



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

Ricardo Potascheff

**AVALIAÇÃO DA GESTÃO DE SEGURANÇA EM SISTEMAS
COMPLEXOS: UMA ABORDAGEM CENTRADA NA
ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA**

Rio de Janeiro
2011



UFRJ

Ricardo Potascheff

**AVALIAÇÃO DA GESTÃO DE SEGURANÇA EM SISTEMAS
COMPLEXOS: UMA ABORDAGEM CENTRADA NA ENGENHARIA
DE RESILIÊNCIA**

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

Orientador:

Paulo Victor Rodrigues de Carvalho

Rio de Janeiro
2011

Potascheff, Ricardo

Avaliação da gestão de segurança em sistemas complexos: uma abordagem centrada na engenharia de resiliência. – 2011.

xiii, 77 f.: il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2011.

Orientador: Paulo Victor Rodrigues de Carvalho

1. Segurança. 2. Gestão. 3. Resiliência. 4. Risco. I. Carvalho, Paulo Victor Rodrigues. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica e Escola de Química. III. Título.



UFRJ

AVALIAÇÃO DA GESTÃO DE SEGURANÇA EM SISTEMAS COMPLEXOS: UMA ABORDAGEM CENTRADA NA ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA

Ricardo Potascheff

Prof. Paulo Victor Rodrigues de Carvalho

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

Aprovada pela banca:

Presidente Prof. Paulo Victor Rodrigues de Carvalho, DSc. - PEA/UFRJ

Prof. Isaac Jose Antonio Luquetti dos Santos, DSc. - PEA/UFRJ

Prof. Antonio Carlos de Abreu Mol, DSc. – IEN/UGF

Prof. Cláudio Marcio do Nascimento Abreu Pereira, DSc. - IEN/UGF

Rio de Janeiro
2011

DEDICATÓRIA



Dedico essa Tese:

Aos meus pais Aleixo (*in memoriam*) e Léa (*in memoriam*), que, abrindo mão de seus sonhos, investiram em minha formação para que pudesse ter um futuro melhor.

Aos meus filhos Juliana e Flávio, que, mesmo com a minha ausência em momentos importantes para com a nossa família, entenderam que esse desafio representava para mim um crescimento pessoal e profissional e sempre me apoiaram.

À minha esposa Leny, pelo carinho, pela paciência, incentivo e apoio incondicional nessa jornada.

AGRADECIMENTOS



À minha família, pelo amor demonstrado no dia-a-dia e compreensão durante minha ausência nessa jornada.

Ao meu orientador Prof. Paulo Victor Rodrigues de Carvalho pela amizade, orientação e incentivo pois acreditou no meu potencial, mesmo nos meus momentos mais difíceis.

À Coordenadora do Programa de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica & Escola de Química da UFRJ, Prof^a. Cláudia do Rosário Vaz Morgado pela amizade, paciência e incentivo. Uma pessoa de fibra cuja visão merece respeito.

Aos meus amigos da White Martins Gases Industriais Ltda (WMGI)/Praxair que me ajudaram nesse desafio, onde destaco: José Luis Moraes, João Brito, Luiz Heitor, Juliana Schmitz, Ana Melo, Luís Pontes, Marcos Gomes, Juliano Rosa, Ricardo Muñoz, Ivan Barreto, Luiz Antonio Abreu, Pedro Bittar, Julio Souza, Otis Shelton, Algirdas Vilkas, Nirupam Mukherjee, Paulo Godoy.

Ao meu amigo Cesar Ferreira do Nascimento pela fonte de inspiração e apoio incondicionais sem os quais nada disso teria sido possível.

Aos supervisores de segurança: Sonielber Leite, Luiz Sá, Arnaldo Coutinho, Ivan Neto, Priscila Gonçalves, Marisa P. Paschoal, Silvano Cardinelli, Neyla Cecilia G. Diaz, Astrid V. Moreno, J. Paolo Bueno, Tiago Araújo, Helenildo Oliveira, Iberê Arruda, Cláudio Campos, Valdomiro Cunha, Carlos Fuzaro, sentinelas do canteiro de obras que sempre me apoiaram na minha jornada em construções.

Aos meus colegas de turma de mestrado em engenharia ambiental do PEA/UFRJ pelo apoio e pela proveitosa troca de experiências.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram com esse trabalho.

RESUMO

POTASCHEFF, Ricardo. **Avaliação da Gestão de Segurança em Sistemas Complexos: Uma abordagem centrada na engenharia de resiliência.** Rio de Janeiro, 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

Essa dissertação tem como objetivo verificar o nível de resiliência de um sistema complexo composto por um canteiro de obras para a construção e implantação de uma planta química, desde a fase civil até o comissionamento e partida da planta. Nessa verificação de segurança foi utilizada uma matriz de habilidades para um sistema complexo onde foram feitas observações relativas às quatro habilidades características conceituais de um sistema resiliente com o cruzamento das funções organizacionais descritas no DISC model – *Designed for Integrated Safety Culture Model* ou Modelo de Cultura Integrada de Segurança

Palavras-chave: Segurança. Gestão. Resiliência. Risco. Monitoramento. Construção.

ABSTRACT

POTASCHEFF, Ricardo. **Avaliação da Gestão de Segurança em Sistemas Complexos: Uma abordagem centrada na engenharia de resiliência.** Rio de Janeiro, 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

This paper aims to determine the resilience level of a complex system consisted of construction site for a chemical plant erection, since the civil phase through commissioning phase and plant start up. This safety evaluating process used a matrix of complex system skills where many observations were made using the four skills characteristics concepts for a resilient system with the organizational functions described in the DISC model system - Designed for Integrated Safety Culture Model

Keywords: Safety. Management. Resilience. Risk. Monitoring. Construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.1	Matriz de risco tradicional	12
Figura 2.1.2	Matriz de risco – resultados positivos e negativos	13
Figura 2.1.3	Matriz de risco para sistemas ultra seguros	15
Figura 2.2.1	Representação do modelo de Causalidade	17
Figura 2.2.2	Representação do modelo da teoria dominó de Heinrich	21
Figura 2.2.3	Pirâmide de acidentes da pesquisa de Heinrich	23
Figura 2.2.4	Pirâmide de acidentes do ICNA	23
Figura 2.3	Trajetória de um acidente organizacional	26
Figura 4.1	Pirâmide da ICNA com a quantidade de eventos reportados para estabelecimento de sua proporção	56
Figura 4.2	Pirâmide com a quantidade de eventos teóricos que deveriam ter sido reportados no empreendimento estudado	57
Figura 4.3	Pirâmide com a quantidade de eventos efetivamente reportados no empreendimento estudado	57
Figura 4.4	Pirâmide com o percentual de concordância entre eventos teóricos e eventos reportados	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.2.1	Matriz de habilidades para um sistema resiliente	41
Tabela 4.1	Classificação dos eventos de segurança reportados na construção da planta	46
Tabela 4.2	Matriz de qualificação da resiliência do sistema	47

LISTA DE SIGLAS

ACH	Análise de Confiabilidade Humana (ou HRA)
ACT	Análise Crítica de Tarefas
APR	Análise Preliminar de Risco
CAS	Complex Adaptative System (ou SAC)
DDS	Dialogo Diário de Segurança
EPI	Equipamento de Proteção Individual
HRA	Human Reliability Analysis (ou ACH)
LWC	Lost Workday Case
MTE	Ministério do Trabalho e do Emprego (Governo Federal)
NLWC	Non-Lost Workday Case
NR	Norma Regulamentadora do MTE
PCMAT	Programa de Controle do Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção
PCMSO	Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
PT	Permissão de Trabalho
RII	Recordable Injury Incident
SAC	Sistema Adaptativo Complexo (ou CAS)
WMGI	White Martins Gases Industriais Ltda.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	Layout da planta química do empreendimento avaliado	69
Anexo 2	Relatório dos sistemas de observação de segurança em construções – Comportamentos de risco e aderência em segurança	70

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	01
1.1 INTRODUÇÃO	01
1.2 MOTIVAÇÃO/OBJETIVO	01
1.3 CONTEXTUALIZAÇÃO E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	02
1.4 SOLUÇÃO PROPOSTA	03
1.5 QUESTÕES DA PESQUISA	04
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	04
CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	06
2.1 GESTÃO DE SEGURANÇA EM SISTEMAS COMPLEXOS	06
2.2 A GESTÃO PELA EXCELÊNCIA	16
2.3 MODELOS DE GERAÇÃO E ANÁLISE DE ACIDENTES	20
2.4 AS NOVAS ABORDAGENS	27
2.5 A ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA	31
CAPÍTULO 3 – MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DA GESTÃO DA SEGURANÇA EM SISTEMAS COMPLEXOS BASEADO NOS APORTES DA ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA	34
3.1 JUSTIFICATIVA	34
3.2 DESCRIÇÃO DO MÉTODO	34
CAPÍTULO 4 – GESTÃO DE SEGURANÇA EM MONTAGENS INDUSTRIAIS: ESTUDO DE CASOS	42
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO	60
5.1 SÍNTESE	60
5.2 CONTRIBUIÇÕES	62
5.3 LIMITAÇÕES	63
5.4 TRABALHOS FUTUROS	64
REFERÊNCIAS	65
ANEXOS	68

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 – INTRODUÇÃO

Essa dissertação de mestrado tem na sua origem, uma oportunidade de mudança que abracei quando trabalhava no controle de qualidade de uma unidade fabril aceitando um desafio junto à engenharia de segurança da empresa onde trabalho atualmente.

Nessa jornada, tive a oportunidade de liderar uma equipe de supervisores de segurança no setor de construções que atuava fiscalizando, auditando e orientando trabalhadores em diversos empreendimentos no Brasil, e também na América do Sul. Frente a essa oportunidade que se iniciou em 2003, descobri que o conhecimento técnico adquirido ao longo dos anos no controle da qualidade da fábrica não era suficiente para garantir o sucesso na etapa de instalação de uma planta química em um canteiro de obras.

Aprendi que empreendimento bem sucedido era aquele que iniciava e terminava mantendo e cuidando da integridade física dos colaboradores e isso não dependia somente do conhecimento técnico nem de sorte, mas sim, de um conjunto de técnicas de segurança que levariam ao controle do nível de resiliência do sistema. Portanto, sucesso no empreendimento significava execução ou implantação do mesmo no custo planejado na fase de estimativa, cumprimento do prazo estabelecido pelos planejadores para as diversas etapas do empreendimento, garantia da qualidade conforme estabelecido nas normas aplicáveis e no detalhamento construtivo do projeto e acompanhamento do nível de segurança procurando garantir a menor frequência de acidentes, incidentes ou comportamentos de risco. Entretanto esses conceitos se revelaram de difícil cumprimento frente à infinidade de variáveis presentes no canteiro de obras.

1.2 MOTIVAÇÃO/OBJETIVO

O objetivo dessa dissertação é avaliar o nível de resiliência de um sistema complexo, que engloba principalmente a fase de implantação e construtiva que ocorre no canteiro de obras para instalação de uma planta química. Através da

comparação dos resultados obtidos provenientes dos esforços para o atingimento das metas de segurança fixadas para o empreendimento com os indicadores relativos à segurança do sistema podemos determinar o nível de resiliência que o sistema pode atingir e como pode ser melhorado.

A gestão da segurança para a instalação da planta química se baseia em indicadores levam em consideração um sistema de monitoração de segurança que consiste na conjugação de dois subsistemas de observação de segurança comportamental, sendo um deles voltado para comportamentos de risco e condições inseguras, e o outro sendo usado para monitorar a aderência ao processo de segurança estabelecido em normas e regulamentos.

A avaliação do sistema de gestão da segurança a partir dos aportes da Engenharia de Resiliência utiliza conceitos, valores e indicadores, tais como:

- Habilidade de responder;
- Habilidade de controlar ou monitorar;
- Habilidade para antecipar;
- Habilidade de aprender

Quando essas habilidades são examinadas em conjunto com critérios e características definidas para um sistema que tem uma cultura integrada de segurança, permitem qualificar o sistema estudado sob o ponto de vista de sua resiliência, revelando oportunidades de melhoria e segmentos que demandam atenção para se tornar mais resiliente, ou retomar a resiliência planejada para o empreendimento.

1.3 CONTEXTUALIZAÇÃO E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A prevenção de acidentes, incidentes e lesões é uma característica fundamental de qualquer atividade industrial, ou mesmo qualquer grupamento humano organizado segundo NILSEN, (2007). Portanto, reduzir a oportunidade de ocorrência desses incidentes e acidentes que geram perda de tempo, de recursos, danos materiais ou levam à redução da vida laboral de trabalhadores ou perda de vidas e que oneram a empresa e a sociedade, deve ser meta de qualquer organização que admita mão-de-obra celetista ou mão-de-obra terceirizada.

Para tanto, existe uma infinidade de técnicas para controle, medição e acompanhamento do nível de segurança de um determinado empreendimento. Alguns indicadores e oportunidades de aprendizado utilizados nessa avaliação são reativos e dependem da materialização de incidentes ou acidentes para permitir alguma interferência ou melhoria no processo, a saber, frequência de eventos de segurança, taxas de falhas em sistemas, lições aprendidas com eventos indesejados.

No entanto, além das técnicas tradicionais, existe uma visão decorrente da engenharia de resiliência que permite aprendizado de segurança com eventos positivos, ou seja, coisas que vão bem e dão certo em um empreendimento, além do aprendizado decorrente dos eventos indesejados. Essa dissertação faz uma análise do empreendimento estudado para definir o quão resiliente esse sistema está enquadrado na filosofia da engenharia de resiliência.

Segurança não pode ser considerada um produto, mas o resultado da conformidade e planejamento de todos os processos de trabalho postos em “movimento” em todas as atividades desempenhadas em um sistema ou ambientes.

Conforme destaca NASCIMENTO (2010), incidentes e acidentes podem ser evitados e esses eventos geralmente têm na sua causa a mesma origem, formada pela combinação ou interação de ao menos um comportamento de risco – entendido aqui como qualquer ação ou exposição desnecessária ao perigo, como estudado por Choudhry (apud NASCIMENTO, 2010) para atividades em canteiros de obras – e condições inseguras, que podem ser representadas por quaisquer perigos potenciais ambientais.

1.4 SOLUÇÃO PROPOSTA

Segundo HOLLNAGEL (2011) tornar um sistema resiliente agregando e desenvolvendo habilidades específicas da engenharia de resiliência faz com que esse mesmo sistema se torne conseqüentemente mais seguro.

Para tanto, estabelece-se uma matriz de competências que contemplam os pilares da engenharia de resiliência em conjunto com critérios estabelecidos para um sistema que foi projetado para ter uma cultura de segurança integrada.

Segundo MACCHI et al. (2011), cultura de segurança não é somente ter valores corretos de segurança e responsabilidade, mas também uma estrutura organizacional apropriada, processos e recursos adequados que são baseados em uma compreensão sistêmica plena dos perigos e principalmente das vulnerabilidades decorrentes das atividades.

Portanto a avaliação do sistema através dessa matriz permite avaliar a resiliência do sistema estudado e revela os segmentos onde as oportunidades de melhoria contribuirão para tornar esse sistema mais resiliente.

1.5 QUESTÕES DA PESQUISA

Esta dissertação visa contribuir na busca da excelência na gestão da segurança por empresas ou organizações que aspirem lidar com a implantação de novos empreendimentos na área química por meio da constituição e controle das condições de segurança de um canteiro de obras onde se encontra mão-de-obra da própria empresa sob o regime CLT, ou seja, funcionários que atuam em fases de construção civil, montagem eletromecânica, comissionamento e partida, e também trabalhadores terceirizados contratados por empreiteiras.

A questão principal da dissertação é verificar se a estrutura do sistema analisado atende aos requisitos de um sistema resiliente, identificar o nível de resiliência alcançado pelo sistema através da utilização de uma matriz de habilidades e posteriormente fazer comentários sobre a estrutura do sistema destacando pontos positivos e oportunidades de melhoria.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

No Capítulo 1 fazemos a introdução à dissertação descrevendo os motivos que levaram a esse estudo e o objetivo a ser alcançado utilizando métodos para medição do nível de resiliência do sistema estudado. Na contextualização e formulação do problema, consideramos a redução da quantidade de acidentes e incidentes, bem como os comportamentos de risco no canteiro de obras.

No Capítulo 2 abordamos os conceitos de sistemas complexos, apresentando e discutindo suas propriedades visando sua utilização na gestão de organizações

para compreensão dos processos de mudança. Também descrevemos os conceitos e definições de engenharia de resiliência aplicáveis às organizações e sistemas de forma a melhorar o processo de gestão de segurança para torná-los mais seguros. Nesse capítulo descrevemos um breve histórico dos modelos de geração e análise de acidentes.

No Capítulo 3 destacamos alguns meios para que organizações possam aderir às fundamentos da engenharia de resiliência tratando os eventos de segurança de forma pró ativa ao invés de atuar de forma reativa. Para tanto, descrevemos os conceitos do DISC Model ou Modelo de cultura integrada de segurança.

No Capítulo 4 apresentamos um estudo de caso onde o objeto de estudo foi um canteiro de obras para implantação de uma planta química. Nesse empreendimento foi feita uma análise de resiliência utilizando-se uma matriz de qualificação de resiliência proposta por MACCHI et al. (2011). Para avaliar os resultados, foi feita uma comparação dos eventos de segurança reportados durante a vida do empreendimento com a pirâmide proposta pelo ICNA.

No Capítulo 5 os resultados da análise resiliente do sistema são apresentados e tecemos alguns comentários sobre o nível de segurança do empreendimento. Destacamos pontos positivos e oportunidades de melhoria para os próximos empreendimentos.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 GESTÃO DE SEGURANÇA EM SISTEMAS COMPLEXOS

2.1.1 Teoria dos Sistemas Complexos

"A complexidade não é um conceito teórico e sim um fato. Corresponde à multiplicidade, ao entrelaçamento e à contínua interação da infinidade de sistemas e fenômenos que compõem o mundo natural. Os sistemas complexos estão dentro de nós e a recíproca é verdadeira. É preciso, pois, tanto quanto possível entendê-los para melhor conviver com eles." (MARIOTTI, 2000 - texto introdutório disponível em: <http://www.humbertomariotti.com.br/introduct.html>).

Segundo OBADIA (2004) o estudo da complexidade se deriva de muitas disciplinas, cada uma com sua própria linguagem e aplicações especiais que são diferentes da abordagem de sistemas lineares normalmente usadas na engenharia de segurança, como, por exemplo:

- Geometria fractal - matemática;
- Dinâmica não linear - engenharia;
- Sistemas adaptativos complexos - modelagem de computação científica;
- Caos determinístico - matemática;
- Emergência - biologia e ciências sociais.

Formalmente, segundo PAVARD & DUGALE (apud OBADIA, 2004), um sistema começa a apresentar comportamento complexo quando as suas partes constituintes interagem de forma não linear. Enquanto um sistema complicado é aquele formado por muitas partes funcionais distintas mas que são preditivas, o sistema complexo interage com o ambiente e com outros subsistemas de forma não linear resultando em sistemas com propriedades que os tornam não preditivos dentro de um determinado espaço de tempo.

Em sistemas verdadeiramente complexos, é impossível estabelecer um padrão predizível pois qualquer tentativa de se estabelecer um modelo resultaria na perda de suas propriedades – sua linearização e conseqüente simplificação. Na natureza existem sistemas que apresentam diferentes níveis de complexidade, sendo

possível, em alguns casos, obter-se modelos sem perder muitas de suas propriedades. Assim, a questão essencial é saber-se até que ponto as propriedades de sistemas de interesse para análise e projeto se enquadram em uma ou outra condição.

As organizações são sistemas constituídos de seres humanos, que por sua vez são também complexos, cujas interações são tipicamente não lineares, o que nos permite então lhes aplicar essa definição.

Um sistema adaptativo complexo (CAS) se comporta/evolui de acordo com três princípios chave:

- ordem é emergente ao invés de imposta pela hierarquia;
- a história do sistema é irreversível; e
- o futuro do sistema é frequentemente não preditivo.

Os blocos básicos de um CAS são agentes, que constituem unidades semi autônomas que buscam maximizar alguma medida de virtude ou adaptação por meio de sua evolução ao longo do tempo segundo DOOLEY et all (apud OBADIA, 2004).

Esta definição reflete nas organizações a necessidade de existência de um ambiente criativo, do qual possam emergir idéias que sejam catalisadas pelos agentes a partir de um processo de gestão baseado na melhoria contínua e no aprendizado.

Segundo PAVARD & DUGALE (apud OBADIA, 2004) os sistemas complexos apresentam as seguintes propriedades:

- Não determinismo: é impossível antecipar com precisão o comportamento de sistemas complexos mesmo conhecendo a função de seus agentes;
- Estrutura dinâmica / Habilidade de decomposição funcional limitada: é difícil, se não impossível, estudar as partes de um sistema complexo por meio de sua decomposição em partes funcionalmente estáveis. As suas interações permanentes com o seu ambiente e a sua propriedade de auto-organização, permitem que o sistema se auto-reestruture funcionalmente;
- Natureza distributiva de informação e representação: algumas funções de sistemas complexos não podem ser localizadas. Além disso, as relações que

existem entre os seus elementos são estreitas, não lineares e contêm ciclos de retroalimentação positivos e negativos;

- Emergência: um sistema complexo constitui propriedades emergentes que não são diretamente acessáveis (identificáveis ou antecipativas) a partir do entendimento de seus componentes. Fenômenos de emergência ocorrem devido ao padrão de interações entre os elementos do sistema ao longo do tempo. Eles são observáveis no nível macro, apesar de serem gerados por elementos do nível micro.

Segundo SEEL (2000), a utilização da teoria dos sistemas complexos ao campo da gestão das organizações ainda passa por uma discussão, porém "existem muitos que argumentariam que complexidade não é apenas uma metáfora para organizações, mas uma descrição precisa e adequada destas".

De acordo com OBADIA, (2004), a aplicação da teoria da complexidade às organizações traz diversas implicações sobre a sua gestão e sobre as expectativas de aplicação de técnicas correntes de gestão, dentre as quais se ressalta as seguintes:

- Inabilidade para prever o que acontece no sistema: isso tem uma implicação direta na formulação do planejamento estratégico da organização, que deve passar a ser feito a partir de um processo de aprendizado e por técnicas que ajudem a elevar a conscientização e a aumentar a conectividade da organização com o ambiente;
- Inabilidade para controlar o que acontece ao sistema: isso tem uma implicação sobre o modelo mecanicista que ainda prevalece na gestão organizacional e no papel de consultores, gerentes e líderes no sentido de reavaliarem a sua crença de que podem fazer as coisas acontecerem. Uma postura de facilitadores seria uma melhor abordagem;
- Limiar do caos: resumidamente representa o ponto crítico do sistema, onde uma pequena mudança pode levá-lo a um comportamento caótico ou fixá-lo em um comportamento estável, diverso daquele existente num instante anterior. É nessa condição que mudanças podem ocorrer mais fácil e espontaneamente, sendo que um mínimo estímulo pode provocar grandes mudanças.

Segundo OLSON & EOYANG (apud OBADIA, 2004), a teoria da complexidade proporciona uma nova perspectiva, permitindo uma visão mais limpa e mais abrangente do que ocorre nas organizações. "As lições da complexidade podem levar à compreensão e à ação dos agentes da mudança enquanto eles se engajam nos problemas reais dos seus clientes reais". Considera que as pesquisas sobre a teoria da complexidade têm permitido o desenvolvimento de novas maneiras de discutir temas relacionados com a gestão das organizações e que por meio do uso de metáforas, a maneira de pensar dos gerentes sobre os problemas que eles enfrentam pode mudar, afetando as suas decisões do dia a dia.

Ainda segundo SEEL (2000), os seguintes fatores têm um efeito significativo sobre a condição e habilidade da organização para mudança.

- Fluxo da informação: se a quantidade de informação transferida aumentar, um sistema estável se moverá em direção ao limiar do caos;
- Grau de diversidade: se o grau de diversidade dos agentes do sistema e da natureza de suas relações aumentar, um sistema estável se moverá em direção ao limiar do caos;
- Conectividade: um sistema estável pode caminhar em direção ao limiar do caos se houver uma melhor conexão entre os seus agentes;
- Nível de ansiedade: a condição para mudança e a criatividade são inibidas se o nível de ansiedade for muito contido. Por outro lado, se houver excesso de ansiedade haverá uma tendência a um comportamento desorientado;
- Diferenciação de poder: se houver excesso de controle devido a diferentes níveis de poder na organização, a criatividade e a condição para mudança provavelmente serão sufocadas. Por outro lado, se os mecanismos de controle forem muito fracos o sistema poderá ficar com comportamento randômico.
- Auto-organização: padrões ordenados e privilegiados emergem simplesmente como resultado das relações e interações entre os agentes e, simultaneamente, retroalimentam essas interações.
- Habilidade para influenciar: os padrões emergentes do sistema podem ser influenciados, pelo menos quando os agentes do sistema são seres humanos.

Portanto, percebemos uma forte influência do ser humano sobre sistemas complexos onde pode ser considerada uma variável significativa no sistema de gestão de um empreendimento, principalmente em canteiros de obras onde a diversidade de culturas de segurança é muito grande.

A seguir, dentro da proposta dessa dissertação, descrevemos alguns conceitos da engenharia de resiliência de forma a pode integrá-los a um sistema complexo conforme descrito anteriormente para torná-lo mais seguro.

Segundo HOLLNAGEL et al.(2011), um sistema pode ser considerado resiliente se possuir a capacidade para ajustar o seu funcionamento antes, durante ou na sequência de alterações e distúrbios, de modo que possa sustentar as operações necessárias em ambas as condições esperadas e inesperadas. Um sistema resiliente está relacionado a quatro habilidades, sendo elas:

- lidar com o real;
- ter flexibilidade para tratar criticidades;
- antecipar o potencial para lidar com vulnerabilidades e as suas consequências;
- aprender com as ocorrências positivas e negativas

Em um sistema complexo resiliente, essas quatro habilidades devem se manifestar de forma clara e consistente. Entretanto, é necessário entender o quanto de cada de uma dessas quatro habilidades deve ser necessária e em qual proporção, baseando-se principalmente no conhecimento específico que os empreendedores ou responsáveis pelo sistema têm sobre o próprio empreendimento.

Portanto, a maneira como a organização reage aos acontecimentos, acompanha os desenvolvimentos em curso, antecipa futuras ameaças e oportunidades e aprende com os fracassos e sucessos passados semelhantes (ocorridos ou não) no sistema vão definir o quão resiliente o sistema pode ser.

HOLLNAGEL et al.(2011) descreve em seus estudos que uma matriz de risco tradicional caracteriza o nível de risco de possíveis resultados, definindo risco na forma tradicionalmente usada em sistemas críticos e de segurança (como usinas

nucleares) como a probabilidade de materialização de eventos indesejados vezes a gravidade das suas consequências, conforme descrito na Figura 2.1.1.

Observa-se portanto nessa matriz que uma classificação de severidade 4 ou 5 com uma frequência qualquer nos leva a uma condição aceitável onde a condição não demanda um estudo específico. Nessa categoria estariam incluídos os acidentes sem lesão, pequenos danos a propriedades ou equipamentos, problemas operacionais recuperáveis.

		SEVERIDADE				
		5 Negligenciável	4 Desprezível	3 Moderada	2 Severa	1 Catastrófica
FREQUENCIA	1 Frequente	4 - Aceitável	4 - Aceitável	2 - Indesejável	1 - Inaceitável	1 - Inaceitável
	2 Provável	4 - Aceitável	4 - Aceitável	3 - Aceitável com os controles existentes	2 - Indesejável	1 - Inaceitável
	3 Ocasional	4 - Aceitável	4 - Aceitável	4 - Aceitável	3 - Aceitável com os controles existentes	1 - Inaceitável
	4 Remota	4 - Aceitável	4 - Aceitável	4 - Aceitável	3 - Aceitável com os controles existentes	2 - Indesejável
	5 Improvável	4 - Aceitável	4 - Aceitável	4 - Aceitável	4 - Aceitável	4 - Aceitável

Categorias de Frequências

Categoria	Frequência da Ocorrência
1 - Frequente	1 vez em 1 ano (possível de ocorrer frequentemente)
2 - Provável	1 vez em 5 anos (possível de ocorrer sob circunstâncias normais)
3 - Ocasional	1 vez em 15 anos (possível de ocorrer sob circunstâncias não usuais)
4 - Remota	1 vez em 30 anos (possível de ocorrer durante a vida útil da planta)
5 - Improvável	1 vez em 100 anos (possível, mas não provável de ocorrer durante a vida útil da planta)

Categorias de Severidade

Categoria	Interno (Funcionários)	Externo (Comunidade)	Vizinhança
1 Catastrófica	Fatalidade	Lesões múltiplas e possíveis fatalidades	Grande impacto ambiental com significativa responsabilidade / ordenação de custos
2 Severa	Registrável / Perda de um dia de trabalho devido a lesões	Pequenas lesões	Contaminação de lençol d'água, solo e rede de esgoto pública
3 Moderada	Pequenas lesões	Possível impacto público (por exemplo, evacuação)	Pequeno vazamento resultando em violação permitida
4 Desprezível	Sem lesões, pequenos danos a propriedade / equipamentos	Sem impacto público	Sem impacto ambiental
5 Negligenciável	Problema operacional recuperável	-	-

Figura 2.1.1 – Matriz de risco tradicional

Sistemas de segurança baseados nesta abordagem tendem a descartar eventos de muito baixa probabilidade, fazendo com que vulnerabilidades em relação a esses

não sejam tratadas, como ficou demonstrado no recente acidente nuclear de Fukushima no Japão.

Além disso, observamos que essas matrizes de risco somente consideram resultados negativos enquanto, na realidade, podemos esperar dos processos dentro de um sistema, tanto resultados negativos (coisas que podem dar errado) como resultados positivos (coisas que podem dar certo) conforme pode ser visto na Figura 2.1.2.

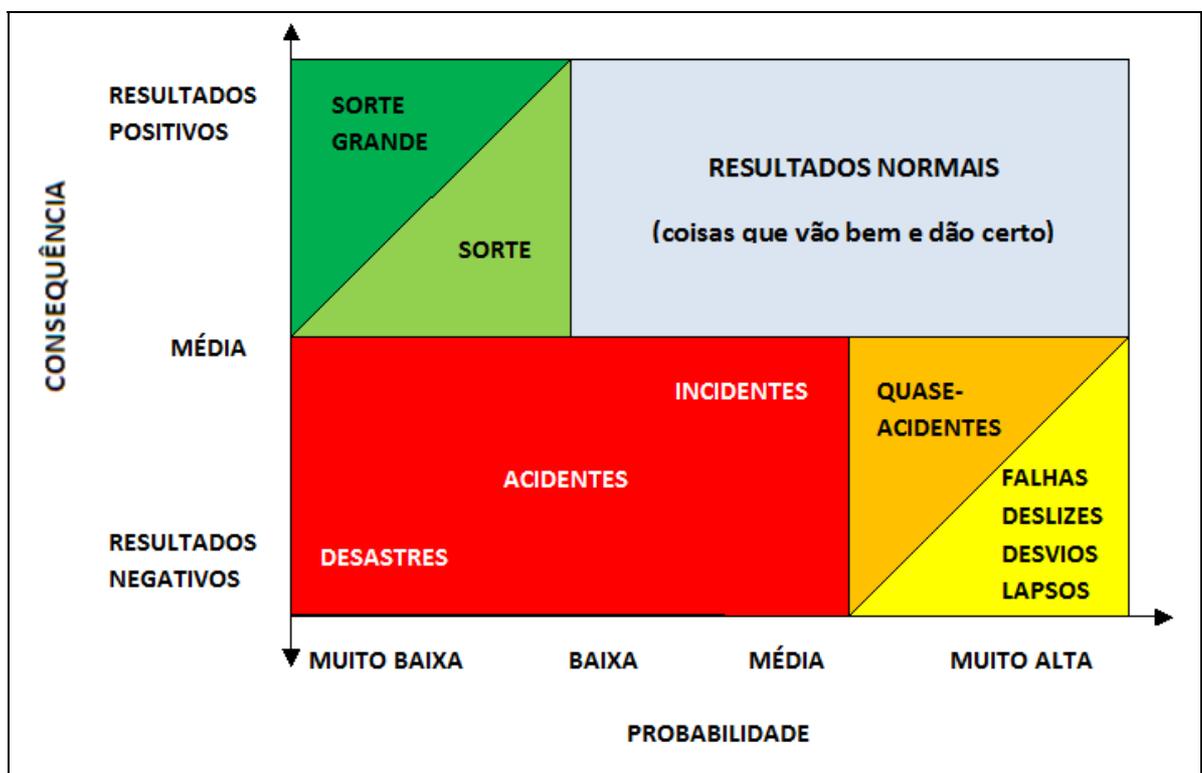


Figura 2.1.2 – Matriz de risco – resultados positivos e negativos.

A Figura 2.1.2 destaca uma matriz onde um eixo indica a probabilidade de ocorrência dos eventos e contempla ambos os resultados negativos e positivos. Observamos nessa matriz que um evento negativo compreendendo um desastre com consequências catastróficas para o sistema possui uma probabilidade extremamente baixa de ocorrer. Da mesma forma, a ocorrência de um evento de tal forma positivo no empreendimento e que pode ser considerado uma “sorte grande” inesperada também possui uma probabilidade extremamente baixa de materialização. Entendemos que coisas que vão bem e dão certo normalmente em

um empreendimento são esperadas e conseqüentemente são consideradas normais. Da mesma forma, e em contrapartida a essa visão positivista, podemos esperar que pequenas falhas, deslizos, desvios e lapsos venham a ocorrer na mesma proporção. Ainda segundo HOLLNAGELL, probabilidade e frequência de ocorrência possuem significados diferentes. Probabilidade trata da oportunidade de materialização de determinado evento enquanto frequência é a quantificação da materialização do evento. É um levantamento factual da ocorrência de determinado evento.

Normalmente a engenharia de segurança tende a prestar mais atenção às coisas que dão errado do que às coisas que dão certo. Isso se explica pelo fato que coisas que dão certo normalmente são esperadas e, portanto, não há necessidade de estudá-las para obter uma compreensão dos eventos que levaram ao sucesso em uma atividade específica. Existe um consenso tácito que o aprendizado pode ocorrer através do estudo de coisas que vão mal (acidentes / incidentes) pois fornecem material concreto para estudo e geram oportunidade de desenvolver normas, procedimentos ou estudos para evitar que desvios voltem a ocorrer.

Paradoxalmente, quanto mais seguro um sistema for, ou seja, quanto menor for a frequência de materialização de eventos indesejados, menor será a oportunidade de estudo e aprendizado decorrente desses eventos pois sua frequência de ocorrência será, conforme esperada, mais baixa. Esse efeito está mostrado nas áreas menores na Figura 2.1.3 para um sistema ultra seguro. Portanto, é mais razoável, segundo a engenharia de resiliência, além de aprender com as coisas que vão mal ou dão errado, aprender também com as coisas que vão bem ou dão certo no sistema, como por exemplo, os quase acidentes. Além disso, a área correspondente aos resultados normais esperados se torna muito maior no sistema ultra seguro. Mesmo assim, não podemos descartar ainda a oportunidade de materialização de falhas, deslizos, desvios, e lapsos nesses sistemas ultra seguros, mesmo que em menor quantidade, mas que também vão permitir um aprendizado importante.

Cabe aqui destacar que a Figura 2.1.3 é uma representação estimada para a ocorrência de eventos e deve ser quantificada especificamente para cada empreendimento individualmente considerando todas as barreiras de segurança e medidas de controle utilizadas no sistema.

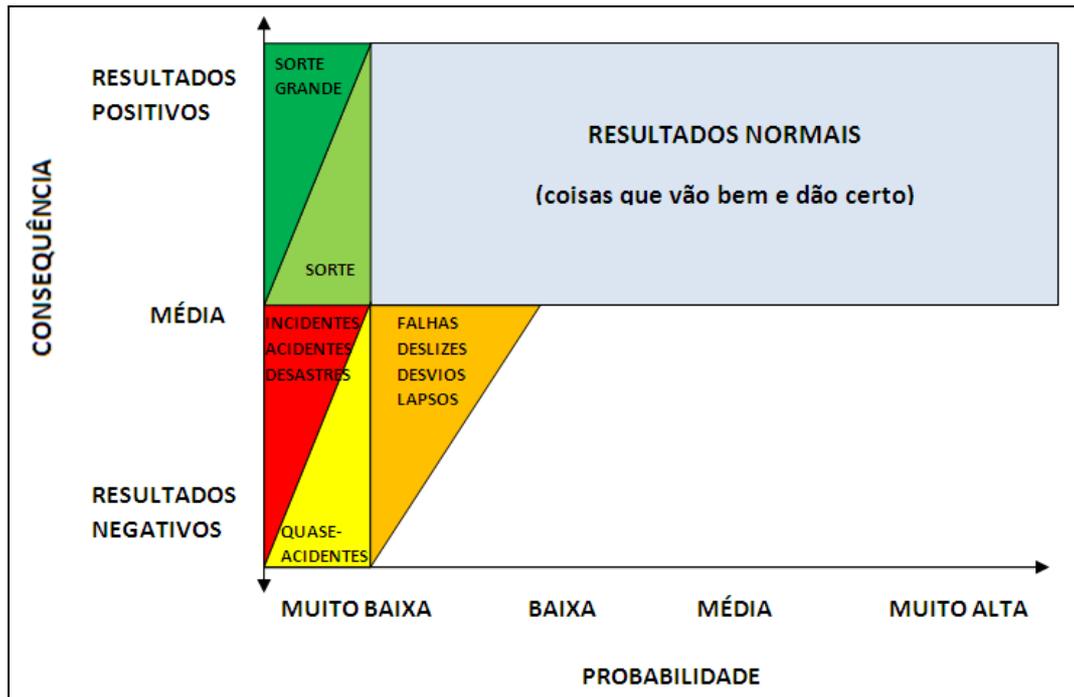


Figura 2.1.3 – Matriz de risco para sistemas ultra seguros

Verificamos portanto que na matriz de risco para sistemas ultra seguros que, em função dos esforços para redução da frequência de materialização de eventos indesejados, as oportunidades de aprendizado com esses mesmos eventos diminuem consideravelmente. Isso se deve ao fato de haver um esforço maior no planejamento da segurança no funcionamento ou operação desse sistema. A região relativa ao funcionamento planejado com resultados normais esperados torna-se conseqüentemente maior e revela uma oportunidade de aprendizado com o que dá certo no empreendimento. Estudos de confiabilidade revelam que mesmo em um sistema ultra seguro, não há garantias que não ocorrerão falhas, deslizos, desvios ou lapsos, mesmo que em menor quantidade, pois sistemas com dependência da atuação do ser humano precisam lidar com as variabilidades no comportamento.

Por isso a engenharia de resiliência trata da maneira como a organização reage aos acontecimentos no sistema, como acompanha os desenvolvimentos que estão em curso, procura antecipar futuras ameaças e vulnerabilidades e oportunidades e tenta aprender com os fracassos e sucessos ocorridos no sistema que vão definir o quão resiliente o sistema pode ser.

2.2 A GESTÃO PELA EXCELÊNCIA

Administrativamente, a melhor maneira de se tratar a segurança em um empreendimento é a que oferece o maior controle sobre sistema a um custo sustentável para a organização e atingindo as metas de segurança baseadas em regras e metas de segurança. Resultado em segurança pode ser entendido como ausência de eventos indesejados, não planejados e que possam apresentar perigos ou riscos desnecessários para os trabalhadores ou ameaças para o desenvolvimento do empreendimento. Também, segundo conceitos da engenharia de resiliência, faz parte da gestão de segurança do sistema aumentar a quantidade de eventos com resultados positivos pois esses são os resultados naturalmente esperados se o processo de segurança for seguido.

Quanto mais resiliente um sistema almejar ser, maior será sua demanda por dados e informações de segurança que permitam antever situações críticas, desvios, deslizos, lapsos e mobilizar recursos para interferir e evitar que o descontrole conduza o sistema ao caos.

Focando esforços especificamente em uma das capacidades que um sistema resiliente deve ter, ou seja, a habilidade de controlar ou monitorar o que é ou pode se transformar numa ameaça em curto prazo, utiliza-se em canteiros de obras, de acordo com NASCIMENTO e FRUTUOSO, (2010) uma combinação de um processo de monitoramento baseado em comportamentos, por meio de um sistema de observação de comportamento de risco e de condições inseguras, juntamente com um sistema de observação baseado em um processo de monitoramento de aderência a regras de segurança. Esses processos podem indicar o nível de conformidade com as regras de segurança pré estabelecidas, práticas operacionais e procedimentos definidos para um empreendimento e aplicáveis a um canteiro de obras. Esse tipo de monitoramento vai ao encontro das premissas estabelecidas nos conceitos da engenharia de resiliência e de um sistema projetado para ter um funcionamento seguro uma vez que permite aos gestores do processo identificar, por meio de gráficos, uma tendência no cumprimento das regras de segurança pelas empreiteiras contratadas ao longo do desenvolver da obra. A Figura 2.2.1 mostra o gráfico que é gerado através da composição das informações de segurança que são levantadas no dia-a-dia no canteiro de obras com checklists de segurança pelos

responsáveis pelo canteiro, técnicos de segurança contratados e outros colaboradores.

Com relação à habilidade de aprender com os fatos, segundo SOUZA (2004), um dos conceitos atualmente utilizados para se conhecer as causas dos acidentes é o Modelo de Causalidade, que fixa os seguintes níveis de causas para a ocorrência do acidente ou perda:

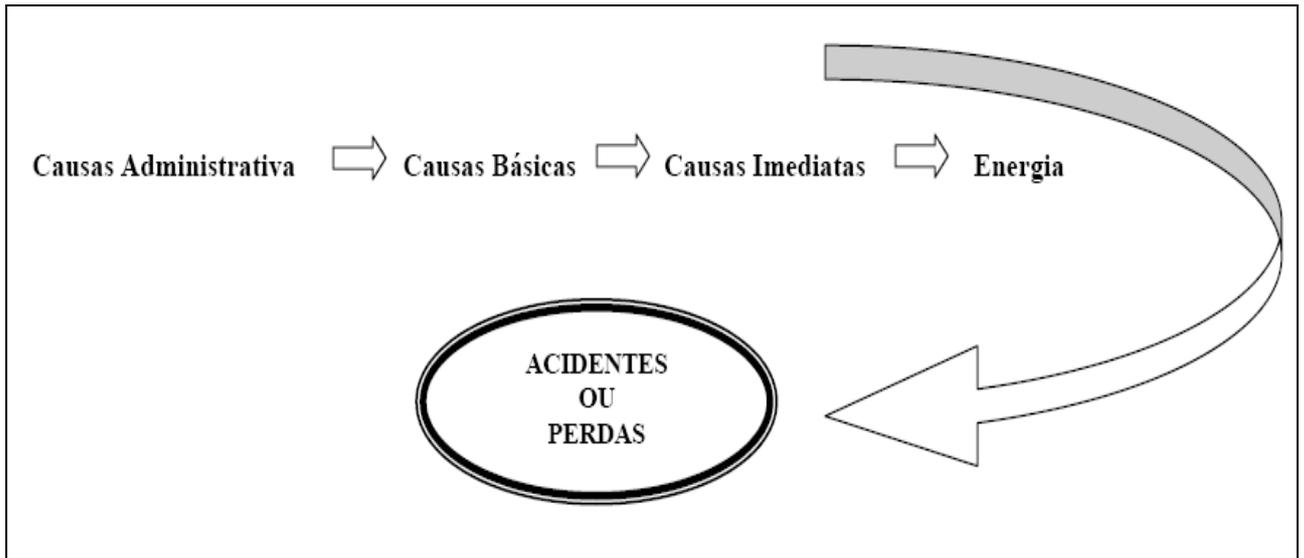


Figura 2.2.1 – Representação do modelo de Causalidade (1)

A classificação das causas que levam a um evento indesejado de segurança é descrita a seguir:

Causas Imediatas - As causas Imediatas de eventos indesejados de segurança são as circunstâncias que precedem imediatamente o contato para a sua ocorrência. Elas usualmente podem ser vistas ou sentidas, são bastante evidentes.

São chamadas também de atos inseguros ou comportamentos de risco inadequados que poderiam permitir a ocorrência de um acidente e condições inseguras, sendo circunstâncias que poderiam permitir a ocorrência de um acidente.

Exemplos de Atos Inseguros / Comportamentos de Risco / Práticas Abaixo do Padrão:

- usar equipamento / ferramenta de modo incorreto, defeituoso ou improvisado;
- remover dispositivos de segurança para realizar uma tarefa, e ao final, não recolocá-los;
- instalar carga de forma incorreta;

(1) SOUZA, C.R.C., *Administração moderna de segurança*. – LATEC set. 2004.

- não sinalizar ou advertir sobre o risco da operação que está sendo realizada;
- operar equipamento sem autorização;
- fazer brincadeiras;
- trabalhar sob a influência de álcool ou drogas;
- realizar manutenção de equipamento em movimento / operação;
- adotar uma posição inadequada para o trabalho;

Exemplos de Condições Inseguras / Condições Abaixo do Padrão

- proteção e barreiras inadequadas;
- ferramentas, equipamentos ou materiais defeituosos;
- espaço restrito ou condicionado;
- sistema de comunicação / advertência inadequado;
- organização, ordem e limpeza deficientes no lugar de trabalho;

SOUZA (2004) destaca que através de aplicação de sistemas de observação de tarefas como, análise crítica de tarefas (ACT), análise preliminar de riscos (APR), inspeções de segurança ou auditorias, e analisando-se as estatísticas de acidentes, tem sido demonstrado, que existe uma condição física abaixo do padrão para aproximadamente cada prática abaixo do padrão, como causa de acidentes.

É essencial considerar estas práticas e condições somente como causas imediatas ou sintomas e fazer um trabalho de diagnóstico de eventos indesejados de segurança que se manifestam através destes sintomas.

Tratando-se os sintomas não garantimos a eliminação das causas básicas latentes no sistema o que leva a repetição dos eventos indesejados.

Causas Básicas - Causas básicas são causas reais por trás dos sintomas; são as razões porque os atos e condições abaixo do padrão ocorrem; fatores que quando identificados permitem uma administração de controle significativa.

A análise e interpretação corretas das causas básicas ajudam a explicar porque as pessoas cometem práticas abaixo do padrão.

Exemplos de fatores pessoais como causa básica:

- capacidade Inadequada (Física/ fisiológica; mental/ psicológica)

- falta de conhecimento (orientação deficiente; treinamento inicial inadequado; reciclagem de treinamento insuficiente;)
- motivação inadequada • Falta de habilidade (instrução inicial insuficiente; prática insuficiente; operação esporádica; falta de preparação.)

Tensão Mental ou Psicológica:

- sobrecarga emocional
- fadiga devida a carga ou as limitações de tempo da tarefa mental
- ordens confusas
- solicitações conflituosas
- frustrações

Motivação Deficiente:

- o desempenho abaixo do padrão é mais gratificante
- falta incentivo
- falta reconhecimento
- não existe intenção de otimizar os tempos ou esforços
- pressão indevida dos companheiros
- falta reforço positivo para o comportamento correto
- exemplo deficiente por falta da supervisão

Exemplos de fatores de trabalho como causa básica:

- supervisão - Lideranças

As causas básicas são as origens das condições e práticas abaixo do padrão.

Entretanto, elas não são o começo da sequência de causa e efeito. O que começa a sequência, terminando em perda, é falta de controle.

Existem três razões comuns para a falta de controle:

- programa de gestão de segurança inadequado,
- padrões inadequados do programa de gestão de segurança
- cumprimento inadequado do programa gestão de segurança.

2.3 MODELOS DE GERAÇÃO E ANÁLISE DE ACIDENTES

HEINRICH et. al. (apud NASCIMENTO, 2010) apresentam a prevenção de acidentes como parte ciência e parte arte. Desta definição, representaria o controle sobre o desempenho dos trabalhadores, das máquinas e dos ambientes físicos. Esse controle envolve os aspectos de prevenção e correção de condições inseguras e demais circunstâncias relacionadas aos três desempenhos. De fato, prevenir incidentes e ferimentos, especialmente num ambiente industrial, requer tanto uma abordagem imediatista – no controle direto do desempenho dos trabalhadores e do seu ambiente de trabalho – como uma abordagem de longo prazo, no que diz respeito à formação, treinamento e educação desses trabalhadores, na busca do desenvolvimento de uma cultura de segurança organizacional sólida.

Segundo NASCIMENTO (2010), o homem sempre tentou evitar acidentes e nessa jornada, tem pesquisado e desenvolvido diversas teorias a respeito das circunstâncias, ou mecanismos que os provocam, ou que neles estejam presentes. No século XX houve uma grande evolução de conceitos ligados a acidentes e também na modelagem desses eventos, assim como na compreensão dos mecanismos de atuação para evitá-los.

Segundo SEO, (apud NASCIMENTO, 2010), historicamente, uma das primeiras tentativas de explicar as causas de um acidente foi desenvolvida na década de 1910 e denominada Modelo de Propensão ao Acidente, que sustentava que há pessoas mais propensas a um acidente do que outras, devido a diversos aspectos pessoais, tais como acuidade visual, tempo de reação a determinados estímulos, e sua própria personalidade. A incapacidade prática de relacionar diretamente tais conjuntos de traços ou características individuais com aqueles envolvidos em acidentes reais (Hale e Glendon, 1987), bem como a pouca atenção dada a fatores contribuintes presentes em vários desses acidentes, determinaram o fracasso dessa teoria.

A partir da década de 1920, Henrich apresenta sua Teoria de Dominó. Heinrich pertencia a uma companhia de seguros dos Estados Unidos e em 1926, a partir da análise de 75.000 acidentes do trabalho liquidados por sua companhia, iniciou uma investigação nas empresas em que os acidentes haviam ocorrido,

tentando obter informações sobre os gastos adicionais que as mesmas haviam tido, além das indenizações pagas pelo seguro.

Os dados foram obtidos de seu estudo onde estabelecia uma sequência de cinco passos de efeito dominó para explicar qualquer evento acidental. O último (e quinto) dominó referia-se ao ferimento e era precedido pelo acidente (quarto dominó) que por sua vez havia sido causado por atos inseguros (ou comportamentos de risco) de uma pessoa, e/ou condições inseguras (terceiro dominó), que por sua vez foram ocasionados por falha pessoal (segundo dominó), que teriam suas causas em aspectos de formação pessoal e do ambiente social dessa pessoa (primeiro dominó) conforme pode ser visto na Figura 2.2.2.

De acordo com esse modelo, para interromper essa sequência, que levaria a um ferimento, bastaria a remoção do terceiro dominó.

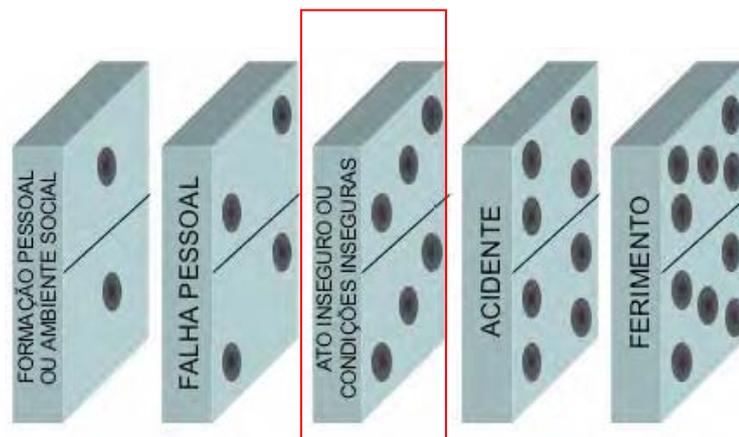


Figura 2.2.2 - Representação do modelo da teoria dominó de Heinrich

Durante o último século, algumas novas concepções foram incorporadas ao modelo original do dominó de Heinrich LUNDBERG et al, (apud NASCIMENTO, 2010), especialmente aquelas que dizem respeito à abordagem comportamental, visando explicar comportamentos de risco e as bases para a produção de condições inseguras, a idéia de disciplina operacional, e ainda a contribuição da psicologia – para o entendimento de uma visão completa do psiquismo humano, expressa e manifesta em suas ações, práticas e discursos, BIRMAN, (apud NASCIMENTO, 2010).

PETERSEN, (apud NASCIMENTO, 2010) sugeriu a Teoria das Múltiplas Causas, onde propões a existência de diversos fatores contribuintes para cada acidente e que, a combinação aleatória desses fatores causariam os acidentes. As causas básicas de muitos acidentes estariam relacionadas às políticas gerenciais e procedimentos, supervisão, ou treinamento.

HEINRICH et al., (apud NASCIMENTO, 2010) sugerem a existência de três causas básicas para materialização de acidentes:

- fatores pessoais;
- fatores ambientais;
- políticas/decisões gerenciais

Nesse estudo pretendia-se esclarecer que comportamentos de risco e condições inseguras não seriam as causas raízes dos acidentes, mas somente os sintomas das falhas prestes a ocorrer.

De acordo com NASCIMENTO, (2010), essas causas raízes são descritas a seguir:

- fatores pessoais: são aqueles relacionados às condições individuais dos profissionais envolvidos nos eventos analisados, tais como, motivação, conhecimento, treinamento, desempenho e conscientização de segurança;
- fatores ambientais: são aqueles relacionados às condições ambientes e fatores físicos que possam gerar perigo potencial nesses ambientes de trabalho, tais como, temperatura, umidade, poeira, ruído, existência de superfícies que causem ou facilitem escorregões, obstruções que possam causar tropeções e quedas, e outros elementos que contenham perigos potenciais.
- políticas e decisões gerenciais: levando-se em conta que fatores pessoais e ambientais podem ser influenciados por ações gerenciais, onde decisões gerenciais incorretas apareceriam como causas básicas de acidentes.

Em estudo realizado por Heinrich, com mais de 5000 casos, observa-se que, para cada acidente com lesão grave ocorreram 29 acidentes com lesões leves não incapacitantes, requerendo apenas primeiros socorros e 300 acidentes sem lesão, classificados como incidentes, formando a base da pirâmide de acidentes, conforme

pode ser visto na Figura 2.2.3. Heinrich já considerava a existência de inúmeros casos de comportamentos de risco e de condições inseguras, embora determinasse exatamente sua quantidade.

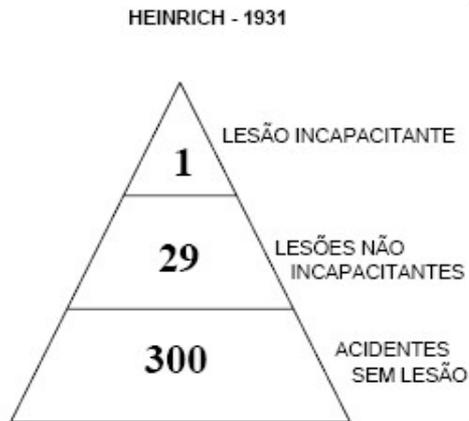


Figura 2.2.3 - Pirâmide de acidentes da pesquisa de Heinrich

Da mesma forma a ICNA – Insurance Company of North America analisou e publicou um estudo para a construção de uma nova pirâmide com dados levantados junto a 297 empresas com cerca de 1.750.000 colaboradores. Nesse estudo foram reportados 1.753.498 eventos que permitiram estabelecer uma relação mais precisa que a de Heinrich com relação à proporção de materialização dos eventos.

A Figura 2.3 representa essa proporção, tal qual a pirâmide de Heinrich.



Figura 2.2.4 – Pirâmide de acidentes do ICNA

Entretanto para cada empreendimento deve ser conduzido um estudo específico para determinar a correta frequência de ocorrência dos eventos em função das salvaguardas adotadas de forma que a pirâmide represente corretamente as ações da gestão de segurança do sistema estudado.

Durante o último século, algumas novas concepções foram incorporadas ao modelo original do dominó de Heinrich, LUNDBERG et al, (apud NASCIMENTO, 2010), especialmente aquelas que dizem respeito à abordagem comportamental, visando explicar comportamentos de risco e as bases para a produção de condições inseguras, a idéia de disciplina operacional, e ainda a contribuição da psicologia – para o entendimento de uma visão completa do psiquismo humano, expressa e manifesta em suas ações, práticas e discursos, BIRMAN, (apud NASCIMENTO, 2010).

Segundo REASON, (apud OBADIA, 2004), os acidentes organizacionais causam uma ruptura nas múltiplas defesas das barreiras que separam os perigos das pessoas, das propriedades e do meio ambiente. A investigação dos acidentes auxilia na sua futura prevenção quando se procura entender os meios por intermédio dos quais as rupturas das defesas vieram a ocorrer, através de uma análise retrospectiva partindo-se das consequências do acidente, para identificar as suas causas básicas ou raízes. Três conjuntos de fatores podem estar envolvidos:

- humanos;
- técnicos e
- organizacionais

Sendo todos conjuntos acima governados por dois processos comuns a todas as organizações tecnológicas:

- produção e
- segurança.

As defesas variam para cada organização, dependendo dos níveis de perigos operacionais identificados e são projetadas desempenhar uma ou mais das funções a seguir:

- criar compreensão e conscientização dos perigos locais;

- dar uma orientação clara de como operar de forma segura;
- prover alarmes e avisos em situações de perigo iminente;
- restaurar o sistema a um estado seguro em uma situação de anormalidade;
- interpor barreiras de segurança entre os perigos e as perdas potenciais;
conter e eliminar os perigos caso eles escapem das barreiras;
- prover os meios para escapar e salvar se a contenção do perigo falhar.

Destaca OBADIA (2004) que essas funções contêm de maneira implícita, a noção de defesas em profundidade, que são camadas sucessivas de proteção, cada uma precavendo-se contra uma possível ruptura da anterior. Esses diversos tipos de defesas são normalmente obtidos por meio de uma mistura de aplicações “hard” tais como: automatização dos sistemas, barreiras físicas, alarmes, equipamentos de proteção individual, projetos aprimorados dos sistemas, intertravamentos, testes não destrutivos, etc., e “soft”, tais como: legislação, licenciamento, regras e procedimentos, treinamento, práticas de gestão, certificação e, principalmente, operadores de linha de frente, particularmente em sistemas de controle com alto nível de automatização.

Essa gama de defesas que são complementares e estão sobrepostas, torna os sistemas tecnológicos complexos, como canteiros de obras de plantas químicas, resistentes a falhas isoladas, sejam elas de origem antrópica ou técnicas. A maior exposição do sistema a falhas catastróficas fica restrita aos acidentes organizacionais que envolvem diferentes causas geradas por pessoas distribuídas ao longo da organização e ao longo do tempo. Conforme REASON, (apud OBADIA, 2004) a contribuição antrópica para a ruptura das defesas ocorre de duas maneiras:

- por erros e violações cometidas no final do sistema por trabalhadores. Essas falhas ativas são vistas mais como consequências do que causas principais dos eventos indesejados de segurança.
- por erros ou violações de procedimentos que em sistemas complexos ocorrem por razões envolvendo muitos fatores organizacionais, tais como: como projeto mal elaborado, ausências de supervisão, falhas de manutenção, problemas nos sistemas de comunicação e informação, procedimentos de difícil utilização, treinamentos insuficientes, etc., e são conhecidos por

condições latentes que podem estar presentes por muitos anos em uma organização antes de se combinarem com circunstâncias locais e falhas ativas para penetrar as múltiplas camadas de defesas do sistema. Condições latentes surgem de decisões estratégicas e de outras decisões de alto nível tomadas por fabricantes, projetistas e gerentes. O impacto dessas decisões espalha-se por toda a organização, formatando uma cultura organizacional e criando condições que levam à ocorrência de erros nos locais de trabalho.

De uma forma geral, as camadas de defesa deveriam permanecer intactas mantendo-se integras e sem rupturas que permitam a trajetória de um acidente. Na realidade, cada camada de proteção pode apresentar deficiências que criam janelas de oportunidades para uma possível trajetória de acidente possa se materializar.

OBADIA (2004) destaca o caráter dinâmico dessas camadas de proteção onde algumas deficiências são removidas enquanto outras podem estar sendo criadas em função de condições associadas aos sistemas de trabalho da organização (falhas ativas e condições latentes). O modelo das barreiras de proteção está representado na Figura 2.3, onde a seta ilustra a trajetória que culmina com um acidente, enquanto que a seta pontilhada ilustra uma trajetória que é interrompida devido à inexistência de uma janela de oportunidade, em consequência do bloqueio de uma camada de defesa.

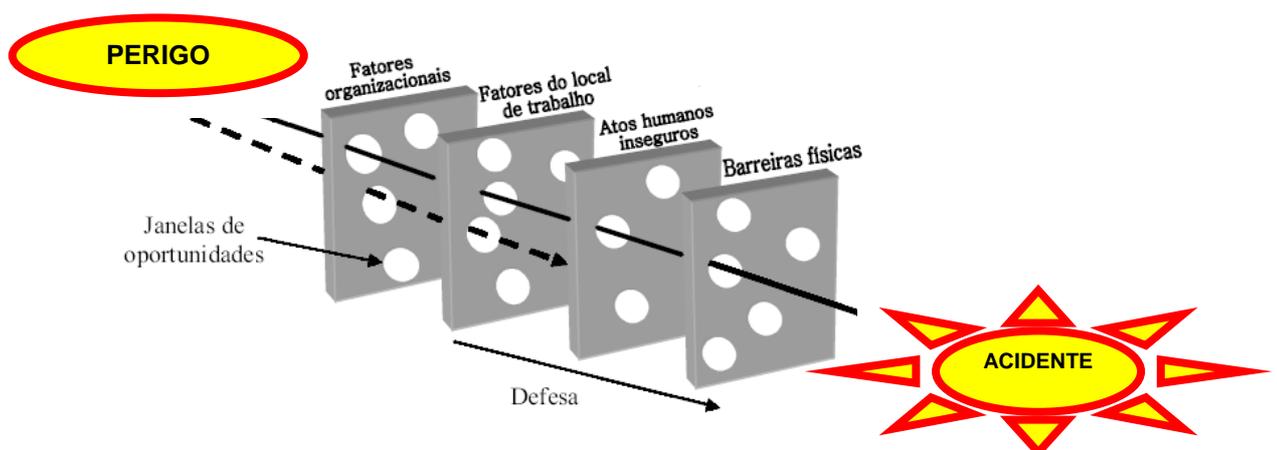


Figura 2.3 - Trajetória de um acidente organizacional

2.4 AS NOVAS ABORDAGENS

DEKKER (2011) coloca em pauta a possível obsolescência das investigações de segurança frente à possibilidade de sua substituição por abordagens mais modernas de avaliação de segurança. Sua crítica se baseia no fato de que a investigação de acidentes tem uma natureza predominantemente reativa frente ao baixo potencial de aprendizagem que oferecem.

Destaca que, enquanto sistemas de gerenciamento de segurança podem ser métodos mais modernos com um potencial de prospecção maior, eles podem ter seu desempenho de segurança potencializado através de uma combinação de conhecimentos adquiridos com a experiência e investigação de eventos passados ocorridos no sistema, assim como avaliações que levam em consideração a não linearidade dos riscos potenciais do empreendimento.

De acordo com HOLLNAGEL (2008) um novo conceito considera a falha como um fenômeno normal, sendo o reverso do sucesso, uma vez que ambos os resultados são decorrência naturais da variabilidade de desempenho. Hollnagel define um conceito de sistema resiliente através de sua capacidade eficaz para ajustar o seu funcionamento antes ou após alterações de distúrbios para que ele possa continuar o seu funcionamento após uma perturbação, falha, um incidente ou acidente significativo, e na presença contínua de estresse.

Destaca quatro habilidades essenciais de um sistema resiliente:

- habilidade de responder, ou seja, saber o que fazer e como reagir às perturbações regulares ou irregulares de forma a retomar o seu funcionamento normal. Deve apresentar a capacidade de lidar com o real. A empresa deve ser capaz de alocar recursos apropriados para responder caso eventos indesejados venham a ocorrer. Por eventos indesejados, entendemos as variabilidades internas ao sistema e perturbações com potencial de facilitar a emergência de incidentes e acidentes que possam ocorrer num canteiro de obras ou empreendimento
- habilidade de controlar ou monitorar, ou seja, saber o que procurar ou como monitorar o que pode vir a se tornar uma ameaça ou se tornar crítico no sistema estudado. A organização deve entender quando uma situação começa a se tornar crítica ou fugir ao controle para saber lidar com ela.

Essa habilidade demanda da empresa o estabelecimento de indicadores e a maneira como serão geridos pelo sistema.

- habilidade para antecipar, ou seja, saber o que esperar ou a forma de antecipar a evolução dos eventos, vulnerabilidades, ameaças e novas oportunidades para o futuro tais como, por exemplo, mudanças potenciais, interrupções, pressões diversas e suas consequências. Demanda proatividade, visão e conhecimento para saber lidar com potenciais situações que devem ser evitadas. Significa que a organização deve ter a capacidade de antecipar situações indesejadas em função de suas vulnerabilidades e conseguir avaliar o seu potencial de materialização com medições do nível de segurança pretendido utilizando métodos para qualificar os fenômenos.
- habilidade de aprender, ou seja, aprender com a própria experiência, lições ou aspectos de sucesso ou fracasso no decorrer do empreendimento. Saber lidar com o factual ou com o próprio passado. A empresa deve adotar um plano de aprendizado contínuo que contemple o estudo, análise, conclusão, comunicação e compartilhamento das lições aprendidas com os eventos ocorridos, sendo eles positivos ou não.

Destaca ainda que maior disponibilidade e confiabilidade de funcionamento em todos os níveis no sistema de gestão de segurança, não só melhoraram a segurança em si, mas também reforçam o controle do gerenciamento no empreendimento.

O utilização dos conceitos de resiliência facilita mudanças evolutivas no processo e permite continuidade do empreendimento, mesmo em situações de crise. O conceito de resiliência, entretanto, requer mudança de algumas características no sistema de gestão de segurança a fim de garantir que a transparência necessária sobre o funcionamento real e factual não afetem a confiabilidade desse próprio sistema de gestão. Uma destas mudanças é em relação às investigações de acidentes que podem servir como um empecilho para o desenvolvimento de sistemas resilientes, se forem percebidos pelas pessoas como uma fonte de exposição negativa e depreciativa do atual insatisfatório nível de segurança alcançado pelo sistema de gestão de um empreendimento. Enquanto isso, informações empíricas e experiências operacionais simultaneamente, podem

fornecer um feedback para uma reestruturação de sistemas e reengenharia de estratégias de reforço de segurança – DEKKER, (apud FRENCH, 2011).

Para OLIVE (2006), historicamente o ser humano tem se aglomerado em grupos de diversas naturezas e que interagem entre si trocando valores, crenças e princípios o que serve para orientar o comportamento dentro do grupo. Esse conjunto de orientações é normalmente referido como a cultura do grupo. Destaca que as organizações modernas, incluindo empresas, desenvolveram suas próprias culturas decorrentes da diversidade de interesses organizacionais e que a cultura de segurança seria uma parte da cultura organizacional,

A cultura de segurança pode ser vista como política global e metas estabelecidas por uma organização relacionadas com a segurança das suas instalações ou o ambiente de trabalho. Frequentemente é referida como "*a forma como fazemos as coisas por aqui*." Clima de segurança é mais um jargão frequentemente intercalado como sinônimo e em conjunto com a cultura de segurança. Embora ambas as frases acima possam ser usadas para descrever a atitude de segurança subjacente de uma organização, o clima de segurança em geral, refere-se à atitude que as pessoas na organização têm em relação à segurança. Ele descreve as influências prevaletentes sobre os comportamentos e atitudes de segurança em um determinado momento. A cultura pode ser vista como a influência de fundo sobre a organização, enquanto o clima é o primeiro plano. Como resultado, as mudanças do clima de segurança ocorrem mais rapidamente e mais facilmente do que a cultura de segurança. Na sequência de um acidente significativo, é o clima de uma organização, ao invés da cultura, que será submetido a uma modificação imediata. No entanto, se a cultura subjacente for suficiente e, conseqüentemente, alterada para suportar o clima, mais incidentes poderão vir a ocorrer decorrentes dessa mudança que pode ser considerada desnecessária conforme descreve OLIVE (2006).

DWYER (2006) destaca também que, em um sistema de segurança com forte dependência do ser humano, a decisão de se expor a riscos desnecessários que podem levar a acidentes ou incidentes seria função de uma "*recompensa*" que não está claramente explícita no processo produtivo, tais como: recebimento de horas extras, promoção ou mesmo prestígio junto a uma liderança no canteiro de obras, para cometer atos inseguros ou comportamentos de risco. Se considerarmos que um

supervisor no canteiro de obras pode ser penalizado pela quantidade de eventos indesejados de segurança que acontecem na obra sob sua responsabilidade e que deveriam ser reportados formalmente aos responsáveis pelo sistema de gestão de segurança, podemos concluir que o cenário para uma subnotificação de eventos de segurança pode estar em andamento nesse canteiro de obras com um sistema de gestão de segurança deficiente no que toca ao compromisso com a melhoria contínua, mesmo que seja formalmente declarada a ausência de intenção em “*achar culpados*” para punir.

Violação de regras, normas e compromissos devido a uma cultura de segurança que tolera pressões ou ameaça com punições disciplinares, demissão ou exclusão social não é incomum em sistemas de gestão tradicionalmente fracos.

"Qualquer ato de uma dada situação que produza satisfação ficará associado a esta situação, de modo que quando essa situação se repetir, a probabilidade do ato ocorrer é mais provável" HOFFMAN (2004) p. 86.

Ou seja, a manutenção de um ambiente de trabalho onde o respeito e a confiança são estimulados, o nível de comprometimento com o sucesso do empreendimento pode ser melhorado simplesmente pelo fato de haver respeito entre os profissionais.

2.5 A ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA

Segundo HOLLNAGEL (2008) e de acordo com um modelo de segurança geral, segurança pode ser atingida tanto pela eliminação dos perigos ou riscos impedindo dessa forma o início eventos indesejados e/ou proteção contra consequências negativas da materialização desses eventos. Esses dois tipos de respostas, prevenção e proteção, consideram o uso de barreiras na sua efetividade. Argumenta ainda que, embora as barreiras sejam necessárias, elas representam, basicamente, uma abordagem reativa, que é insuficiente, por si só para garantir a segurança em um sistema.

Risco e segurança estão ligados conceitual e pragmaticamente. Essa ligação pode ser percebida através da comparação das definições de dois conceitos de segurança. Risco, normalmente entendido como a probabilidade de materialização de um evento indesejado e Segurança, como a ausência de eventos indesejados, o que pode ser entendido como a ausência de riscos inaceitáveis.

Um maior nível de segurança geralmente corresponde a uma menor ocorrência de eventos indesejados e, portanto, a um nível de risco menor. Trata-se portanto de uma conclusão natural o fato de que as melhores maneiras de garantir um estado de segurança, são impedir a materialização de um evento indesejado ou se proteger contra as suas consequências, estando apto a lidar com vulnerabilidades, mesmo na ocorrência de eventos não esperados e até mesmo desconhecidos (que seriam os riscos aceitáveis conforme as matrizes tradicionais de análise de risco).

Uma vez que, na prática, é impossível evitar completamente a materialização de eventos indesejados frente à infinidade de perturbações externas e/ou pelas diversas maneiras possíveis de se atingir um objetivo comum durante a realização de uma tarefa ou atividade, para diminuir os riscos, a compreensão aprofundada das vulnerabilidades tem papel fundamental (Carvalho P. V. R., 2011).

Destaca HOLLNAGEL (2008), que em muitos casos lança-se mão de um princípio de substituição, usado frequentemente, quando o desempenho humano é substituído pela tecnologia, normalmente através da automatização. A razão para isto é que a automação é altamente confiável, pois é o resultado de um processo formal de projeto e porque ele é baseado em componentes com taxas de falhas

conhecidas. O homem, geralmente visto como falível e pouco confiável, entretanto, mesmo com a utilização dessa automatização, sempre haverá necessidade de manutenção desses sistemas para garantir seu funcionamento e novamente a variável humana retorna ao cenário.

Além disso, em um canteiro de obras na fase inicial de um empreendimento, a dependência do ser humano para a constituição inicial das condições de trabalho e manutenção de atividades é muito grande.

Prevenir é melhor que curar, e requer menor investimento, apesar de demandar um esforço prévio maior antes da execução das atividades em um empreendimento, portanto, o investimento em modelos de gestão que promovem a análise prévia de segurança das atividades juntamente com o acompanhamento pelo pessoal de campo pode gerar resultados mais satisfatórios que somente adotar uma postura reativa aos eventos indesejáveis.

FRENCH (2011) destaca que no desenvolvimento de empreendimentos com sistemas complexos cada vez mais evoluídos, as análises de risco formais e as técnicas de gestão de risco estão se tornando uma parte mais importante para os gestores. Não apenas para o segmento envolvido com a segurança do empreendimento propriamente dito, mas para todos os gestores. Também destaca que o comportamento humano é, muitas vezes, a origem e o fator contribuinte mais significativo como causa de falhas.

Esse fato também sugere que o papel do homem em sistemas críticos de segurança como usinas nucleares é tão importante que deve ser explicitamente modelado como parte da avaliação de risco desses sistemas complexos (Carvalho et al, 2005; 2006; 2007).

Isto levou ao desenvolvimento de uma gama de métodos sob o título geral de análise de confiabilidade humana – ACH (ou *HRA – human reliability analysis*) para dar conta de efeitos de erro humano na análise de risco e confiabilidade.

Portanto, ao adotar metodologias ACH, somos capazes de fornecer aos gestores uma orientação que necessitam para gerenciar sistemas complexos.

Segundo FRENCH (2011), as abordagens utilizadas nos sistemas de gestão baseados em ACH, tendem a centrar-se sobre ações sequenciais que são facilmente descritas, geralmente, tarefas de baixo nível, que não são as principais

fontes de erros sistêmicos. Além disso, concentram-se em erros, em vez de os efeitos contemplando todas as atividades do comportamento do ser humano, tais como podem ocorrer em um canteiro de obras.

CAPÍTULO 3 – MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DA GESTÃO DA SEGURANÇA EM SISTEMAS COMPLEXOS BASEADO NOS APORTES DA ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA

3.1 JUSTIFICATIVA

De acordo com KLETZ, (2009) muitas lições podem deixar de ser aprendidas mediante subnotificações que não são incomuns quando, na composição dos dados para um relatório de segurança, existe relutância ao se constranger um colega, ou até mesmo, dar evidências que um evento indesejado similar possa ter ocorrido anteriormente sem a respectiva comunicação.

Portanto, a simples contagem de eventos indesejados de segurança com o controle estatístico não gera massa de informação suficientemente consistente para auxiliar no delineamento um plano de ação eficaz para retomar o nível de segurança desejado para um sistema, ou até mesmo antever os perigos ou condições inseguras que aumentam o risco laboral no canteiro de obras.

HUDSON, (2009) destaca em seu estudo a vantagem de se tratar os eventos indesejados de segurança de forma pró-ativa verificando e medindo a conformidade com os processos produtivos e de segurança e trabalhando com essas informações para melhorar o sistema de gestão da segurança – *feed forward* - ao invés de atuar de forma reativa trabalhando somente com as informações advindas de perícia de acidentes ou incidentes após a materialização dos eventos indesejados – *feedback* – para poder então atuar de maneira preventiva.

MACCHI et al. (2011) destaca que uma organização que deseja aderir aos fundamentos da engenharia de resiliência deve ser provida de meios adequados para analisar e gerenciar as quatro habilidades de um sistema resiliente descritas anteriormente nesse estudo.

3.2 DESCRIÇÃO DO MÉTODO

Segundo MACCHI et al. (2011), muitas empresas demandam meios para desenvolver e gerenciar seu nível de resiliência através dos conceitos contidos nos

quatro pilares da engenharia de resiliência citados anteriormente, ou seja, responder, monitorar, antecipar e aprender.

Uma das maneiras para medir a resiliência de uma organização ou sistema é utilizar os conceitos definidos no DISC Model – *Designed for Integrated Safety Culture Model* ou Modelo de Cultura Integrada de Segurança para avaliar a funcionalidade dos quatro pilares da engenharia de resiliência em uma organização ou sistema.

Na prática, responder significa identificar que algo aconteceu no sistema. Identificar se é relevante para o sistema e se ele tem condições de responder corretamente. Controlar ou monitorar demanda da gestão do sistema entender se algo se tornará crítico e tratar o assunto no tempo correto. Trata-se da comparação do desempenho da segurança com indicadores pré-estabelecidos ou regras e metas de segurança. Pode ser utilizado um sistema de observação de segurança, comportamentos de risco e condições inseguras para estabelecer uma avaliação e tendência no cumprimento das regras de segurança em um canteiro de obras, por exemplo, ou também um sistema de medição de aderência a regras ou normas de segurança. Antecipar acontecimentos depende do conhecimento que a gestão da organização ou sistema tem sobre o empreendimento e quais desvios podem ocorrer na implantação do mesmo. A habilidade de aprendizado requer um estudo detalhado dos eventos ocorridos para determinar as vulnerabilidades do sistema que permitiram sua ampliação e propagação e divulgação dos resultados para todos os envolvidos no empreendimento, juntamente com a elaboração de um plano de ação para minimizar a oportunidade de repetição de eventos indesejados. Consideramos também a possibilidade de aprendizado decorrente da divulgação de atividades complexas que ocorrerem no empreendimento que derem certo e forem bem sucedidas.

De acordo com HOLNAGELL (apud MACCHI et al, 2011), para que uma organização ou sistema tenha um bom potencial de segurança, seis critérios devem ser seguidos, a saber:

- que a segurança deva ser um valor na organização e que se reflita nas decisões do dia-a-dia dentro da organização ou do sistema;

- que a segurança deva ser percebida como um fenômeno complexo e sistêmico;
- que os perigos e os requisitos para desempenhar atividades sejam conhecidos completamente;
- que a organização esteja atenta a essas práticas;
- que a responsabilidade pelo funcionamento seguro de todo o sistema seja levada em consideração em todos os níveis;
- que as atividades sejam organizadas de forma a poderem ser geridas dentro do sistema

Seguindo o DISC model, dez funções organizacionais são necessárias para cumprir os critérios acima mencionados de forma a garantir o potencial de funcionamento seguro de uma organização ou sistema. Essas funções organizacionais representam as atividades que tem que ser realizadas dentro da organização ou do sistema a fim de garantir a segurança para atingir um estágio de excelência na gestão da segurança. Dependendo da natureza e complexidade do sistema, algumas funções podem não ser aplicáveis ou até mesmo outras devem ser acrescentadas para garantir uma correta avaliação.

Abaixo descrevemos algumas dessas funções organizacionais que podem variar conforme a organização ou sistemas estudados:

- gestão das condições de trabalho – refere-se a como o trabalho está estruturado em termos de restrições e exigências que demanda dos trabalhadores para desempenhar suas atividades de forma adequada. Trata-se do gerenciamento das condições físicas adequadas ao trabalho e aos postos de trabalho como, por exemplo, iluminação, ruído, calor, espaço adequado, etc. além dos recursos humanos adequados às atividades a serem desempenhadas;
- gestão dos processos de trabalho - refere-se à forma como a cooperação e comunicação, bem como o fluxo de informações são geridas na organização.
- gestão da segurança e da liderança - refere-se à forma como as considerações de segurança são incluídas na tomada de decisões de

gestão. Gestão da segurança e liderança compreende coleta de *feedback* e de informações, tornando as normas e expectativas claras, e assegurar que a gestão está atualizada sobre o modo como o trabalho é realmente realizado no campo. Esta função requer o estabelecimento de uma comunicação aberta sobre ambas as questões de segurança tanto positivas quanto e negativas, e tratar corretamente as questões e preocupações com segurança levantadas pelos trabalhadores assim como discutir abertamente as incertezas e riscos do empreendimento.

- apoio da supervisão na gestão da segurança - refere-se à questão do acompanhamento e garantia que as condições de trabalho encontradas nos postos de trabalho onde atividades serão desempenhadas estejam organizadas de forma que o trabalho pode ser concluído de forma satisfatória e segura. Inclui um *feedback* positivo dos gestores sobre o comportamento de segurança consciente do pessoal envolvido nas atividades, um tratamento igual para todos subordinados e acompanhamento de suas habilidades, níveis de stress e fadiga, assim como conhecimento técnico.
- desenvolvimento de segurança pró-ativo – refere-se a como utilizar a experiência operacional, indicadores de segurança, e monitoramento de condições de equipamentos (se for o caso), assim como o desenvolvimento contínuo de práticas de segurança e monitoramento contínuo de vulnerabilidades no sistema. Desenvolvimento de segurança pró-ativo trata de como a aprendizagem ocorre e suporta a capacidade da organização ou sistema para reconhecer os limites do desempenho seguro.
- gestão de riscos – refere-se a como os riscos conhecidos são impedidos de se materializar. Esta função trata do fornecimento e implementação de barreiras de segurança (por exemplo: garantia de qualidade, back-up de sistemas, listas de verificação, barreiras físicas, barreiras administrativas) para evitar variância de procedimentos humanos e técnicos indesejados ou até mesmo, indisciplina operacional) Controle de risco envolve a identificação de perigos, avaliação de riscos, medidas de controle e *feedback* para o sistema.

- gestão de competências – refere-se a como as habilidades e conhecimentos do pessoal são desenvolvidos e mantidos. Demanda uma maneira de identificar as competências necessárias dentro da organização ou do sistema para desenvolvimento do empreendimento. Gestão de competências também inclui a formação e integração ou socialização dos recém-contratados e transferência de conhecimentos do pessoal experiente para os menos experientes.
- gestão de mudanças – refere-se a como as mudanças nas estruturas organizacionais, sistemas, práticas e tecnologia são tratadas. Demanda planejamento das mudanças e sua implementação, bem como acompanhamento das mudanças já implementadas. Também deve levar em consideração as mudanças incrementais na organização ou sistema.
- gestão de contratados - refere-se a como os contratados são selecionados e treinados em questões relacionadas com a segurança, e como o seu *know-how* na área de interesse ou atuação é garantido. Esta função demanda um registro para o desempenho de segurança das subcontratadas para ser usado na tomada de decisão sobre contratos. Também diz respeito às práticas para facilitar a aprendizagem da cultura organizacional de segurança pelas empresas subcontratadas.

gestão estratégica – refere-se à maneira como a gestão de longo prazo trata as condições de trabalho, metas de longo prazo e viabilidade financeira.

Segundo MACCHI et al (2011), o nível de resiliência de uma organização ou sistema pode ser definido quando mapeamos o sistema estudado cruzando as habilidades definidas nos pilares de um sistema resiliente com as funções organizacionais definidas no DISC Model – *Designed for Integrated Safety Culture Model* ou Modelo de Cultura Integrada de Segurança.

A matriz apresentada na Tabela 3.2.1 representa as quatro habilidades requeridas para um sistema ser considerado resiliente em suas colunas, e as funções organizacionais nas suas linhas.

O cruzamento das linhas com as colunas define várias células que devem ser preenchidas com informações referentes ao status real do sistema estudado para

que se possa avaliar através dessas informações se o sistema atende ou não os requisitos básicos para responder de forma resiliente às ameaças pelas quais pode passar.

As células da Tabela 3.2.1 estão preenchidas com exemplos de verificações e questionamentos que devem ser levantados em uma inspeção de conformidade ou auditoria de segurança para determinar se o sistema analisado atende os requisitos relativos a um sistema resiliente.

O empreendimento estudado demandou um acompanhamento diário do seu desempenho para compor o grau de resiliência que ele se encontrava durante suas diversas fases de construção. Além de acompanhar as não conformidades de segurança que ocorreram no dia-a-dia da obra em função do não atendimento das regras estabelecidas regras de segurança em construções da contratante, os profissionais de segurança utilizaram checklists para determinar o grau de aderência e conformidade com os procedimentos técnicos e de segurança da empresa contratante no canteiro de obras. A política da empresa estabelece uma aderência mínima de 90% aos procedimentos de segurança disponibilizados para as contratadas antes de sua mobilização. Esses checklists de segurança foram analisados junto com os dados de auditorias de segurança que ocorreram de forma bimensal no canteiro de obras onde foram verificados itens como: utilização de EPI, Ergonomia, levantamento físico, prevenção contra escorregões e quedas, utilização de ferramentas manuais e máquinas-ferramenta, manutenção de ordem e limpeza, utilização de andaimes, demolição e limpeza do terreno. Foram verificados também o desempenho das contratadas em trabalhos envolvendo escavação e fundações, trabalhos com armações de aço, serviços de carpintaria, concretagem, montagem de estruturas metálicas, serviços em telhados, alvenaria/revestimento e acabamento, utilização de escadas e passarelas. Além disso, foram verificados tópicos relacionados à sinalização de segurança no canteiro de obras, medidas para proteção contra incêndios, emissão de permissão para trabalhos especiais, instalações elétricas, medidas de controle na movimentação e transporte de materiais, medidas de proteção na utilização de equipamentos, caminhões e outras máquinas, controle de segurança nas operações envolvendo soldagem e corte a quente, além do controle na armazenagem e estocagem de materiais no canteiro de

obras, trabalho em locais confinados, utilização de elevadores e guindastes e controle de serviços que demandaram fonte radioativa.

Também foram verificadas as áreas de vivência e administrativas no canteiro de obras para atendimento da NR-18 e treinamentos obrigatórios (combate a princípio de incêndio, CIPA, uso EPI, integração de segurança, primeiros-socorros, etc.).

De forma a identificar se os esforços de segurança estabelecidos na fase de contratação pela política de segurança da empresa contratante estavam sendo seguidos de forma efetiva no canteiro de obras, foi feito um acompanhamento no cumprimento dos requisitos de segurança estabelecidos no plano de segurança específico da obra constituído pelas empresas contratadas, além dos programas do MTE, planos de emergência, planos de içamento, documentação da equipe de segurança e medicina do trabalho e plano de segurança ambiental.

Portanto, para a avaliação da resiliência do sistema escolhido, foi utilizada a tabela proposta por MACCHI et al (2011) com a verificação das condições de trabalho encontradas no canteiro de obras, de forma a identificar se as competências de um sistema resiliente haviam sido constituídas.

O resultado do estudo desse caso pode ser visto no capítulo quatro onde o empreendimento é descrito em função das horas trabalhadas ao longo do tempo, juntamente com os eventos reportados pela liderança e pela equipe de segurança no canteiro de obras.

TABELA 3.2.1 – Matriz de habilidades para um sistema resiliente

	Habilidade para RESPONDER	Habilidade para MONITORAR	Habilidade para ANTECIPAR	Habilidade para APRENDER
Gestão das condições de trabalho	Recursos suficientes para responder a vários eventos?	Exemplo: Ferramentas, sistemas, pessoal. Esses pré-requisitos existem para identificar situações críticas no sistema?		Exemplo: Tempo. Existe disponibilidade de tempo para refletir sobre os resultados do trabalho?
Gestão dos processos de trabalho	Existem evidências de comunicação e cooperação de forma a permitir resposta adequada a eventos diversos?	Existem evidências de comunicação e cooperação de forma a compartilhar o conhecimento e compreensão de "o que é importante"?		Existem evidências que informações relevantes fluem dentro do sistema de forma a sustentar o aprendizado?
Gestão da segurança e das lideranças		Exemplo: Clima corporativo. Esse pré-requisito existe para estimular discussões relacionadas a questões de segurança, preocupações, incertezas e riscos?	Existe evidência de um plano de segurança a longo prazo que seja revisado e atualizado periodicamente?	
Apoio da supervisão na gestão da segurança	Existem evidências que as atividades são organizadas diariamente pela supervisão de acordo com as necessidades?	Existe proatividade dos empregados, controle dos níveis de fadiga e que habilidades técnicas são monitoradas pelos supervisores?		Existe evidência de um clima de abertura para compartilhar conhecimentos admitir erros e um aprendizado contínuo?
Gestão de riscos	Existem meios, tais como: salvaguardas, barreiras, etc... para lidar com os perigos e riscos conhecidos?	Existem evidências que os perigos e riscos são sistematicamente identificados?		
Desenvolvimento pró-ativo de segurança		Existem meios para manter o atual nível de cultura de segurança e permitir seu desenvolvimento?	Aprimoramento contínuo das atividades de forma a aumentar a capacidade da organização ou sistema para antever perigos ou riscos?	Existem meios para relatar e investigar eventos indesejados? Ocorre aprendizado contínuo decorrente do trabalho do dia-a-dia?
Gestão de competências	Existem colaboradores com diferentes habilidades e competências de forma a lidar com situações atípicas?		Existe identificação de futuras demandas de conhecimento e desenvolvimento de competências para atingir essas demandas?	Existe programa de treinamento e prospecção de profissionais no mercado para reduzir as deficiências de conhecimento no sistema?
Gestão de mudanças		Existem meios para identificar mudanças graduais e analisar a demanda de segurança para mudanças programadas	A organização ou sistema possui planos para lidar com consequências indesejadas advindas de mudanças programadas ou não?	Existem mecanismos de compensação para corrigir efeitos indesejados advindos de mudanças?
Gestão de contratados	"Know-how" dos subcontratados; Existem meios de cooperação interna com o conhecimento interno dos colaboradores no sistema?			Existe "feedback" dos contratados de forma a contribuir no desenvolvimento da organização ou sistema?
Gestão estratégica			Considerações advindas de condições de longo prazo, metas atingidas e viabilidade financeira são contempladas nas decisões do negócio?	

CAPÍTULO 4 – SEGURANÇA EM MONTAGENS INDUSTRIAIS: ESTUDO DE CASOS

O escopo do projeto do empreendimento objeto de estudo dessa dissertação contemplou a montagem de uma planta química para produção de Oxigênio, Nitrogênio e Argônio conforme layout de equipamentos descrito no Anexo 1. Para tanto, utilizou-se mão-de-obra especializada própria da empresa contratante e empresas contratadas terceirizadas durante as fases de terraplanagem, civil das bases dos equipamentos, montagem eletromecânica dos equipamentos de processo, içamento dos equipamentos de produção, construção dos “*pipe racks*”, comissionamento, inspeção final de segurança e partida da planta.

Como referência do tamanho do empreendimento estudado, destacamos que a obra teve seu início em julho de 2009 com as atividades de terraplanagem para implantação do canteiro de obras e seu término em maio de 2011, após comissionamento e partida da planta.

Nos 23 meses da vida do empreendimento, foram consumidos 575.625 homens-hora distribuídos da seguinte maneira ao longo dos anos:

- 2009 – 86.788 hh
- 2010 – 443.292 hh
- 2011 – 45.545 hh

A seguir, definimos alguns conceitos de segurança adotados pela gestora do empreendimento pois, devido ao fato da empresa pertencer a um grupo americano, a classificação adotada obedece às exigências do OSHA (Occupational Safety & Health Administration).

- **perigo** - condição que cause ferimento ou morte, dano ou perda em equipamento, Risco - produto entre a frequência de ocorrência de um evento, pelo potencial de perdas desse evento ou suas consequências
- **falha** - inabilidade de um sistema ou componente em realizar as funções para as quais é especificado segundo exigências de desempenho especificadas
- **defeito** - mau funcionamento de um componente ou sistema, contribuindo para a falha de um conjunto ou sistema maior

- **comportamentos de risco** - são ações pessoais mensuráveis que põem a segurança pessoal, e a de outros, em risco.
- **condições inseguras** - podem ser entendidas como quaisquer sistemas, equipamentos, estruturas, ou ambientes que apresentem perigo potencial, que possa conduzir a um aumento das chances (risco) de incidente ou ferimento
- **disciplina operacional** - dedicação e comprometimento de uma organização e de seus membros em realizar seu trabalho de forma consistente com o sistema gerencial e os procedimentos definidos previamente.
- **incidente** - Incidentes são eventos inesperados que não causaram ferimentos, mas tem o potencial de ferir alguém ou gerar perdas e prejuízos. Eles podem ser classificados em duas categorias HEINRICH (apud NASCIMENTO, 2004)
- **incidente - danos à propriedades (property damage – PD)**: - incidente que causou algum tipo de dano material.
- **incidente - quase perda (near miss)**: incidente que por pouco não causou algum ferimento ou algum tipo de dano material.
- **incidente-chave (key incident – KI)**: qualquer evento que por pouco não causou algum ferimento ou algum tipo de dano material, ou outros que possam causar (ou tenham o potencial de causar) sérias consequências, ou demonstrem falhas em processos de trabalho e que vão requerer mais investigações, para a determinação de sua causa raiz, de forma a evitar sua repetição, com o aprendizado gerado.
- **acidente - primeiros socorros (first-aid – FA)**: consistem de pequenos ferimentos envolvendo atenção médica que se restringe ao tratamento imediato, de visita única ao médico e a observação subsequente, incluindo apenas lesões de menor escala, e nenhum tratamento de emergência de lesões graves.

Exemplos acidentes de primeiros socorros:

- tratamento de queimaduras de primeiro grau;

- aplicação de antissépticos ou bandagens;
 - aplicação de compressas quentes ou frias, ou pomadas em escoriações para evitar ressecamento ou rachaduras;
 - aplicação de terapia de calor durante a primeira visita ao pessoal médico; observação do diagnóstico negativo de raios-X da lesão; uso de terapia de hidromassagem; e a remoção de corpos estranhos do ferimento, se o procedimento for simples, sendo realizado, por exemplo, com o uso de pinças ou de outra técnica simples.
- **acidentes sérios:** é importante entender as distinções entre tratamento médico e tratamento de primeiros socorros, uma vez que muitas lesões relacionadas ao trabalho são tidas como sérias simplesmente porque foi prestado tratamento médico. Essencialmente, o tratamento médico envolve a prestação de atendimento médico ou cirúrgico para lesões que não são de menor escala, em função da administração de procedimentos ou de medidas terapêuticas sistemáticas. As lesões não são consideradas de menor escala quando precisarem ser tratadas por médico habilitado, prejudicarem o funcionamento do organismo, acarretar fraturas, afastamento da função de trabalho, perda de consciência, ou complicações que necessitem um tratamento com acompanhamento médico.

Exemplos de acidentes sérios onde, o ferimento relacionado ao trabalho para receber tal qualificação, deve envolver, ao menos, uma das características relacionadas a seguir:

- tratamento de queimaduras de segundo e terceiro grau;
- Aplicação de sutura (pontos), de curativo adesivo tipo borboleta, ou faixa adesiva em vez de sutura;
- aplicação de compressas quentes ou frias, uso de terapia de imersão quente ou fria, ou aplicação de antissépticos, durante a segunda visita ou as visitas subsequentes ao pessoal médico;
- diagnóstico positivo de raios-X (fraturas, fissuras ósseas, etc.);
- tratamento de infecções;

- o internação em hospital ou instalação médica similar para tratamento; ou a retirada de corpos estranhos do ferimento, se o procedimento for complexo, em função da profundidade da penetração, tamanho ou localização.

Acidentes sérios podem ainda ser classificados de acordo com a severidade do ferimento e as consequências para a continuidade do trabalho:

- **acidente sério com afastamento (lost workday case – LWC):** qualquer acidente “Sério” e que faça com que o funcionário perca todo ou parte de algum dia útil de trabalho subsequente, em decorrência da lesão, torna-se um caso de “Com Afastamento” (LWC), excluindo-se o dia da ocorrência e o dia do retorno ao trabalho. O tempo gasto na unidade médica não deve ser incluído
- **acidente sério sem afastamento (non-lost workday case – NLWC):** de forma complementar, qualquer acidente “Sério” que não resulte na perda total ou parcial de algum dia útil de trabalho subsequente em decorrência da lesão deve ser classificado como um caso de “Sem Afastamento” (NLWC), igualmente excluindo-se o dia da ocorrência e o dia do retorno ao trabalho.

OBS: A quantidade total de acidentes sérios é expressa pela sigla RII (Recordable Injury Incident), que representa a soma daqueles sem afastamento (NLWC) com aqueles que geraram afastamento profissional (LWC).

Durante as diversas fases construtivas do empreendimento, foram reportados os eventos de segurança descritos na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Classificação dos eventos de segurança reportados na construção da planta

Dia	Mês	Ano	Classificação	Resumo do Evento
22	Set	2009	Near Miss	Caixa de esgoto enterrada no piso se deslocou devido às fortes chuvas.
3	Out	2009	Near Miss	Mangueira do compressor soltou durante operação.
7	Dez	2009	Property Damage	Parte da cerca caiu no final de semana devido a fortes chuvas.
19	Fev	2010	Property Damage	Durante manobra no canteiro de obras, caminhão atinge fiação provisória desenergizada.
12	Mar	2010	Near Miss	Ocorreu deslocamento de tubulação não previsto dentro de um módulo de skid durante seu içamento.
5	Maio	2010	Property Damage	Retroescavadeira do cliente atingiu mourão da cerca do canteiro de obras.
12	Maio	2010	First-Aid	Contratado teve luxação no ombro ao cair em buraco de escavação.
24	Ago	2010	NLWC	Contratado cortou o dedo ao tentar remover luva de PSV com rosqueadeira.
1	Nov	2010	First-Aid	Soldador contratado torceu o pé caminhando no site em local inadequado.
27	Dez	2010	First-Aid	Contratado teve luxação na coxa direita caminhando no canteiro de obras.
29	Junho	2011	Property Damage	Durante operação, houve vazamento de óleo de um compressor.

Dessa forma o empreendimento contabilizou um total de 11 eventos de segurança durante a fase de construção da planta, sendo, três incidentes do tipo quase perda (*near miss*), quatro danos a propriedade (*property damage*), três casos de primeiros-socorros (*first-aid*) e um caso de acidente sem perda de tempo (*NLWC – non lost workday case*), perfazendo um total de 11 eventos de segurança.

Para compor a avaliação do sistema estudado, foi utilizada a matriz da Tabela 4.2, conforme sugerida por MACCHI et al. (2011), e descrita em em 3.2. Nessa matriz, no encontro das linhas com as colunas, foram feitas considerações sobre as condições de funcionamento do sistema complexo abrangendo o canteiro de obras e a gestão do empreendimento e da segurança da obra desde a sua concepção como projeto, passando pela fase de implantação do canteiro de obras e comissionamento com a partida da planta. As observações serviram para evidenciar a qualificação da resiliência do sistema, tal qual descritas na composição da matriz da Tabela 3.2.1.

Os campos que não comportaram análise de resiliência foram deixados sem preenchimento indicando ser não aplicável ao sistema avaliado.

Tabela 4.2 – Matriz de qualificação da resiliência do sistema

	Habilidade para RESPONDER	Habilidade para MONITORAR	Habilidade para ANTECIPAR	Habilidade para APRENDER
Gestão das condições de trabalho	Observação 12	Observação 11		Observação 10
Gestão dos processos de trabalho	Observação 09	Observação 09		Observação 09
Gestão da segurança e das lideranças		Observação 07	Observação 01	
Apoio da supervisão na gestão da segurança	Observação 15	Observação 14		Observação 13
Gestão de riscos	Observação 17	Observação 16		
Desenvolvimento pró-ativo de segurança		Observação 02	Observação 03	Observação 04
Gestão de competências	Observação 06		Observação 18	Observação 05
Gestão de mudanças		Observação 20	Observação 19	Observação 20
Gestão de contratados	Observação 08			Observação 07
Gestão estratégica				

A interpretação das observações assinaladas nas células da matriz da Tabela 4.2 foi feita através de observação das condições de trabalho em visita ao canteiro de obras do empreendimento descrito no Anexo 1. Também foram levadas em consideração entrevistas com as lideranças e profissionais de segurança de construções envolvidos na montagem da planta química, tanto no canteiro de obras quanto na matriz da empresa contratante. Foi feito também um levantamento de dados da evolução do nível de segurança através dos relatórios mensais de segurança que descreveram como foi o processo de aderência aos processos de segurança durante o empreendimento, e cujos resultados podem ser vistos no último

relatório de segurança emitido que está reproduzido no Anexo 2. Também foi considerada na avaliação de resiliência do sistema a interação técnica e interpessoal entre os profissionais que atuaram na implantação do empreendimento.

As observações feitas nas células da matriz da Tabela 4.2 estão reproduzidas a seguir e descrevem as constatações feitas através da avaliação tendo em vista os conceitos da engenharia de resiliência:

- Observação 01 – O plano de segurança a longo prazo foi uma competência verificada através da *Safety Training Matrix* ou Matriz de Treinamento de Segurança. Cada profissional da empresa foi designado pela chefia imediata para participar de treinamentos de segurança, tanto em treinamentos direcionados para novos profissionais, assim como manutenção e atualização de conhecimento para profissionais antigos na empresa. Os treinamentos foram desenvolvidos para cada disciplina e todos os colaboradores envolvidos nessa atividade no campo tiveram sua participação controlada através de registro de treinamento. Destacamos que apesar da estrutura de treinamento contemplar a participação de todos os profissionais envolvidos no projeto, alguns colaboradores lotados no canteiro não tiveram oportunidade de participar devido à distância do empreendimento à sede da empresa contratante e também devido à demanda de fiscalização da obra.
- Observação 02 – O desenvolvimento e a manutenção do nível de cultura de segurança foram competências verificadas através da utilização de processos de observação de risco e condições inseguras e aderência aos procedimentos de segurança nos canteiros de obras da empresa. Esse controle foi feito diariamente através do preenchimento de checklists de segurança desenvolvidos para aferir o atendimento às normas de segurança e identificar desvios, comportamentos de risco e condições inseguras. Mensalmente foi gerado um relatório estatístico que contemplava dados levantados diariamente no canteiro de obras e que descreviam a situação de segurança do canteiro de obras. Esse relatório mensal de segurança era divulgado para os supervisores no campo e para as lideranças na matriz para auxiliar no acompanhamento de conformidade de segurança e auxiliar no processo de tomada de decisão no canteiro.

- Observação 03 – O aprimoramento contínuo das atividades foi feito através de inspeções de segurança que revelavam algumas oportunidades de melhoria nos processos construtivos das contratadas. O aprendizado advindo dos eventos indesejados foi compartilhado em todos os canteiros de obras através de diálogos diários de segurança - DDS e registro em relatório de atividade de treinamento com posterior arquivamento em data book de segurança da obra.
- Observação 04 – O processo de comunicação dos eventos indesejados foi feito conduzido exigindo reporte em até 24 horas do ocorrido no canteiro de obras para a matriz com uma descrição do evento e recomendações imediatas de segurança. Após 10 dias do evento, um relatório mais detalhado era emitido com levantamento de informações mais apuradas. Destacamos que, dependendo da relevância do evento, a política de segurança determina que pode ser mandatário o desenvolvimento de um estudo de causa básica (ou causa raiz) a ser emitido em até 30 dias da ocorrência do evento para estabelecer as providências a serem tomadas para retomar o controle das condições de segurança do canteiro de obras. Após sete dias do evento, é feito um relatório de análise de acidentes com mais detalhes e constituída uma matriz de providências que devem ser tomadas para evitar a sua repetição com os respectivos responsáveis pelas ações e respectivas datas a serem cumpridas. Todos os eventos foram compartilhados e discutidos em todos os sites dos diversos empreendimentos da empresa contratante com seus integrantes e registro em relatório de atividade de treinamento.
- Observação 05 – Observamos que o tempo e disponibilidade para treinamento dos profissionais da gestão do canteiro de obras foi insuficiente para a complexidade do empreendimento e para as exigências de segurança preconizadas na cultura da empresa. A prospecção dos profissionais de primeiro reporte envolvidos diretamente no canteiro de obras foi feito através de conhecimento pessoal e recomendações. Identificamos uma oportunidade de melhoria na escolha do pessoal de campo se houver uma melhor comunicação e envolvimento mais efetivo do setor de recursos humanos da empresa contratante nesse processo seletivo.

- Observação 06 – Observamos que, na engenharia da matriz, ocorre integração entre colaboradores o que favorece um intercâmbio de conhecimentos. No campo, as contratadas seguiram um plano de segurança específico da obra emitido pelas mesmas como contrapartida a um plano de segurança de construções do projeto. Todos os desvios das atividades que foram planejadas e envolveram mudanças ou desvios no escopo dos serviços deviam ser reportados à matriz para avaliação de segurança, responsabilidades e custos envolvidos. Apesar de apresentar competência para lidar com situações atípicas, o profissional do campo apresentou pouca autonomia no processo decisório da solução dos problemas ocorridos no empreendimento ficando reservado a ele o papel de cumprir determinações da matriz.
- Observação 07 – Com relação ao clima corporativo para estimular discussões relacionadas a questões de segurança e ao “*feedback*” das empresas contratadas para contribuir no desenvolvimento da organização, identificamos que, no campo, o papel das empreiteiras foi seguir as determinações estabelecidas no plano de segurança de construções havendo pouco “espaço” para contribuições técnicas ou de segurança. Consideramos que as contribuições advindas das contratadas foram principalmente decorrentes das observações de segurança feitas utilizando o sistema de observação de segurança de comportamentos de risco utilizado no dia-a-dia da obra. As questões de segurança são conduzidas na matriz em reuniões de “*lessons learned*” no final do projeto onde são discutidos e compartilhados todos os aspectos de segurança relevantes sobre o empreendimento finalizado para melhorar o conhecimento e o nível de gestão de segurança dos próximos empreendimentos.
- Observação 08 – Com relação aos meios de cooperação com o conhecimento dos colaboradores, verificamos que as regras de segurança da empresa contratante sempre são disponibilizadas via internet para todas as empreiteiras contratadas. A reunião de pré mobilização que ocorre na matriz é a oportunidade que as contratadas têm para solicitar quaisquer esclarecimentos necessários ao cumprimento das regras de segurança. Seguindo política da empresa contratante, ficou residente no canteiro de

obras um técnico de segurança da contratante para acompanhar os técnicos de segurança das empresas contratadas, esclarecer procedimentos de segurança e assessorar os supervisores de campo. As contratadas foram orientadas a constituir um data book de segurança da obra no canteiro com todos os dados relevante de segurança e dos programas do MTE previamente aprovados na matriz, com todas as evidências do seu cumprimento. Constatamos que houve pouca oportunidade de aprendizado com as contratadas por parte da contratante ficando o “know-how” de montagem ou implantação do empreendimento principalmente restrito aos profissionais lotados no canteiro de obras.

- Observação 09 – A comunicação e cooperação para responder adequadamente a eventos diversos foi feita levando-se em consideração as premissas contidas na documentação de controle do projeto, planos de segurança, desenhos, programas do MTE, etc, revelando ser um processo extremamente formal. Documentos de projeto foram compartilhados e controlados por um sistema eletrônico de distribuição e arquivamento de documentos com controle do fluxo dos mesmos levando em consideração o pessoal envolvido na sua emissão, verificação, aprovação ou revisão. Fora da empresa, as informações de planejamento, qualidade e segurança foram compartilhadas através de um site de colaboração entre a gerência de construções da empresa contratante e empreiteiras contratadas. Considerando-se os eventos críticos de segurança como acidentes ou incidentes, verificamos que havia um plano de atendimento a emergências que permitia controle da situação e do pessoal no canteiro de obras. Houve treinamento prático conduzido pelos técnicos de segurança com simulação de incêndio para aprimorar as técnicas de combate a princípio de incêndio e a consequente segurança dos trabalhadores. Trabalhos de alto risco como atividades em espaços confinados e trabalhos envolvendo liberação súbita de energia demandaram um plano de segurança para controle de todas as etapas envolvidas nessas atividades.
- Observação 10 – A reflexão sobre os resultados dos trabalhos e atividades desempenhadas a curto prazo no canteiro de obras foi função da premência de tempo, que foi constante no empreendimento. Na matriz a política de

segurança estabelece que sejam conduzidas reuniões de “*lessons learned*” no final de cada empreendimento conforme descrito na observação 07, sem a presença das empresas contratadas.

- Observação 11 – Com relação aos recursos disponibilizados para identificar situações críticas no sistema, destacamos que a gestão das condições de segurança do trabalho no canteiro de obras foi muito dependente do técnico de segurança e do supervisor de campo da empresa contratante. O pessoal de gestão no campo informou que havia muita documentação a ser preenchida no canteiro de obras e que isso acabou prejudicando a disponibilidade para observar o desempenho dos colaboradores e andamento da obra. Consideraram que a possibilidade de interferir e mitigar situações de risco nas etapas de trabalho de forma mais ágil ficou mais lenta devido ao preenchimento da documentação de segurança. Com relação a equipamentos necessários à administração, controle e comunicação, alguns supervisores contratados questionaram a política de informática da empresa contratante, tanto para hardware como para software, no tocante ao uso de computadores pessoais para trabalho na obra. Não existe previsão para amortização ou substituição desses equipamentos a longo prazo que são de uso pessoal dos supervisores lotados no canteiro de obras. Na engenharia da matriz, a cultura de segurança demanda dos empreendimentos a ser implantados a utilização de algumas ferramentas de avaliação de segurança do projeto para assegurar o nível esperado de conformidade e segurança, a saber, HAZOP, layout review, site survey, preenchimento de checklists de segurança de processos (mecânica / elétrica / civil / processos / instrumentação / etc.).
- Observação 12 – Com relação aos recursos disponibilizados para responder a eventos diversos, para o empreendimento analisado foi estabelecido no plano de segurança de construções, a manutenção de pelo menos um técnico de segurança para cada contratada no canteiro de obras. Pela empresa contratante, além do supervisor de campo responsável pelo empreendimento, permaneceram no canteiro de obras um técnico de segurança e um engenheiro de segurança. Identificamos que houve uma rotatividade anormalmente elevada de profissionais da empresa contratante em função das condições de gerenciamento do empreendimento no campo. Destacamos

que a alta rotatividade não contribuiu efetivamente para a segurança da obra uma vez que a ambientação às condições de trabalho não foram atendidas imediatamente.

- Observação 13 – O clima para compartilhar conhecimentos e aprendizado contínuo existe, entretanto, envolve principalmente as lideranças e é mais direcionado às gerências através das reuniões de “*lessons learned*” no final do empreendimento. No canteiro de obras a integração é formal através da divulgação de informações de segurança de outros empreendimentos. Observamos que existiu uma rede de troca de informações de segurança em caráter informal entre os profissionais de segurança da contratante e das empresas contratadas que atuaram no canteiro de obras e que favoreceu o clima de aprendizado pessoal. Apesar de haver uma cultura de não punir culpados por eventos de segurança na empresa, identificamos que a competência técnica dos profissionais lotados no canteiro de obras foi fortemente influenciada pelos eventos de segurança reportados.
- Observação 14 – A proatividade dos colaboradores no canteiro de obras não foi exatamente estimulada sendo inclusive, percebida como um potencial fator de risco para o empreendimento. A conformidade com procedimentos construtivos e de segurança foram requisitos contratuais e, pela política de segurança da empresa contratante, toda contratada teve que seguir as determinações de segurança contidas num manual com regras de segurança em construções. As condições de trabalho dos colaboradores das empresas contratadas foram monitoradas pelos técnicos de segurança das empresas lotadas no canteiro de obras utilizando-se as premissas de ergonomia dos sistemas de observação de risco e condições inseguras da empresa contratante descritos na observação 2. Além disso, foi cobrado o comprometimento formal com a empresa contratante no cumprimento das medidas de segurança estabelecidas nos programas do MTE: PPRA, PCMSO e PCMAT constituídos pelas empresas contratadas.
- Observação 15 – Com relação à organização das atividades e tarefas desempenhadas no canteiro de obras, constatamos que o supervisor de campo da empresa contratante seguiu o planejamento previsto e acordado nas APR – análise preliminar de risco, com emissão de PT – permissão de

trabalho, antes do início de cada atividade quando estabelecido pela política de segurança da contratante. O acompanhamento da progressão do empreendimento foi feito de forma reativa e dependente das medições de avanço feitas pelas empresas contratadas e de curvas de progresso teórico estabelecidas na fase de estimativa do empreendimento e comparação com empreendimentos semelhantes passados. Com relação ao acompanhamento de segurança, foi executado através de observações e auditorias de conformidade com as regras estabelecidas na fase contratual. As inspeções de segurança no canteiro de obras geraram um plano de ação de conformidades de segurança identificadas na obra que foram acompanhadas pelo supervisor de campo.

- Observação 16 – Com relação à identificação de perigos, riscos, comportamentos de risco e condições inseguras durante o empreendimento, foram observados diariamente no canteiro de obras através da liberação e acompanhamento das atividades com APR – análise preliminar de risco e, para atividades de alto risco, com emissão de PT – permissão de trabalho. Nesse processo foi utilizado o sistema de observação de riscos descritos na observação 02 revelando um controle bastante minucioso dos processos de trabalho.
- Observação 17 – Com relação à gestão de riscos e certificação de salvaguardas e barreiras de proteção físicas e administrativas no canteiro de obras, identificamos que foi mandatório para os supervisores de campo e para os técnicos de segurança da contratante e das contratadas o acompanhamento e certificação da conformidade de segurança dos postos de trabalho. A mitigação e controle dos perigos e condições inseguras na execução das atividades junto às lideranças das contratadas foi questão contratual. Todas as barreiras físicas instaladas pelas contratadas foram verificadas diariamente, e as não conformidade identificadas tratadas antes do início do trabalho. Foram implantados procedimentos de bloqueio e etiquetagem para fontes de liberação de energia de forma a controlar pressão e eletricidade. Todas as instalações provisórias foram formalmente descritas para e apresentadas para profissional especialista na matriz para verificação e aprovação das condições de segurança para sua instalação no canteiro de

obras. As salvaguardas administrativas também estão descritas no final da observação 11.

- Observação 18 – A identificação de futuras demandas de conhecimento no canteiro de obras ainda não está desenvolvida. Entretanto, existem discussões internas em caráter informal com relação às necessidades para os próximos empreendimentos. É um ponto a ser desenvolvido e formalizado dentro da empresa contratante para melhorar a qualidade do aprendizado.
- Observação 19 – Com relação à gestão de mudanças e a capacidade para lidar com consequências indesejadas advindas de mudanças não programadas a empresa se revelou ainda ser relativamente reativa com relação às questões relativas ao canteiro de obras.
- Observação 20 – Essa observação refere-se à identificação de mudanças graduais e também ao “*feedback*” dos contratados de forma a contribuir no desenvolvimento da organização ou do sistema. No canteiro de obras as ferramentas de segurança utilizadas para identificar tendências de dispersão ao cumprimento das normas de segurança e procedimentos foram as auditorias de segurança e o sistema de observação de segurança de comportamento de risco e condições inseguras. Mensalmente foi gerado um relatório com gráficos medindo o nível de aderência aos procedimentos da empresa contratante que permitia à supervisão da obra identificar os momentos mais críticos que demandariam uma atenção mais forte com relação à segurança. O último relatório gerado no empreendimento está reproduzido no Anexo 2 e descreve como foi a performance de segurança no dia-a-dia do empreendimento. O objetivo do relatório é dar subsídios para os supervisores de campo entenderem como a obra está se comportando em termos de segurança e permitir identificar os momentos mais propícios a acidentes e incidentes revelando os desvios e períodos mais críticos onde a perda de controle pode estar em andamento. O papel dos supervisores da empresa contratante foi o de tocar a obra com segurança e retomar o controle de segurança do empreendimento quando necessário utilizando as ferramentas de gestão disponibilizadas pela empresa.

Considerando que a política da empresa orienta a medição da aderência aos procedimentos de segurança, para compreender a proporção de eventos ocorridos durante o empreendimento em função do hh trabalhado, foi feita uma comparação com a pirâmide de proporções constituída no estudo da ICNA – Insurance Company of North America e que está reproduzida na Figura 2.3. Todos os eventos indesejados deveriam ser reportados para permitir um aprendizado com as respectivas providências a serem tomadas em forma de plano de ação para evitar sua repetição no canteiro de obras.

Para estabelecer a quantidade de eventos ocorrido na composição da pirâmide da ICNA, num universo de 1.753.498 casos reportados em 1.750.000 homens-hora trabalhados, podemos calcular que, para manter a proporção apresentada na pirâmide deveriam ter acontecido 2.736 casos de acidentes com lesão grave, 27.356 casos de acidentes com lesão leve, 82.067 casos de acidentes com danos a propriedade e 1.641.340 casos de acidentes sem lesão ou danos visíveis (quase-acidentes). Com esses dados, podemos montar a pirâmide com a quantidade de eventos específicos da ICNA mantendo a mesma proporção conforme mostra a Figura 4.1.

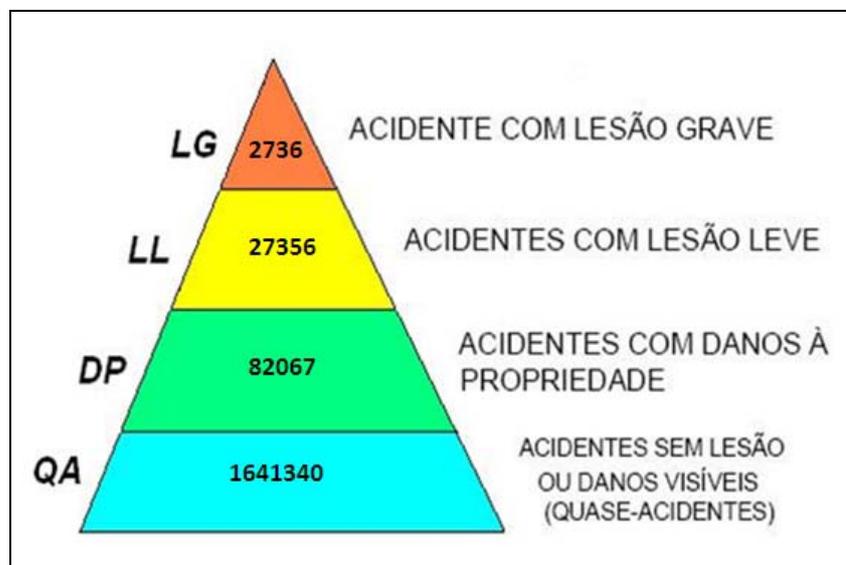


Figura 4.1 – Pirâmide da ICNA com a quantidade de eventos reportados para estabelecimento de sua proporção

Para o empreendimento avaliado, a relação de eventos indesejados teóricos em 575.625 homens-hora trabalhados reportados através de levantamento da exposição a riscos no canteiro de obras levou à construção da pirâmide da Figura

4.2. Nessa pirâmide, mantemos a mesma proporção de eventos considerados na construção da pirâmide da ICNA.

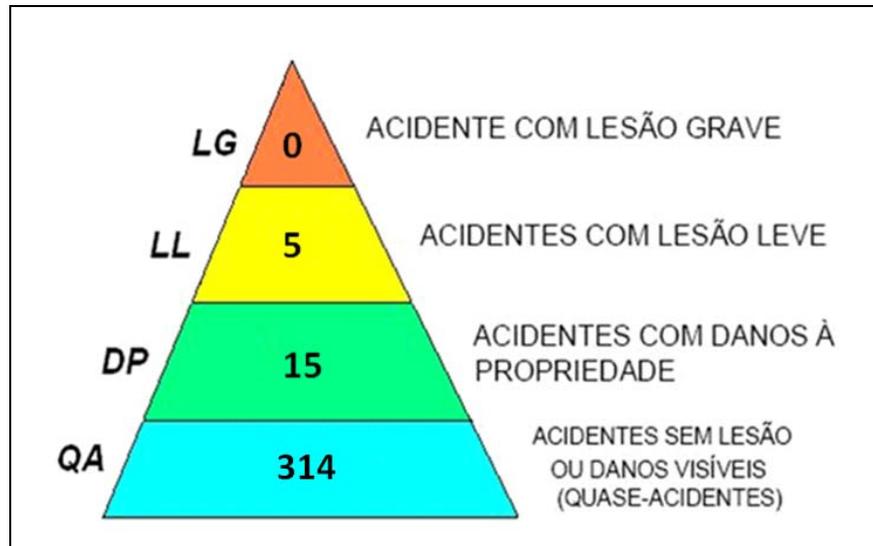


Figura 4.2 – Pirâmide com a quantidade de eventos teóricos que deveriam ter sido reportados no empreendimento estudado

Ao construir a pirâmide de eventos reportados durante a vida do empreendimento estudado compusemos a pirâmide da Figura 4.3.



Figura 4.3 – Pirâmide com a quantidade de eventos efetivamente reportados no empreendimento estudado

A Figura 4.4 estabelece uma proporção percentual da concordância entre os eventos previstos na quantidade de horas trabalhadas no empreendimento com o que foi efetivamente reportado durante a vida do empreendimento.



Figura 4.4 – Pirâmide com o percentual de concordância entre eventos teóricos e eventos reportados

Podemos perceber que quando se trata de eventos de alta relevância para a segurança, houve uma concordância em 100% na proporção estabelecida com a pirâmide da ICNA. Na medida em que a relevância ou importância em termos de potencial de dano, acidentes ou incidentes dos eventos, o percentual vai diminuindo, até chegar a 1% nos eventos onde não há danos visíveis.

Essas proporções revelam que, na impossibilidade de se mascarar ou esconder um evento de segurança de alta relevância, a única alternativa que restava à liderança no canteiro de obras era fazer a comunicação conforme prevê a política da empresa contratante. Entretanto, na medida em que os eventos se tornavam menos importantes, o que ocorria era uma tendência à tolerância aos eventos ou, talvez mesmo, uma decisão pessoal de resolver os problemas de segurança no âmbito do canteiro de obras de forma expedita sem fazer a comunicação do evento prevista para a matriz. Apesar da política da empresa prever a não punição de colaboradores ou apontamento de “culpados” pelos eventos de segurança indesejados dentro do sistema de gestão no canteiro de obras, pudemos perceber

que, os estudos de causa raiz ou causa básica dos eventos de maior relevância eram utilizados para questionar a competência dos profissionais envolvidos nos eventos, principalmente das lideranças de segurança. Após o estudo de causa raiz havia uma tendência em atrelar as falhas sistêmicas e falhas latentes às falhas pessoais. Observamos que alguns integrantes da gestão do empreendimento na matriz ainda se posicionavam céticos em relação aos resultados dos estudos de causa raiz, prevalecendo uma posição mais conservadora na abordagem do problema.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO

5.1 SÍNTESE

Levando-se em consideração que o controle do nível de segurança no canteiro de obras foi bem acompanhado e fiscalizado através do sistema de observação de comportamentos de risco e condições inseguras com as informações geradas dentro próprio canteiro de obras, a composição de relatórios mensais de segurança foi detalhada e permitiu à matriz gerar recomendações relevantes para aprimoramento do nível de segurança no canteiro de obras.

Entretanto, o nível de confiabilidade das informações se revelou função do relacionamento estabelecido entre a empresa contratante e empresas contratadas. O resultado de segurança foi considerado determinante para a continuidade do contrato entre as partes prevendo inclusive multas em função do desempenho de segurança. O resultado das avaliações de segurança também influenciou a continuidade do contrato dos profissionais de segurança.

Apesar da empresa contratante ter constituído um programa de avaliação de segurança teórico bastante consistente com as premissas da engenharia de resiliência, na prática, após avaliação da efetividade do sistema resiliente proposta por MACCHI et al. (2011) foram constatadas oportunidades de melhoria nessa estrutura uma vez que a maneira como os resultados dos relatórios de segurança eram usados na gestão do empreendimento levava os profissionais das contratadas em conjunto com os responsáveis pela gestão do empreendimento a gerenciar as informações que deveriam ser enviadas para a matriz de forma a não serem penalizados pelo mau desempenho de segurança no empreendimento.

A análise feita utilizando-se as proporções de eventos indesejados previstas no estudo para composição da pirâmide de eventos da ICNA deixou evidente uma subnotificação de eventos causados provavelmente pela intenção de resolver os problemas de segurança no âmbito do canteiro de obras e também para evitar críticas pessoais aos profissionais e ao sistema de gestão de segurança no site.

Uma alta rotatividade de colaboradores envolvidos na gestão do empreendimento e de segurança do canteiro de obras também foi observada e pode ter influenciado na maneira como os eventos poderiam ter contribuído para o

aprendizado de segurança uma vez que a experiência adquirida se perdia com a substituição dos profissionais.

Observamos a compreensão técnica dos requisitos de segurança da empresa contratante não estavam bem consolidados entre as lideranças no canteiro de obras. Isso revela uma necessidade de investimento mais efetivo em treinamento de segurança das lideranças do empreendimento para que tenham maior autonomia de decisão com relação às atividades a serem desempenhadas no site.

Destacamos que na fase de escolha das empresas contratadas, as mesmas constituíram planos de segurança específicos para o empreendimento baseadas em um modelo pré concebido (*template*) preparado pelo setor de construções da empresa contratante. Apesar de ser um artifício válido para acelerar o comprometimento com as normas de segurança da empresa contratante e consequente contratação das empreiteiras, o *template* se revelou um complicador na medida em que eram simplesmente assinados e a compreensão dos procedimentos não era aferida antes da contratação, ficando esse papel reservado para as auditorias de segurança no canteiro de obras após a mobilização.

Destacamos como pontos positivos para a resiliência do empreendimento analisado:

- metodologia para controle dos eventos de segurança bastante evoluído em consonância com medições e acompanhamentos de um sistema resiliente;
- planos de segurança do empreendimento contemplando todos os requisitos de segurança dos trabalhos a serem desempenhados na vida do empreendimento;
- liberação de trabalhos feita através de APR e PT emitidas com o envolvimento das lideranças no canteiro de obras;
- forte senso de trabalho em equipe e cooperação no canteiro de obras;
- constituição no canteiro de obras de um *databook* de segurança com o registro de todos os documentos gerados no canteiro de obras, treinamentos, programas do MTE, etc;

Destacamos a seguir oportunidades de melhoria no sistema resiliente:

- substituição do *template* dos planos de segurança das contratadas por questionários que demandem uma descrição da maneira como será feito o atendimento aos requisitos de segurança da empresa contratante;
- para os próximos empreendimentos, aumentar a disponibilidade das lideranças no canteiro de obras na participação dos treinamentos de segurança que são conduzidos na matriz permitindo maior compreensão das regras de segurança e maior integração dos profissionais de campo com o pessoal da matriz;
- atrelar a continuidade do contrato das lideranças e dos profissionais de segurança no canteiro de obras à qualidade das informações que são geradas no site para alimentar o sistema de observação de comportamentos de risco e condições inseguras. Dessa forma é possível gerar recomendações de segurança mais consistentes com o dia-a-dia da obra identificando melhor as oportunidades que demandam maior controle na segurança dos trabalhadores.

5.2 CONTRIBUIÇÕES

Esse estudo pretende demonstrar que, para um empreendimento se tornar resiliente ou ter seu nível de resiliência aumentado, não basta que o sistema de gestão teórico esteja em conformidade com as premissas de um sistema resiliente. É preciso haver, além do acompanhamento e medição do cumprimento das regras de segurança, um acompanhamento da consistência nas informações que são geradas no canteiro de obras. A efetividade do sistema de gestão das lideranças no canteiro de obras deve considerar o homem como um integrante de um sistema complexo e que pode ser falível e influenciável dentro dessa estrutura. A complexidade do sistema pode fazer com que os dados gerados para a medição da resiliência desse mesmo sistema fiquem comprometidos gerando uma falsa sensação de controle.

Destacamos abaixo as possíveis vantagens advindas do aumento da resiliência de sistemas semelhantes ao sistema analisado nessa dissertação:

- redução de eventos indesejados de segurança com consequentes interrupções no desenvolvimento do trabalho;
- maior controle sobre o processo produtivo;
- maior visibilidade dos gestores do empreendimento na aderência aos procedimentos de segurança no canteiro de obras por todos os colaboradores, permitindo uma interferência em processos de trabalho inseguros ou quaisquer outros desvios de segurança, de forma a aprimorá-los antes da materialização de um evento indesejado de segurança;
- redução de custos advindos de paralisações advindas de acidentes ou incidentes;
- aumento do capital prestígio da empresa no mercado;
- aumento da auto-estima dos colaboradores com um ambiente de trabalho mais seguro;
- oportunidade de aprimoramento profissional dos seus colaboradores advindo da otimização do processo de treinamento nas atividades produtivas;

5.3 LIMITAÇÕES

Apresentamos aqui as limitações desta tese considerando-se os aspectos, geográficos e humanos.

- limitação geográfica: o estudo dessa dissertação, devido às condições de evolução construtiva de diversos empreendimentos da empresa, ficou limitado ao projeto da planta química apresentada no Anexo 1, localizada no Estado de Minas Gerais.
- limitação humana: o estudo refere-se a uma análise de conformidade com um sistema de segurança baseado em conceitos da engenharia de resiliência e depende da natureza humana na composição dos dados de controle para gestão do processo em si. A gestão pode ser afetada pela maneira como se gerencia os recursos humanos, proporcionando oportunidade de composição de planos inconsistentes ou subnotificação de eventos indesejados que

prejudicam a interferência nos momentos necessários causando uma falsa sensação de segurança e controle no empreendimento.

5.4 TRABALHOS FUTUROS

Apresentamos aqui uma oportunidade para desenvolvimento de trabalhos futuros tendo como base o estudo dessa dissertação. Entendemos que o passo seguinte para o conhecimento do nível de resiliência atingido por um sistema é a sua quantificação. Ela pode ser estabelecida através de uma pontuação de conformidade com os requisitos estabelecidos no *DISC Model* e descritos nas células da matriz apresentada na tabela 3.2.1. Com essa pontuação e utilizando uma planilha eletrônica, é possível construir um gráfico em forma de radar que, além de qualificar e quantificar a resiliência do sistema estudado com um padrão previamente estabelecido, permite à gestão de segurança da organização identificar visualmente os subsistemas onde deve haver um maior investimento em recursos para melhorar o nível de resiliência ou atingir sua excelência. Esse mapeamento também pode propiciar à gestão de segurança subsídios para uma auditoria de segurança visando melhorar a conformidade com regras de segurança estabelecidas para o empreendimento ou qualquer sistema estudado.

Referências:

BALLARDIN, L. **A Aplicação dos Princípios da Engenharia de Resiliência na Indústria de Distribuição de Derivados de Petróleo.** XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006

Carvalho P. V. R., 2011, **The use of Functional Resonance Analysis Method (FRAM) in amid-air collision to understand some characteristics of the air traffic management system resilience**, Reliability Engineering and System Safety, article in press, doi:10.1016/j.ress.2011.05.009

CARVALHO, P. V. R., VIDAL, M. C., & SANTOS, I. L. (2005). **Nuclear power plant shift supervisor's decision-making during micro incidents.** International Journal of Industrial Ergonomics, 35(7), 619–644.

DEKKER, S. **The field guide to understand human error.** Hampshire, England: Ashgate Publishing Ltd., 2006.

DEKKER, S. **Just culture: balancing safety and accountability.** Aldershot, England: Ashgate Publishing Ltd., 2007.

DEKKER, S. **Ten questions about human error.** Lawrent Erlbaum Associates, Inc. Publishers 2005

DEKKER, S. **Are safety investigations pro-active?** Safety Science (2011)

DWYER, T., **Vida e morte no trabalho.** Editora UNICAMP – Edição 1 (2006)

FRENCH, S, Human reliability analysis: A critique and review for managers - Safety Science, 2011. v. 49, p. 753-763.

HOFFMAN, R.R., The pleasure principle – IEEE Computer Society, january/february p.86-89
<http://www.ihmc.us/research/projects/EssaysOnHCC/ThePleasurePrinciple.pdf>

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

HOLLNAGEL; E, PARIÈS, J; WOODS, D; WREATHALL, J – **Resilience engineering in practice** – Ashgate publishing limited (2011) - Prologue

HUDSON, P.T.W., Process indicators: managing safety by the numbers. *Safety Science* 47 (2009) 483-485

KLETZ, T. **Accident reports may not tell us everything we need to know.** *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 22 (2009) 753–756

Manual de Segurança de Construções WMGI/GSS, 3ª. ed. Rio de Janeiro, RJ, 2010

MACCHI, L et al. **DISC Model as a conceptual tool for engineering organizational resilience: two case studies in nuclear and healthcare domains** – 4th Symposium on resilience engineering – Sophia Antipolis, France june 8-10-2011

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M.; **Metodologia científica.** São Paulo Editora Atlas S.A. 2007 – 5ª Edição

MARIOTTI, H., 2000, **Complexidade e pensamento Complexo.** Instituto de Estudos de Complexidade e Pensamento Sistêmico, Disponível em:
<http://www.humbertomariotti.com.br/introduct.html>, Acesso em: 21 maio 2011

NASCIMENTO, C. F.; VIANNA, R. **Sistema de observação de segurança de comportamentos de risco e condições inseguras em construções da White Martins Gases industriais Ltda (GSS).** *Revista Metalurgia & Materiais*, v. 59, 2003. No. 539, p. 13-15.

NASCIMENTO, CESAR F.; FRUTUOSO E MELO, P.F.F. **A Behavior- and Observation-Based Monitoring Process for Safety Management.** *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)* 2010, Vol. 16, No. 4, 407–420

NASCIMENTO, CESAR F.; **Desenvolvimento, implantação e avaliação de um sistema de monitoramento de comportamentos de risco e condições inseguras para gestão de segurança.** – 2010. xvii, 144 f.: il.

NILSEN, P. **The how and why of community-based injury prevention: a conceptual and evaluation model.** *Safety Science*, 2007. v. 45, p. 501-521.

OBADIA, I. J. **Sistema de gestão adaptativo para organizações com tecnologia perigosa: a cultura de segurança como pressuposto de excelência nuclear.** 287 p. Tese (Doutorado em Ciências. Programa de Engenharia de Produção) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2004.

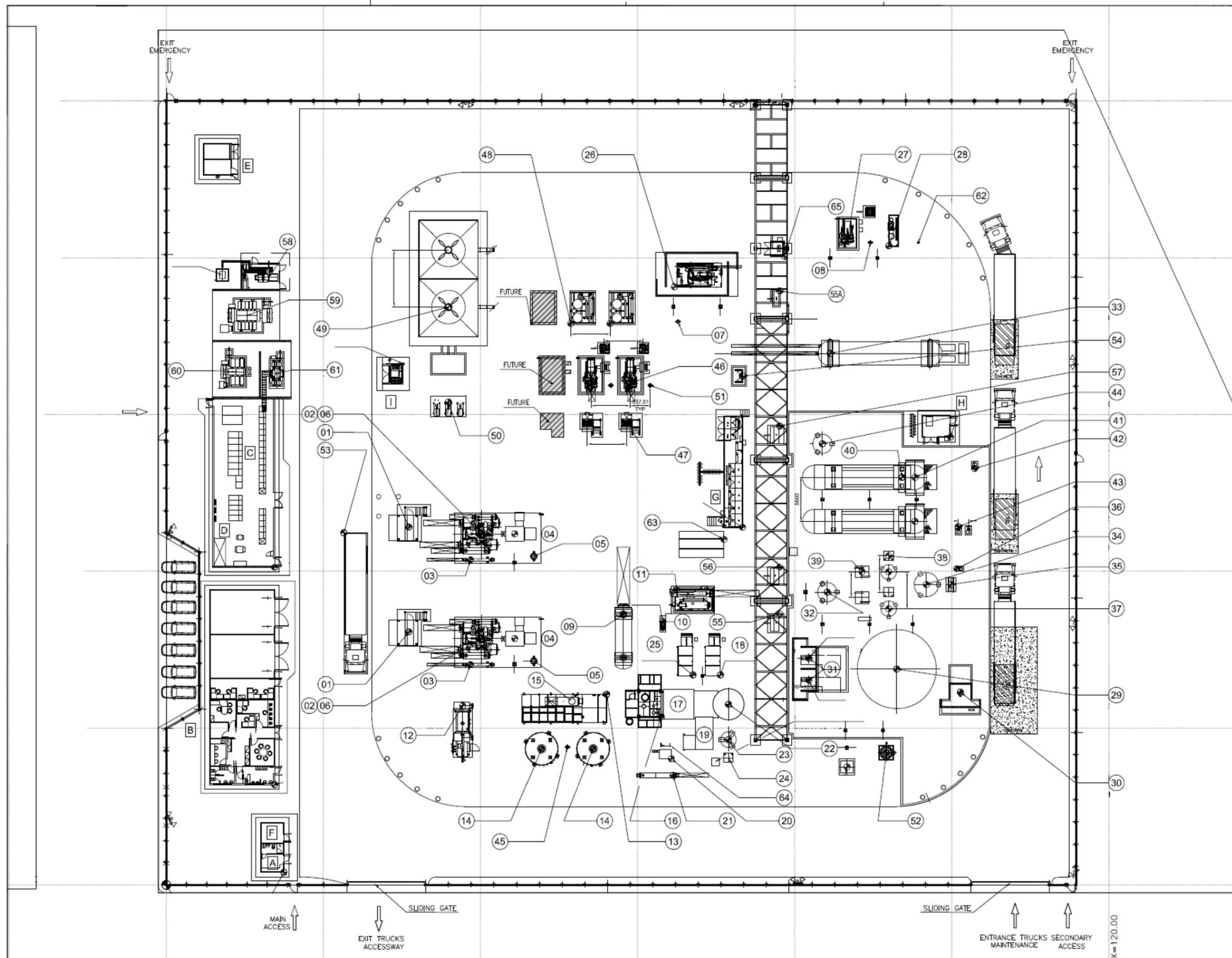
Olive, C. - **Relationship of safety culture and process safety.** Journal of Hazardous Materials 130 (2006) 133–140

REASON, J. **Human error.** New York, NY: Cambridge University Press., 18. ed. 2007.

SEEL, R., 2000a, **Culture and complexity: new insights on organizational change.** Organizations & People, vol. 7 n. 2, pp. 2-9.

ANEXOS

Anexo 1 – Layout da planta química do empreendimento avaliado



EQUIPMENT LIST

ITEM	DESCRIPTION	QTY:
01	AIR SUCTION FILTER	02
02	MAIN/BOOSTER AIR COMPRESSOR	02
03	BAC AFTERCOOLER	02
04	MAC/BAC MOTOR	02
05	VENT SILENCER MAC/BAC	02
06	LUBE OIL	02
07	VENT SILENCER BOC	01
08	VENT SILENCER BUNC	01
09	DUAL SERVICE AFTERCOOLER	01
10	CHILLER PUMP	02
11	CHILLER	01
12	REGENERATION HEATER	01
13	AIR PURIFICATION MODULE	01
14	PREPURIFIER VESSELS	02
15	DUST FILTER	01
16	COLD BOX VERTICAL MODULE	01
17	PHX	01
18	LIQUID PRODUCT BOILER PUMP	01
19	TURBINE BOOSTER	01
20	TURBINE BOOSTER LUBE OIL SKID	01
21	TURBINE BOOSTER AFTERCOOLER	01
22	COLD BOX	01
23	ARGON BATCH TANK	01
24	ARGON BATCH TANK PRESSURE BUILDING COIL	01
25	LIQUID ARGON PUMP SKID	01
26	BOOSTER OXYGEN COMPRESSOR	01
27	BASELOAD NITROGEN COMPRESSOR	01
28	BOOSTER NITROGEN COMPRESSOR	01
29	L02 STORAGE TANK	01
30	L02 TRUCK FILL PUMP	01
31	L02 BACK-UP PUMP	02
32	L02 PIPELINE TANK	01
33	O2/N2 PIPELINE VAPORIZER	01
34	ARGON STORAGE TANK	01
35	ARGON PRESSURE BUILDING COIL	01
36	ARGON TRUCK FILL PUMP	01
37	ARGON PIPELINE TANK	02
38	ARGON PRESSURE BUILDING COIL	02
39	ARGON VAPORIZER	02
40	N2 STORAGE TANK	02
41	N2 PRESSURE BUILDING COIL	02
42	N2 TRUCK FILL PUMP	01
43	N2 BACK-UP PUMPS	02
44	N2 PIPELINE TANK	01
45	VENT SILENCER PREPURIFIER VESSELS	01
46	SERVICE AIR COMPRESSOR	02
47	AIR SUCTION FILTER HOUSE	02
48	AIR DRYER	02
49	COOLING TOWER	01
50	COOLING TOWER PUMPS	03
51	VENT SILENCER CDA	02
52	FADV	01
53	TRUCK SCALE BALANCE	01
54	"B.B" PANEL	01
55	"L.O"#1 PANEL	01
55A	"L.O"#2 PANEL	01
56	"L.R" PANEL	01
57	"L.N" PANEL	01
58	EMERGENCY GENERATOR	01
59	TRAF0	01
60	TRAF0	01
61	TRAF0	01
62	VENT SILENCER BNC	01
63	CCM PANEL DRIOX	01
64	SEAL GAS PANEL	01
65	"M" PANEL	01

BUILDING LIST

ITEM	DESCRIPTION
A	MAIN LOBBY
B	ADMINISTRATIVE BUILDING/CONTROL ROOM/WAREHOUSE
C	ELECTRICAL ROOM
D	BATERIES ROOM
E	OIL/CHEMICAL STORAGE ROOM
F	TRUCK SCALE ROOM
G	ANALYSERS ROOM
H	QUALITY ROOM
I	WATER TREATMENT ROOM



TYPE OF PLANT	DESIGNED BY	CHECKED	DATE	PROJECT NUMBER
	PROJECT LAYOUT EQUIPMENT ARRANGEMENT			
TITLE	SCALE	DATE	SHEET	TOT. SHEETS
	DRAWING NUMBER	ALTERNATIVE		

Anexo 2 - Relatório dos sistemas de observação de segurança em construções –
Comportamentos de risco e aderência em segurança

RELATÓRIO DOS SISTEMAS DE OBSERVAÇÃO DE SEGURANÇA
EM CONSTRUÇÕES

Comportamentos de Risco
&
Aderência em Segurança

ABRIL/2011

Este Relatório descreve os resultados obtidos pela aplicação de duas das três técnicas de observação de segurança descritas no Manual de Segurança de Construções (P-15-421), e aplicáveis aos *sites* de construções.

As duas técnicas destacadas neste relatório são:

- **Sistema de Observação de Comportamento de Risco e Condições Inseguras**

Este sistema fornece uma visão geral de comportamentos de risco e condições inseguras que estejam ocorrendo nas obras, bem como recursos estatísticos da evolução dessas observações ao longo da obra, em cada área e para cada Contratada, bem como por tipo de não conformidade. É utilizado um formulário padrão para realização desta observação.

Para os gráficos 1.1, 1.2 e 1.3, onde é apresentado o percentual de Comportamentos de Risco / Condições Inseguras, espera-se um resultado inferior a 0,10, que representa **10% de incidência de não-conformidades no período**. Quanto maior a porcentagem, maior o número de comportamentos de risco e/ou condições inseguras observados na obra.

O cálculo do índice de comportamento de risco e condições inseguras por dia é realizado através da seguinte fórmula:

Índice de (comp risco e cond inseguras) = (n° comp risco e cond inseguras)/(n° de trabalhadores no dia)

- **Indicador de Performance de Aderência ao Processo de Segurança (PPI).**

O PPI tem o objetivo de retratar a cultura efetiva de segurança do canteiro de obra, expressa pela aderência dos trabalhadores aos procedimentos de segurança, treinamentos, documentação, no atendimento às exigências técnicas e de segurança, e na disciplina operacional. São utilizados os grupos de *checklists* apresentados no capítulo 4 do Manual de Segurança de Construções.

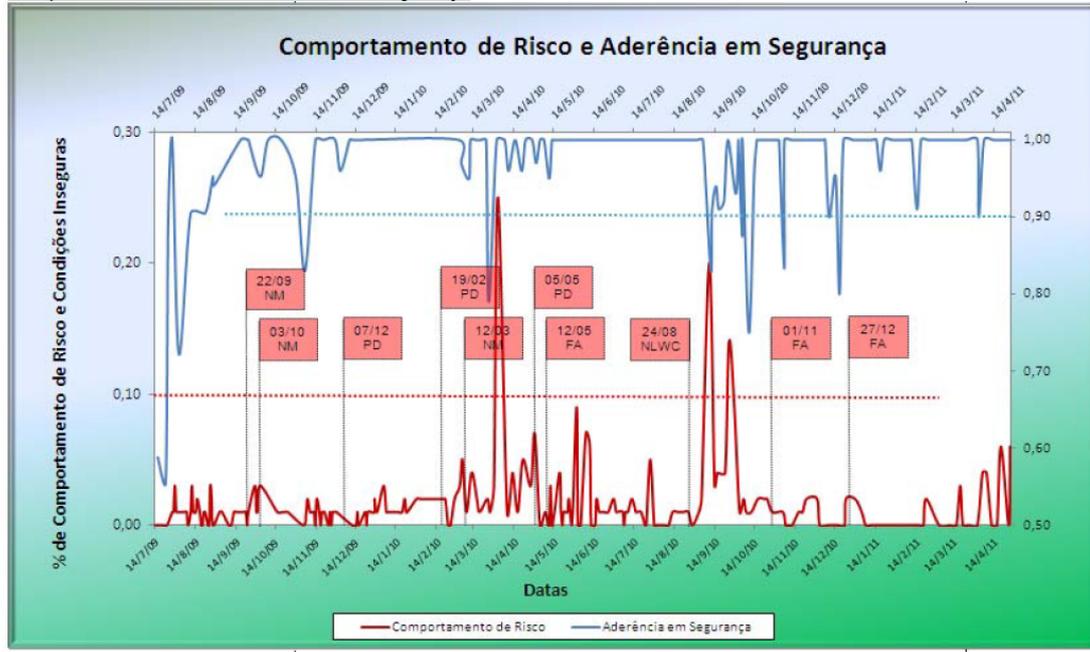
Para os gráficos 1.1, 2.1 e 2.2, onde é apresentado o índice de Aderência em Segurança, espera-se um resultado superior a 0,90, que representa **90% de aderência**. Quanto maior a porcentagem, maior é a aderência em segurança observada na obra.

O cálculo do índice de aderência em segurança para cada dia é realizado através da seguinte fórmula:

Índice de (aderência em segurança) = (n° respostas afirmativas por grupo de checklist)/(n° total de itens por grupo de checklist)

1. "FOTOGRAFIAS" DO SITE DE CONSTRUÇÕES

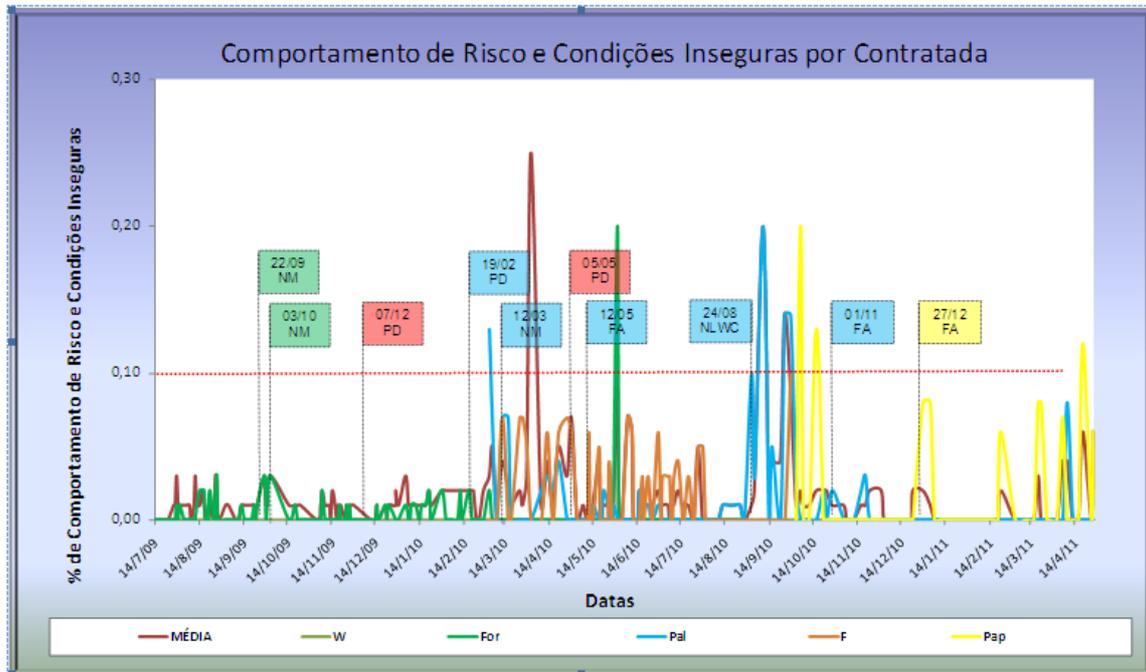
1.1) Comportamento de Risco x Aderência em Segurança



NM Near Miss **PD** Property Damage **FA** First Aid **NLWC** Non Los Workday Case **LWC** Lost Workday Case

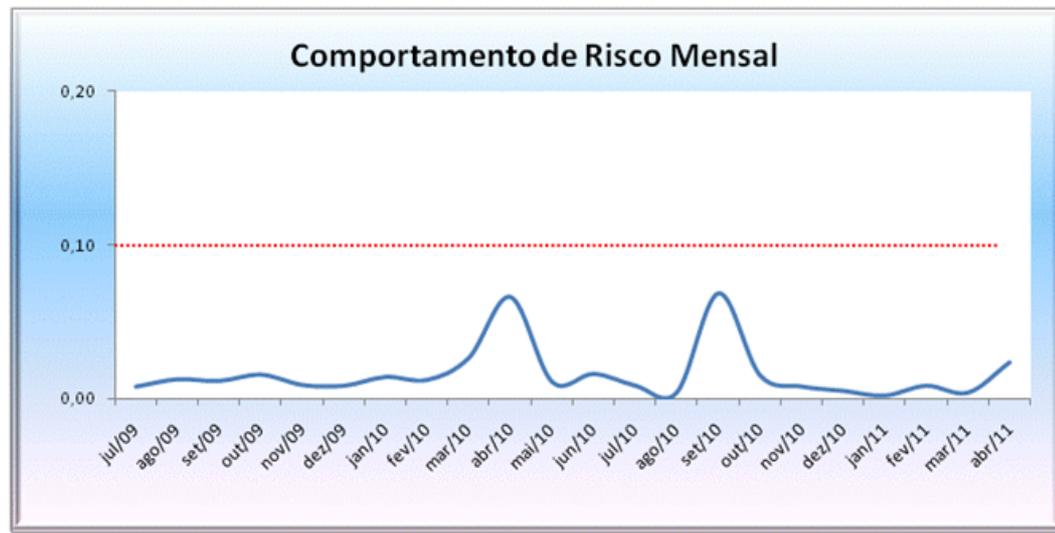
Abril/2011

1.2) Comportamento de Risco Diário – Contratadas e Média



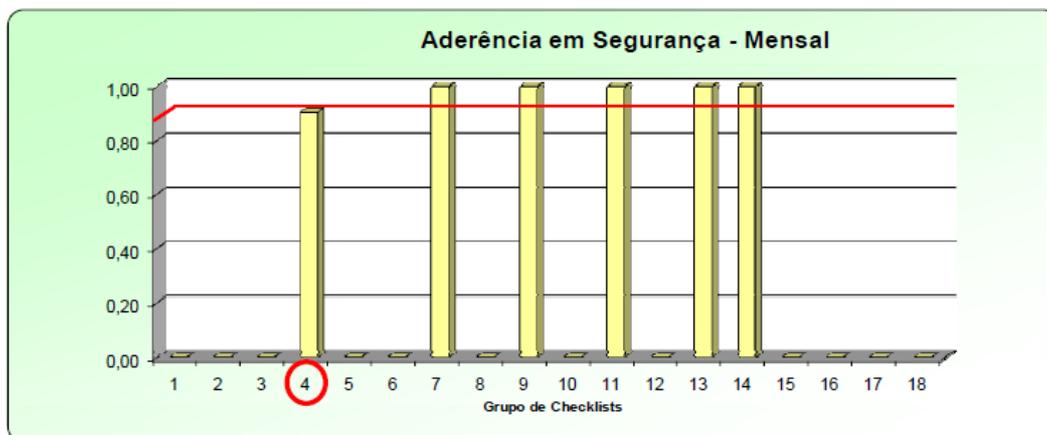
NM Near Miss **PD** Property Damage **FA** First Aid **NLWC** Non Los Workday Case **LWC** Lost Workday Case

1.3) Comportamento de Risco – Média Mensal



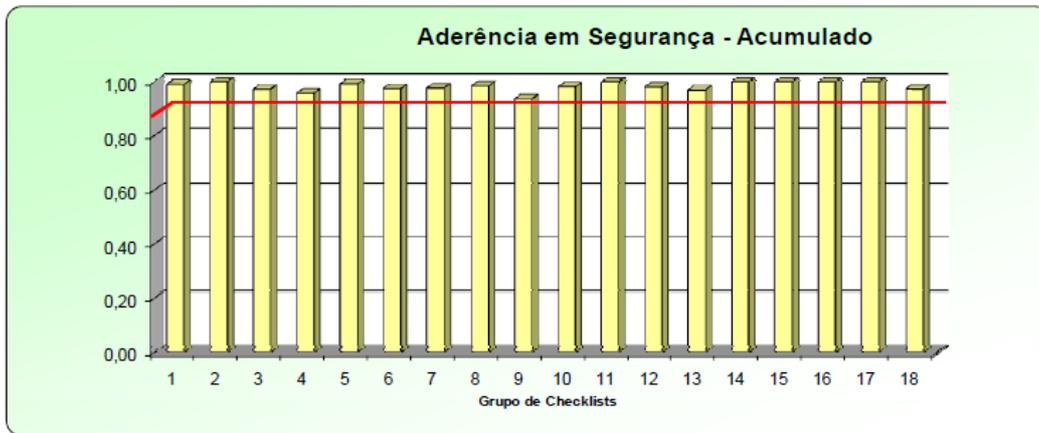
2. ADERÊNCIA EM SEGURANÇA – ANÁLISE POR GRUPOS DE CHECKLISTS

2.1) Mensal - Obtido no mês corrente



1 – Sinalização e Conscientização	7 – Cilindros de Gás Comprimido	13 – Escadas
2 – Layout e Sinalização	8 – Segurança Elétrica	14 – Andaimos
3 – Segurança Pessoal	9 – Prevenção e Proteção contra Incêndio	15 – Alta Pressão / Radiografia
4 – EPI	10 – Trabalho em Altura	16 – Espaços Confinados / Armaz. Combustível
5 – Isolamento / Acesso a Áreas	11 – Equipamentos Pesados	17 – Proteção Respiratória
6 – Trabalho Especial / a Quente	12 – Içamento	18 – Escavação / Aberturas chão, paredes e tetos

2.2) Acumulado - Obtido ao longo dos meses



- | | | |
|-----------------------------------|--|--|
| 1 – Sinalização e Conscientização | 7 – Cilindros de Gás Comprimido | 13 – Escadas |
| 2 – Layout e Sinalização | 8 – Segurança Elétrica | 14 – Andaimés |
| 3 – Segurança Pessoal | 9 – Prevenção e Proteção contra Incêndio | 15 – Alta Pressão / Radiografia |
| 4 – EPI | 10 – Trabalho em Altura | 16 – Espaços Confinados / Armaz. Combustível |
| 5 – Isolamento / Acesso a Áreas | 11 – Equipamentos Pesados | 17 – Proteção Respiratória |
| 6 – Trabalho Especial / a Quente | 12 – Içamento | 18 – Escavação / Aberturas chão, paredes e tetos |

Comportamentos de Risco & Aderência em Segurança

3. COMPORTAMENTOS DE RISCO & CONDIÇÕES INSEGURAS – TODO O SITE DE CONSTRUÇÕES

- Todo o Site de Construções (Folha 01/03)

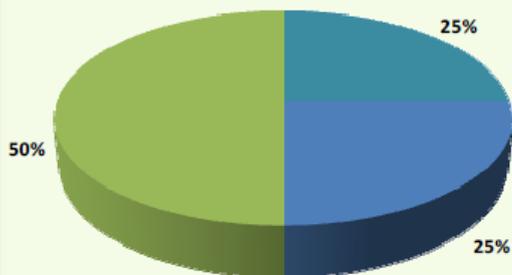


Área 1: Canteiro de Obras Área 2: Pipe Contratada2 Área 3: Pipe Shop Contratada 1 Área 4: Área Administrativa Área 5: Contratada 3 Área 6: Contratada 5

Comportamentos de Risco & Aderência em Segurança

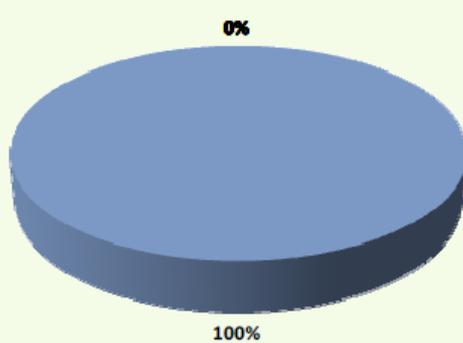
- Todo o Site de Construções (Folha 02/03)

Comportamentos de Risco Mensal



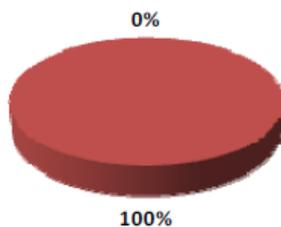
- # Ausência de Capacete
- # Ausência de Cinto de Segurança
- Cinto de Segurança Utilizado de Forma Inadequada
- Ausência de Luvas
- Ausência de Máscara
- Ausência de Óculos de Segurança
- Ausência de Protetor Auricular
- Ausência de Sapatos Adequados
- EPI Incompleto / Inadequado
- Execução do Serviço de Forma Insegura
- Funcionário Circulando com Ferramenta Energizada
- Funcionário Fumando em Local Inadequado
- Movimentação de Carga de Forma Insegura
- Uniforme Rasgado / Inadequado

Condições Inseguras Mensal



- # Equipamento Não Aterrado Eletricamente
- # Escada Quebrada
- # Escadas Irregulares
- # Problemas com Andaimos
- Ausência de FDSP
- Equipamentos Incompletos / Danificados
- Extintor Inadequado / Ausência
- Hidrante Obstruído
- Iluminação Inadequada
- Isolamento Deficiente
- Materiais / Equipamentos Obstruindo Passagem
- Mobiliário Incompleto ou Danificado
- Problemas com Arrumação/Limpeza em Geral
- Problemas com Cilindros
- Problemas Elétricos
- Permissões de Trabalho / APR / Checklists Incorretos
- Sinalização Deficiente
- Problemas com Ergonomia
- Outros

Condições e Comportamentos Críticos Mensal



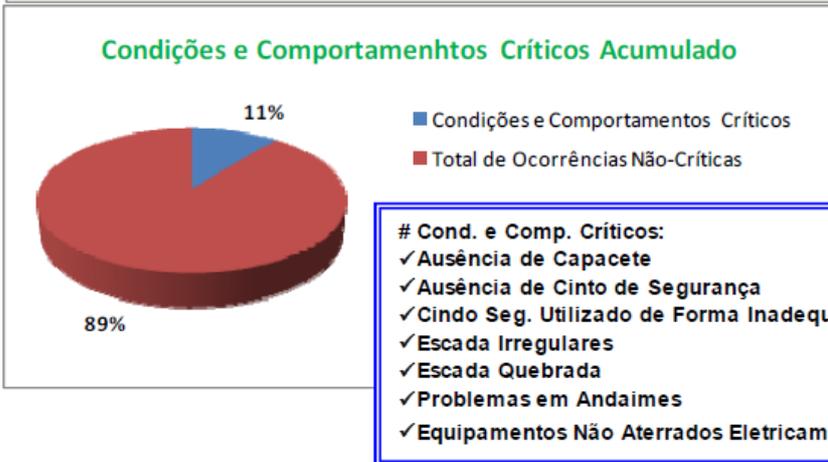
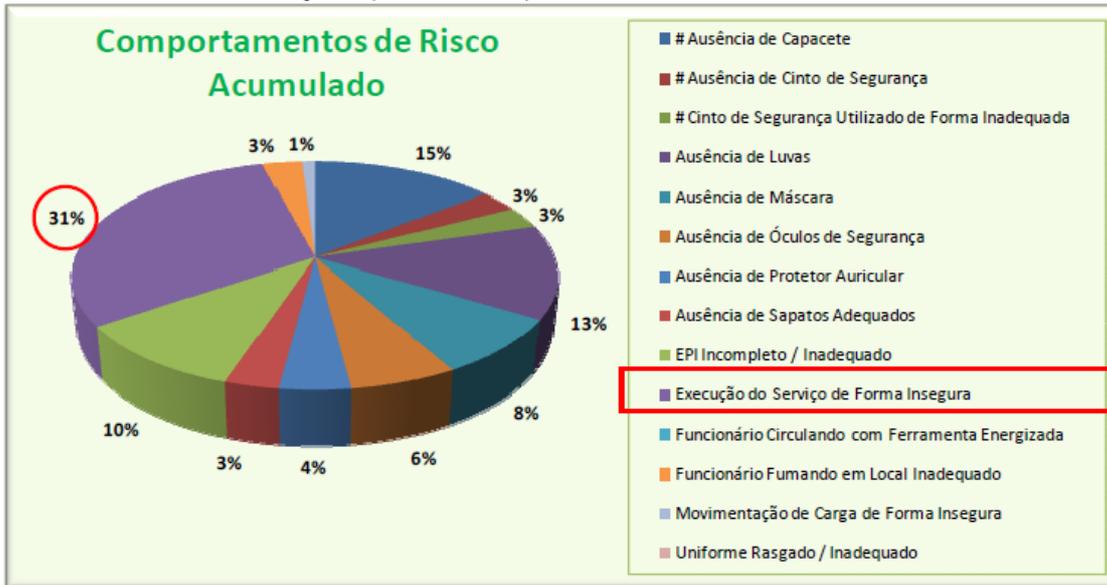
- Condições e Comportamentos Críticos
- Total de Ocorrências Não-Críticas

- # Cond. e Comp. Críticos:**
- ✓ Ausência de Capacete
 - ✓ Ausência de Cinto de Segurança
 - ✓ Cinto Seg. Utilizado de Forma Inadequada
 - ✓ Escada Irregulares
 - ✓ Escada Quebrada
 - ✓ Problemas em Andaimos
 - ✓ Equipamentos Não Aterrados Eletricamente

Abril/2011

Comportamentos de Risco & Aderência em Segurança

- Todo o site de Construções (Folha 03/03)



5. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

A avaliação do Canteiro de Obras, através dos dados coletados nos relatórios de observação de segurança, propicia condições para direcionar os esforços de prevenir ocorrências de eventos de segurança não desejados. Alguns aspectos são comentados, a seguir.

1. Durante o mês de Abril foram observados trabalhadores sem os EPI's adequados para as atividades sendo executadas. **Recomenda-se verificar se as APRs das atividades estão completas, descrevendo quais os EPIs requeridos para a execução de cada tarefa.**
2. Durante o mês de Abril foi identificado produto químico armazenado em local inadequado (dentro do vestiário dos trabalhadores), além de materiais e peças metálicas espalhadas pela área, por vezes obstruindo a passagem. **Recomenda-se realização de DDS ressaltando a importância da organização e limpeza da área de trabalho.**
3. Ressaltamos a nossa meta: realizarmos pelo menos **uma observação por dia de trabalho** utilizando as técnicas disponíveis:
 - Observação de Segurança de Comportamentos de Risco e Condições Inseguras (preferencialmente duas observações por semana)
 - PPI (Indicador de Performance de Aderência ao Processo de Segurança) (preferencialmente dois grupos por semana, sendo **um grupo por dia** de observação)