINGTON, J. Aperfeiçoando processos empresariais. São Paulo: Books, 1993.
- HEINRICH, H. W. et al. **Industrial accident prevention: A safety management approach**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1980.
- HOLLNAGEL, E. Understanding accidents-from root causes to performance variability. In: **Human factors and power plants, 2002. Proceedings of the 2002 IEEE 7th conference on**. IEEE, 2002. p. 1-1-6.
- HOLMES, B.; GARDNER, J. **E-learning: Concepts and practice**. Sage, 2006.
- HORTON, W. K. **Designing web-based training: How to teach anyone anything anywhere anytime**. New York, NY: Wiley, 2000.
- KLEIN, D.; WARE, M. E-learning: new opportunities in continuing professional development. **Learned publishing**, v. 16, n. 1, p. 34-46, 2003.
- KLETZ, T. A.; AMYOTTE, P. **Process plants: A handbook for inherently safer design**. CRC Press, 2010.
- KLUGE, A.; SAUER, J.; SCHÜLER, K. Designing training for process control simulators: a review of empirical findings and current practices. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, v. 10, n. 6, p. 489-509, 2009.
- IBGE, **Pesquisa Nacional de Amostras por Domicílio (PNAD)**, 2013. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1878&z=pnad&o=3&i=P>>. Acesso em: 20 de junho 2016.
- LACOMBE, F. J. M. **Recursos humanos: princípios e tendências**. São Paulo: Saraiva, 2005.
- LAFLAMME, L. Age-Related Injuries among Male and Female Assembly Workers. A Study in the Swedish Automobile Industry. **Relations Industrielles/Industrial Relations**, p. 608-619, 1997.
- LASTRES, H. M.; CASSIOLATO, J. E. **Contribuição do PADCT para a melhoria das condições de competitividade da indústria brasileira**. MCT Brasil- Ministério da Ciência e Tecnologia, 1995.
- MAIA, A.; SAITO, C.; OLIVEIRA, J. Acidentes de trabalho no Brasil em 2013: comparação entre dados selecionados da Pesquisa Nacional de Saúde do IBGE (PNS) e do Anuário Estatístico da Previdência Social (AEPS) do

- Ministério da Previdência Social. **Fundacentro/Serviço de Estatística e Epidemiologia-SEE**. São Paulo, SP, 2013.
- MARASCHIN, C.; AXT, M. Acoplamento Tecnológico e Cognição". In: J. Vigneron e V. B. Oliveira (Org.). **Sala de aula e Tecnologias. São Bernardo do Campo: Universidade Metodista de São Paulo**, p. 39-51, 2005.
- MARRAS, J. **Administração de recursos humanos**. São Paulo: Ed. Futura, 2002
- MARTINEZ, M.; RACHID, A. A Construção da qualificação: um estudo de caso em uma empresa da indústria de linha branca. **Produtos & Produção**, Porto Alegre, RS, vol.8, n. 2, p.87-98, 2005.
- MAZUR, J. E. **Learning and behavior**. Psychology Press, 2015.
- MELO, M. B. F. V. **Influência da Cultura Organizacional no Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas Construtoras**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, SC, Florianópolis, 2001.
- NASCIMENTO, L. P.; CARVALHO, A. V. **Administração de recursos humanos**. São Paulo: Pioneira, 1997.
- NAZIR, S.; COLOMBO, S.; MANCA, D. Minimizing the risk in the process industry by using a plant simulator: a novel approach. **CHEMICAL ENGINEERING**, v. 32, 2013.
- NICHOLS, M. Institutional perspectives: The challenges of e-learning diffusion. **British Journal of educational technology**, v. 39, n. 4, p. 598-609, 2008.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de produção além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997
- OLIVEIRA, F. A persistência da noção de ato inseguro e a construção da culpa: os discursos sobre os acidentes de trabalho em uma indústria metalúrgica. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 32, n. 115, p. 19-27, 2007.
- PARIYANI, A.; SEIDER, W.D.; OKTEM, U.G. Incidents Investigation and Dynamic Analysis of Large Alarm Databases in Chemical Plants: A Fluidized-Catalytic-Cracking Unit Case Study†. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 49, n. 17, p. 8062-8079, 2010.
- PIMENTEL, C.D.C.; SANTOS, N. E-learning: Novos Rumos em Educação e Treinamento. **Cadernos do IME-Série Informática**, v. 13, p. 25-34, 2013.

- RACHID, A.; GITAHY, L. Programas de qualidade, trabalho e educação. **Em Aberto**, v. 15, n. 65, 2008.
- REASON, J. Managing the Management Risk: New approaches to organizational safety. **Reliability and Safety in Hazardous Work Systems**. Hove, UK: **Lawrence Erlbaum Associates**, p. 7-22, 1993.
- REASON, J. **Managing the Risk of Organizational Accidents**. USA: Ashgate, 1997. Reprinted edition 2011.
- REASON, J. **Human error**. Nova York: Cambridge University Press. 2006. 17. ed.
- RODRIGUES, E.; PINHEIRO, M. A. S. Tecnologia da informação e mudanças organizacionais. **Revista de Informática Aplicada**. São Paulo, v. 1, n. 2, 2010.
- ROONEY, J.J.; HEUVEL, L.N.V. **Root Cause Analysis for Beginners**. Quality Progress, 2004, 45-53.
- ROTHWELL, W. J.; KAZANAS, H. C. **Mastering the instructional design process: A systematic approach**. USA: John Wiley & Sons. 2011. 5. ed.
- RUNDMO, T.; HESTAD, H.; ULLEBERG, P. Organisational factors, safety attitudes and workload among offshore oil personnel. **Safety science**, v. 29, n. 2, p. 75-87, 1998.
- SALAS, E.; CANNON-BOWERS, J. A. The science of training: A decade of progress. **Annual review of psychology**, v. 52, n. 1, p. 471-499, 2001.
- SHANNON, H. S.; MAYR, J.; HAINES, T. Overview of the relationship between organizational and workplace factors and injury rates. **Safety Science**, v. 26, n. 3, p. 201-217, 1997.
- SHARIT, J. Human error. **Handbook of Human Factors and Ergonomics**, USA: Wiley, 3. Ed., p. 708-760, 2006.
- SHEPERD, J. C. Training needs analysis. Necessity or luxury?. **Journal of nursing management**, v. 3, n. 6, p. 319-322, 1995.
- SILVA, A. L. G., & LAPLANE, M. F. Dinâmica recente da indústria brasileira e desenvolvimento competitivo. **Economia e Sociedade**. São Paulo: UNICAMP, 1994, 3. ed., p. 81-98.
- SLOMAN, M., **The e-learning revolution from propositions to action**, London: CIPD Publishing, 2001. 1. ed.
- SMITH, T. J. Variability in Human Performance—the Roles of Context Specificity and Closed-Loop Control. In: **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**. SAGE Publications, 2014. p. 979-983.

- SOROKINA, T. S. Industrial hygiene in metallurgy. **STAL'**, p. 77-77, 1997.
- STOREY, J. **Leadership in Organizations: Current Issues and Key Trends**, USA: Routledge, 2016.
- TACHIZAWA, T.; ANDRADE, R. O. B. **Tecnologias da informação aplicadas às instituições de ensino e às universidades corporativas**. São Paulo: Atlas, 2003.
- TapRoot. **7 Secrets of Root Cause Analysis**. Disponível em <<http://www.taproot.com/>>. Último acesso em: 17/08/2016.
- TERNER, G.L.K. **Avaliação da aplicação dos métodos de análise e solução de problemas em uma empresa metalmecânica**. Porto Alegre, 2008. 33-55p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- TSARMPOU, P.; TAMBOURIS, E. Using learning analytics to enhance UML use case diagrams assimilation in a distance education course. **International Journal of Learning Technology**, v. 10, n. 4, p. 274-290, 2015.
- UBEROI, R.S.; GUPTA, U.; SIBAL, A. **Root Cause Analysis in Healthcare**. Apollo Medicine, Vol.1, 2004, 60-63.
- URSPRUNG, R.; GRAY, J. Random safety auditing, root cause analysis, failure mode and effects analysis. **Clinics in perinatology**, v. 37, n. 1, p. 141-165, 2010.
- VIEIRA, F. O.; RODRIGUES, J. R.; SANTOS, V. M.; MIRANDA, C. A. Segurança do trabalho: a persistência de acidentes diante das políticas de prevenção. In: **V Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Gestão do Conhecimento para a Sustentabilidade**. Rio de Janeiro, RJ, ISSN 1984-9354, 2009.
- VREDENBURGH, A. G. Organizational safety: which management practices are most effective in reducing employee injury rates?. **Journal of safety Research**, v. 33, n. 2, p. 259-276, 2002.
- ZEITOUN, H. E-learning: Concept, Issues, Application. **Evaluation**, Riyadh: Dar Alsolateah publication, 2008.
- WAGENAAR, W. A.; REASON, J. T. Types and tokens in road accident causation. **Ergonomics**, v. 33. n.10-11, p. 1365-1375, 1990.

- WAGNER, N. L.; HASSANEIN, K.; HEAD, M. Who is Responsible for E-learning Success in Higher Education? A Stakeholders' Analysis. **Educational Technology & Society**, v. 11, n. 3, p. 26-36, 2008.
- WELSH, E.; WANBERG, C. R.; BROWN, K.G.; SIMMERING; M.J. E-learning: emerging uses, empirical results and future directions. **International Journal of Training and Development**, v. 7, n. 4, p. 245-258, 2003.
- WICK, C. W.; LÉON, L. S. **O desafio do aprendizado: como fazer sua empresa estar sempre à frente do mercado**. São Paulo: Nobel, 1997.
- WOODS, D. D.; DEKKER, S.; COOK, R.; JOHANNESSEN, L.; SARTER, N. **Behind human error**. Ashgate Publishing, Ltd., 2010.