



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

Márcia Maria Pires de Oliveira.

**PLANO DE EVACUAÇÃO DE EMERGÊNCIA EM UMA OFICINA DE  
FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS NAVAIS**

**Rio de Janeiro**

**2013**



Márcia Maria Pires de Oliveira

**PLANO DE EVACUAÇÃO DE EMERGÊNCIA EM UMA OFICINA DE  
FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS NAVAIS**

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

Prof. Isaac José Antônio Luquetti dos Santos, D.Sc.

**Rio de Janeiro**

**2013**



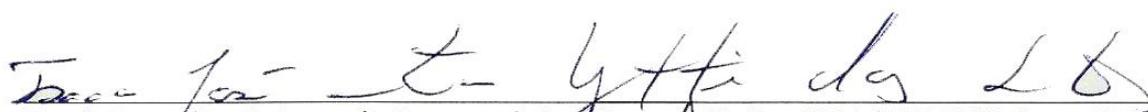
**PLANO DE EVACUAÇÃO DE EMERGÊNCIA EM UMA OFICINA DE  
FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS NAVAIS**

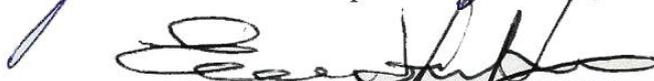
Márcia Maria Pires de Oliveira

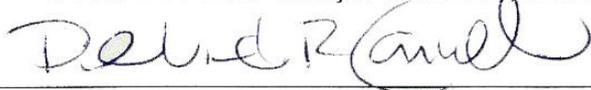
Prof. Isaac José Antônio Luquetti dos Santos, D.Sc

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:

  
Prof. Isaac José Antonio Luquetti dos Santos, D.Sc, PEA/UFRJ(Orientador)

  
Prof. Eduardo Gonçalves Serra, D.Sc, PEA/UFRJ

  
Prof. Paulo Victor Rodrigues de Carvalho, D.Sc, PEA/UFRJ

  
Prof. Carlos Borges da Silva, D.Sc, CNEN/IEN

De Oliveira, Márcia Maria Pires

Plano de Evacuação de Emergência em uma Oficina de Fabricação de Estruturas Navais. - 2013.

151 f.: il.

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

Orientador: Isaac José Antônio Luquetti dos Santos.

1. Análise de Risco. 2. Plano de Emergência. 3. Plano de Evacuação.

I. Santos, Isaac José Antônio Luquetti. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica e Escola de Química. III. Título.

## AGRADECIMENTOS



Agradeço ao professor Isaac Luquetti pela ajuda ensinamentos e suporte necessários para a realização deste projeto e pela forma gentil e ponderada com que conduziu todo o processo de orientação pedagógica.

Aos professores do curso e todos aqueles que contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Aos meus familiares pelo suporte e incentivo.

De Oliveira, Márcia Maria Pires. **Plano de Evacuação de Emergência em uma Oficina de Fabricação de Estruturas Navais**. Rio de Janeiro, 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

Márcia Maria Pires de Oliveira

Maio de 2013

**Orientador:** Isaac José Antonio Luquetti dos Santos.

O objetivo desta dissertação foi propor e implantar uma estrutura metodológica para elaboração de um plano de evacuação de emergência aplicado à indústria naval, com foco no setor de confecção e montagem de estruturas navais, de modo a estabelecer procedimentos destinados a minimizar as consequências de um cenário de acidente e efetuar a retirada dos trabalhadores de forma segura e organizada. Para cumprimento da meta proposta foi feita a identificação e descrição do processo de construção de blocos estruturais de um navio; realizada a análise de risco na oficina de construção de estruturas navais; desenvolvida matriz de risco; identificadas as substâncias presentes nos setores de maior risco; caracterização dos possíveis cenários de emergência; modelagem da oficina de estruturas navais e simulação do processo de evacuação de emergência, utilizando o software EVACNET 4. Os resultados obtidos permitiram obter o tempo necessário para que os trabalhadores possam alcançar o ponto de refúgio com segurança, identificar as saídas de emergências e rotas de fuga necessárias. Dessa maneira foi possível determinar os itens necessários para implantação de um plano de evacuação de emergência na oficina de estruturas navais.

**Palavras Chaves:** Análise de Risco, Plano de Emergência, Plano de Evacuação.

## ABSTRACT

The objective of this dissertation was to propose and implement a methodological framework to develop an emergency evacuation plan applied to the shipbuilding industry, with focus on the sector of manufacture and assembly of ship structures, in order to establish procedures to minimize the consequences of an accident scenario and to the evacuation of workers in a safe and organized manner. To comply with the proposed target was made the identification and description of the process of building structural blocks of a vessel; risk analysis in a naval structures construction workplace; developed risk matrix; identified the substances present in the sectors most at risk; characterization of possible emergency scenarios; naval structures workplace modeling and simulation of emergency evacuation process, using the EVACNET 4 software. The results obtained made possible to get the time needed to ensure that workers can reach the refuge point safely, identify the necessary emergency exits and escape routes. In this way, it was possible to determine the item required for development of an emergency evacuation plan in the naval structures constructions workplace.

Keywords: risk analysis, emergency planning, evacuation planning.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	18
1.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA.....	19
1.2 OBJETIVO.....	21
1.2.1 <b>Objetivo geral</b> .....	21
1.2.2 <b>Objetivos específicos</b> .....	22
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	22
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	24
2.1 ACIDENTE.....	24
2.2 FATORES HUMANOS.....	24
2.3 A SEGURANÇA.....	26
2.3.1 <b>O Controle de riscos</b> .....	27
2.3.1.1 comunicação e consulta.....	28
2.3.1.2 estabelecimento de contexto.....	28
2.3.1.3 identificação dos riscos.....	29
2.3.1.4 análise dos riscos.....	29
2.3.1.5 avaliação dos riscos.....	32
2.3.1.6 tratamento dos riscos.....	33
2.3.2 <b>Controle de emergências</b> .....	33

<b>3 O PROCESSO DE EVACUAÇÃO DE EMERGÊNCIA.....</b>	<b>38</b>
3.1 ENQUADRAMENTO LEGAL.....	45
3.2. SISTEMAS DE GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO.....	48
<b>4 DESCRIÇÃO GERAL DA CONSTRUÇÃO DE UM NAVIO.....</b>	<b>49</b>
4.1 DESEMPENO E ESTREITAMENTO.....	50
4.2 MARCAÇÕES E CORTE.....	51
4.2.1 Corte a plasma.....	51
4.2.2 Oxicorte.....	52
4.3 CONFORMAÇÃO.....	53
4.4 SOLDAGEM.....	54
4.5 PROTEÇÃO.....	54
4.6 MANOBRAS DE PESO.....	55
<b>5 ESTRUTURA METODOLÓGICA.....</b>	<b>56</b>
5.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE BLOCOS ESTRUTURAIS DE UMA EMBARCAÇÃO.....	57
5.1.1 Oficinas.....	59
5.1.1.1 divisão de oficinas estruturais.....	60
5.1.2 Descrição do processo de construção de blocos estruturais.....	64
5.2 ANÁLISE DE RISCO DA OFICINA DE CONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS NAVAIS.....	70

5.2.1 Construção da matriz de risco a partir do mapa de risco da oficina de estruturas navais.....	71
5.2.2 Identificação das substâncias presentes nos setores de maior risco.....	75
5.2.3 Determinação das quantidades e distâncias seguras.....	78
5.2.4 Identificação dos cenários de acidentes.....	79
<b>6 DESCRIÇÃO DA FERRAMENTA COMPUTACIONAL ESCOLHIDA PARA SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE ABANDONO DE EMERGÊNCIA.....</b>	<b>86</b>
6.1 A FERRAMENTA COMPUTACIONAL EVACNET-4.....	91
<b>7 MODELAGEM DA OFICINA DE CONFECÇÃO DE ESTRUTURAS NAVAIS E SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE ABANDONO DE EMERGÊNCIA.....</b>	<b>95</b>
7.1 PRIMEIRA SIMULAÇÃO.....	96
7.2 SEGUNDA SIMULAÇÃO.....	98
7.3 TERCEIRA SIMULAÇÃO.....	99
7.4 QUARTA SIMULAÇÃO.....	99
7.5 QUINTA SIMULAÇÃO.....	100
7.6 COMENTÁRIOS.....	101
<b>8 DEFINIÇÃO DOS ITENS NECESSÁRIOS PARA IMPLANTAÇÃO DE UM PLANO DE ABANDONO DE EMERGÊNCIA NA OFICINA DE ESTRUTURAS NAVAIS.....</b>	<b>102</b>
8.1 ESTRUTURAS DOS PLANOS DE ATENDIMENTO A EMERGÊNCIAS EXISTENTES NA ORGANIZAÇÃO.....	102

8.2 PGE - PLANO GERAL DE EMERGÊNCIA CONTRA INCÊNDIO DA ORGANIZAÇÃO.....	104
8.2.1 <b>Introdução</b> .....	104
8.2.2 <b>Objetivo</b> .....	104
8.2.3 <b>Obrigações da organização</b> .....	104
8.2.4 <b>Definições</b> .....	105
8.2.5 <b>Estruturas gerais para atendimento a emergências</b> .....	108
8.2.5.1 nível estratégico:.....	108
8.2.5.2 tático operacional:.....	108
8.2.6 <b>Organograma geral para atendimento a emergências</b> .....	109
8.2.7 <b>Atribuições dos participantes do plano</b> .....	109
8.2.7.1 direção geral.....	109
8.2.7.2 vice diretor industrial.....	109
8.2.7.3 grupo de assessoria.....	110
8.2.7.4 coordenador geral da emergência.....	110
8.2.7.5 grupos de ação.....	111
8.2.7.5.1 grupo de reparo principal (corpo de bombeiros).....	111
8.2.7.5.2 brigada de incêndio do edifício / área sinistrada.....	112
8.2.7.5.3 síndico do edifício.....	115
8.2.7.5.4 equipe de primeiros socorros.....	115
8.2.7.5.5 grupo de segurança do trabalho.....	116

8.2.7.6 grupos de apoio.....	116
8.2.7.6.1 supervisor eletricista de serviço na subestação.....	116
8.2.7.6.2 central de comunicação.....	116
8.2.7.6.3 brigadas de segurança patrimonial.....	117
8.2.7.6.4 grupos de reparos de avarias (cav).....	117
<b>8.2.8 Funcionários e contratados.....</b>	<b>118</b>
<b>8.2.9 Instalações e recursos humanos.....</b>	<b>118</b>
<b>8.3 PLANO DE ABANDONO DE EMERGÊNCIA DA DIVISÃO DE OFICINAS DE CONSTRUÇÃO DE UNIDADE DE ESTRUTURAS NAVAIS.....</b>	<b>118</b>
<b>8.3.1 Objetivo.....</b>	<b>118</b>
<b>8.3.2 Campo de aplicação.....</b>	<b>118</b>
<b>8.3.3 Executantes.....</b>	<b>119</b>
<b>8.3.4 Referências.....</b>	<b>119</b>
<b>8.3.5 Definições.....</b>	<b>119</b>
<b>8.3.6 Cenários de acidentes identificados:.....</b>	<b>119</b>
<b>8.3.7 Organograma da brigada de incêndio da oficina de construção de estruturas navais.....</b>	<b>119</b>
8.3.7.1 cálculo dos brigadistas.....	120

<b>9 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>128</b>
9.1 CONCLUSÕES.....	128
9.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	129
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>130</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>135</b>
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>139</b>

## Lista de Figuras

Figura 1.1 Linha do tempo da construção naval brasileira.....	20
Figura 2.1 Visão geral do processo de gerenciamento de risco.....	28
Figura 2.2 Estrutura organizacional de um plano de emergência.....	37
Figura 3.1 Representação gráfica das fases que compõem uma sequência de ações de emergência.....	38
Figura 5.1 Principais estaleiros da região metropolitana do Rio de Janeiro.....	57
Figura 5.2 Localização geográfica da Divisão de Fabricação de Estruturas Navais.....	60
Figura 5.3 Planta baixa da Divisão de Fabricação de Estruturas Navais.....	61
Figura 5.4 Organograma da Divisão de Oficinas de Fabricação de Estruturas Navais.....	62
Figura 5.5 Distribuição das funções dos efetivos da Oficina de Estruturas Navais.....	63
Figura 5.6 Principais processos nas oficinas de fabricação, pré-montagem e montagem de estrutura.....	66
Figura 5.7 Principais processos executados na oficina de serralheria.....	68
Figura 5.8 Principais processos executados na oficina de funilaria.....	69
Figura 5.9 Fatores que influenciam os estudos de análise de riscos em instalações industriais.....	76

Figura 6.1 Organização dos modelos de evacuação.....	86
Figura 6.2 EVACNET4 representação da estrutura de uma edificação nós e arcos.....	92
Figura 7.1 Direção do deslocamento dos ocupantes para a escada que liga o 1º pavimento ao Hall HA1.0 no térreo em direção a saída externa DS1.0.....	95
Figura 7.2 Direção de deslocamento para as saídas do térreo.....	96
Figura 7.3 Direção de deslocamento para as saídas DS1.0, DS2.0, DS3.0, DS4.0.....	97
Figura 7.4 Direção de deslocamento para as saídas DS1.0, DS2.0 com ocorrência de evento.....	98
Figura 7.5 Direção de deslocamento para as saídas DS1.0, DS3.0 e saídas de emergência evento.....	99
Figura 7.6 Direção de deslocamento para as saídas DS1, DS3 e saídas de emergências.....	100
Figura 8.1 Planos de emergência existentes na organização em estudo.....	102
Figura 8.2 Programa de atendimento a emergência.....	103
Figura 8.3 Organograma geral de atendimento a emergência.....	109
Figura 8.4. Organograma da oficina de construção de estruturas navais.....	120
Figura 8.5. Rotas de fuga em direção aos pontos de encontro.....	126
Figura 8.6 Rota de fuga do primeiro pavimento em direção ao térreo.....	126
Figura 8.7 Rota de fuga do térreo em direção ao exterior.....	127

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1.1 Tipos de Emergências de uma Organização.....	19
Tabela 3.1 Sequências de ações na ocorrência de um evento.....	39
Tabela 4.1 Homem hora necessário para construir um navio petroleiro de 350 m.....	50
Tabela 5.1 Total de efetivos por setor e percentual em relação ao total.....	63
Tabela 5.2 Principais matérias primas utilizadas na divisão de fabricação de estruturas.....	65
Tabela 5.3 Classificação das substâncias presentes na Divisão de Estruturas navais de acordo com seus respectivos pontos de fulgor.....	77

## Lista de Quadros

Quadro 2.1. Ações genéricas de combate de acordo com os danos esperados.....	37
Quadro 5.1 Matriz de risco.....	72
Quadro 5.2 Gradação de riscos.....	73
Quadro 5.3 Matriz de risco da divisão de oficinas de estruturas navais.....	74
Quadro 5.4 Classificação do nível de inflamabilidade e ponto de fulgor e/ou ponto de ebulição.....	78
Quadro 5.5 Listagem de substâncias inflamáveis.....	79
Quadro 5.6 Distância segura em função da massa existente.....	79
Quadro 5.7 Frequência de ocorrência de um evento.....	81
Quadro 5.8 Consequências de ocorrência de um evento.....	81
Quadro 5.9 Gradação dos riscos.....	82
Quadro 5.10 Matriz de riscos.....	82
Quadro 5.11 Análise preliminar de risco.....	83
Quadro 5.12 Fluxo de radiação térmica e efeitos esperados.....	85
Quadro 5.13 Pulsos de Pressão e efeitos esperados.....	85
Quadro 6.1 Tipos de modelos de evacuação.....	89
Quadros 6.2 Dados de saída do EVACNET4.....	93
Quadro 8.1 Percentual da população fixa do estabelecimento levando-se em conta a classe e a subclasse de ocupação da planta.....	121
Quadro 8.2 Distribuição do n° de brigadistas do setor.....	122
Quadro 8.3. Resposta de ação a vazamento de acetileno seguido de incêndio ou explosão...	125

## 1 INTRODUÇÃO

Em muitas corporações, pouca ou nenhuma atenção é dada ao planejamento para emergência, esta atitude decorre do fato de que é difícil encarar que a empresa possa enfrentar uma crise, como consequência, o potencial de perigo de sinistro é frequentemente negligenciado pelos administradores. Na maioria das situações o problema consiste na aceitação de que o risco existe e pode acontecer que este é inevitável e imprevisível, apesar de todo e qualquer esforço para evitar ou até mesmo diminuir a chance e probabilidade de ocorrência. Como exemplo recente de situação de emergência pode ser citado o incêndio que ocorreu na Boate Kiss, em Santa Maria município do estado brasileiro do Rio Grande do Sul. O incêndio ocasionou a morte de aproximadamente 242 pessoas e feriu 116 outras. É importante ter em mente algumas definições básicas para dar continuidade ao trabalho, faz-se necessário então definir risco e perigo. Perigo é uma ou mais condições de uma variável com potencial necessário para causar danos (DE CICCÒ & FANTAZZINI, 2003). O risco no contexto que nos interessa - controle e tratamento das consequências - será visto como o resultado da multiplicação da frequência da ocorrência de um evento pela consequência que pode causar. Historicamente grande parte das ações iniciais relativas à prevenção e ao controle de perdas acidentais começou com os infortúnios do trabalho (DE CICCÒ & FANTAZZINI, 2003), fato que nos reporta ao conceito de acidente. Em termos gerais, acidente é um evento não desejado, que pode causar danos físicos, lesões, mortes, impactos ao meio ambiente, prejuízos materiais e resultar em consequências que o caracterize como crítico ou catastrófico (GERTMAN, 1994). A emergência por sua vez, é uma situação resultante de acidente grave, desastre ou outro tipo de ameaça, que possa colocar em risco a segurança das pessoas, instalações ou do meio ambiente. Para Cardella (2009), emergência é a ocorrência de eventos perigosos, não programados, sob condição controlada, e se dá quando os riscos se manifestam em fatos reais. O termo desastre dá ideia de uma noção preconcebida de um evento de larga escala, geralmente um desastre natural. Na realidade cada evento deve ser definido no contexto do impacto que proporciona para a companhia (FEMA, 1993).

A Occupational Safety and Health Administration (OSHA) define uma tabela onde mostra os tipos de emergências que uma organização pode enfrentar (OSHA OREGON, 2012). A tabela 1.1 abaixo ilustra este fato.

Tabela 1.1 - Tipos de Emergências de uma Organização.

<b>Desastres Naturais</b>	<b>Tecnológicos</b>	<b>Humanos</b>
Avalanches	Comunicação	Econômicos
Biológicos	Explosões	Ataques Terroristas
Terremotos	Colapso Financeiro	Greves Gerais
Incêndios	Escapes de Materiais Perigosos	Guerras
Inundações	Acidentes Nucleares	Sabotagens
Tempestades de Ventos	Falhas em Fornecimento de Energia.	Tomada de Reféns

Fonte: Adaptado de (OSHA OREGON, 2012) Workplace Emergency Action Plan pág. 3.

A falta de antecipação de prováveis cenários de acidentes e a interação de diversas variáveis do sistema faz com que em certas ocasiões a condição de controle seja perdida, o que pode resultar em um dano maior. Para uma organização, a minimização da perda só será ocasionada com a projeção das dificuldades a serem enfrentadas pela mesma. A falta de providências prévias para enfrentar uma situação de emergência pode resultar em danos sérios e até mortes, destruição de propriedades e instalações, e mesmo a paralisação das atividades da organização.

### 1.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

A atividade de controle de emergências destaca-se, como item de relevância na manutenção das condições de segurança das instalações (DUARTE, 2002). A implantação dos planos de controle de emergências faz parte da atividade de manutenção e controle da segurança e tem alguns aspectos particulares, em relação aos demais procedimentos regulares. Segundo o mesmo autor, os principais aspectos são: tomada de decisão sob elevado grau de pressão psicológica, risco de vida para os elementos da equipe de atendimento e responsabilidade sobre a vida de terceiros. (BELLAMY, 1994; apud DIMATTIA, 2005) faz referência ao

papel significativo dos fatores humanos tanto na causa de acidentes como na resposta à emergência. As possibilidades de erros com consequências potenciais graves faz com que estejamos atentos a todos os detalhes no planejamento de controle de emergências.

Ao se analisar a indústria da construção naval, verifica-se que a mesma necessita de uma participação intensiva de mão de obra, logo, políticas de formação e treinamento são essenciais neste setor (FAVARIN et al, 2009). No Brasil, a partir de 1960 notam-se períodos distintos na indústria naval: o seu auge na década de 1970, momento de crise nas décadas de 1980 e 1990 e o período recente de recuperação desta atividade no país (JESUS & GITAHY, 2009). A figura 1.1 abaixo ilustra a linha do tempo na indústria de construção naval brasileira.

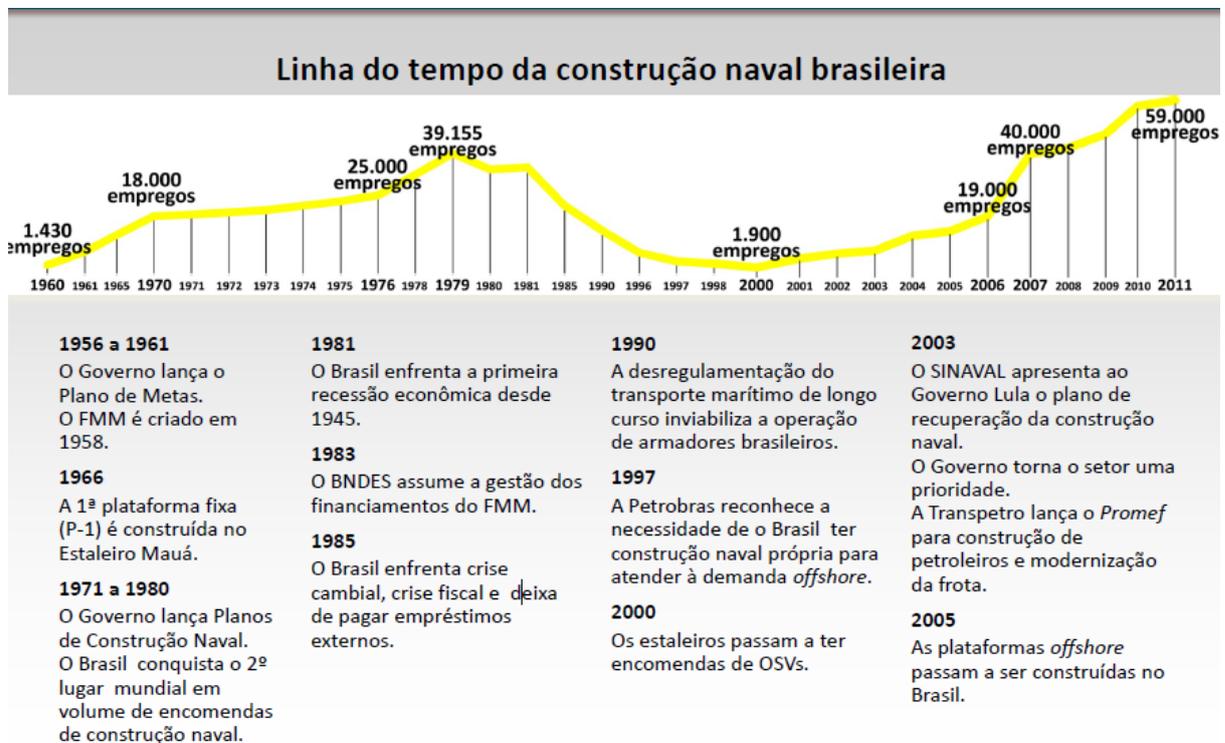


Figura 1.1: Linha do tempo da construção naval brasileira. Fonte: SINAVAL – Visão Geral da Construção Naval Brasileira – Março 2012.

Nos quase vinte anos de crise houve grande migração dos trabalhadores para outros setores aliado ao fato de a formação de mão de obra ter sido negligenciada, em decorrência da baixa produção e falta de recursos. Atualmente mais da metade dos trabalhadores têm mais de 40 anos e 17% já passaram dos 50 (FAVARIN et al. 2009). Neste momento de recuperação da indústria naval brasileira, mais empregos estão previstos no setor, existe, no entanto, uma preocupação quanto à formação de mão de obra especializada capacitada a curto termo. Ao se

considerar a abertura de novos estaleiros, a carteira de encomendas atual dos estaleiros em operação, a aprovação de financiamento do FMM - Fundo Público do Ministério dos Transportes para a construção de novos navios, verificamos que se torna primordial o treinamento do capital humano visando à prevenção de acidentes e controle dos processos de trabalho assim como a implantação de planos de evacuação de emergência nestes ambientes onde se identificam grandes riscos de acidentes. Nos estaleiros navais a variação de carga de trabalho faz com que mais do que ser produtivo, o objetivo seja ser flexível para atender à demanda devido à falta de ciclos construtivos estáveis, o que induz à baixa padronização do processo de trabalho. Uma das etapas de construção de uma embarcação é a fabricação e montagem de unidades estruturais que agrupadas originam os blocos que por sua vez formam o complexo estrutural “navio”. A fabricação de estruturas é de acentuada importância, pois da sua qualidade depende praticamente todas as etapas posteriores e nela se inicia, em termos físicos, o delineamento das formas constituintes de uma embarcação. As oficinas de construção de blocos estruturais agregam um grande número de trabalhadores com utilização de fontes elétricas, e gases comprimidos em seus processos de trabalho, o que faz com que tenham atenção especial, a implantação de medidas preventivas e de controle das condições de segurança.

## 1.2 OBJETIVO

O plano de emergência de uma instalação industrial tem como objetivo definir de forma organizada os meios humanos e materiais a fim de estabelecer procedimentos concisos em caso de emergência, garantir a proteção dos colaboradores da organização e a proteção do patrimônio e ambiente. Um dos itens principais de um plano de emergência é o plano de retirada (abandono), que envolve a retirada total ou parcial dos trabalhadores do local de trabalho. Através de técnicas de análise de riscos podemos identificar as causas principais que podem dar origem a uma emergência e obtermos cenários de acidentes e têm como objetivos específicos orientar a ação de forma a mitigar os possíveis danos causados, ao mesmo tempo em que busca o cumprimento dos preceitos legais das diversas legislações existente no Brasil, no âmbito federal, estadual e municipal.

### 1.2.1 Objetivo geral

O principal objetivo dessa dissertação é desenvolver uma metodologia de identificação de possíveis cenários de acidentes que permita elaborar um Plano de Evacuação de Emergência

de alcance local, aplicado à indústria naval, com foco no setor de confecção e montagem de estruturas navais visando estabelecer procedimentos destinados a minimizar as consequências destes mesmos cenários e efetuar a retirada dos trabalhadores de forma segura e organizada.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Dentre os objetivos específicos neste estudo constam:

- a) identificar cenários de acidentes em uma oficina de fabricação de estruturas navais que possam dar origem a uma emergência;
- b) usar uma ferramenta computacional na simulação do processo de retirada de emergência, de modo a identificar oportunidades de melhorias no Plano de Evacuação de Emergência proposto;
- c) simular cenários de retirada de emergência, com o objetivo de obter o tempo necessário para que os trabalhadores possam alcançar o ponto de refúgio com segurança, identificando possíveis rotas de fuga;
- d) definição dos itens necessários para implantação de um plano de abandono de emergência na oficina de estruturas navais.

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo 1 é feita uma introdução à pesquisa, com identificação do problema e subsequente definição dos objetivos e contextualização do setor industrial.

O capítulo 2 apresenta revisão da literatura com relação a conceitos de acidentes, fatores humanos, segurança, técnicas de análise de risco bem como aspectos relativos às ações genéricas de resposta à emergência.

O capítulo 3 discorre sobre o processo de evacuação de emergência.

O capítulo 4 discorre sobre o processo de construção de um navio.

No capítulo 5 é apresentada a estrutura metodológica adotada, descrevendo o processo de construção de blocos estruturais de um navio e a análise de risco realizada na oficina de construção de estruturas navais.

No capítulo 6 é apresentada a ferramenta computacional EVACNET4 escolhida para simulação do processo de abandono de emergência.

O capítulo 7 apresenta a modelagem da oficina de confecção de estruturas navais e a simulação do processo de abandono de emergência.

No capítulo 8 são definidos os itens necessários para implantação de um plano de abandono de emergência na oficina de estruturas navais.

No capítulo 9 são apresentadas as conclusões e as discussões referentes à pesquisa.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 ACIDENTE DO TRABALHO

De acordo com a NBR 14280:2001 (ABNT, 2001) Acidente do Trabalho é uma.

“[...] ocorrência imprevista e indesejável, instantânea ou não, relacionada com o exercício do trabalho, de que resulte ou possa resultar lesão pessoal”.

O conceito legal está previsto na Legislação Previdenciária: Lei 8.213/91 nos artigos 19 a 21 e no artigo 131 decreto lei 2171 de 05/03/97.

“[...] Acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa [...], provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause morte ou perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.”

Duarte (2002) estabelece uma definição mais abrangente, dentro de um conceito prevencionista:

“Acidente é um evento indesejável, fortuito, que, efetivamente, causa danos à integridade física e/ou mental das pessoas, ao meio ambiente, e as falhas à propriedade ou a mais de um desses elementos, simultaneamente.”

Na definição legal visa-se basicamente em definir o acidente com a finalidade de proteger o trabalhador acidentado, através de uma compensação financeira, garantindo-lhe o pagamento de diárias, enquanto estiver impossibilitado de trabalhar em decorrência do mesmo, ou de indenização, se tiver sofrido lesão incapacitante permanente. Na visão prevencionista faz-se uma análise do acidente visando impedir a sua repetição, com o objetivo de estabelecer uma relação de causa e consequência entre as falhas e atos ocorridos, no contexto e no momento do acidente, de forma a adotar medidas de controle e correção.

### 2.2 FATORES HUMANOS

Os fatores humanos correspondem a um grupo de informações relacionadas com as habilidades, limitações e outras características humanas que são relevantes para o projeto de um sistema (NUREG-0711, Rev.2, 2004).

O esforço para melhorar a segurança de uma planta industrial está centrado na melhoria do desempenho humano, na minimização da ocorrência de erros em todos os níveis da organização e na validação da integridade das defesas, barreiras, controles ou salvaguardas, sobretudo para sistemas de alto risco. A falha humana, se intencional ou não intencional é definida como qualquer ação humana ou a sua falta, que excede ou falha em atingir um limite de aceitabilidade, onde os limites do desempenho humano são definidos pelo sistema (KIRWAN, 1998). Qualquer definição de falha humana deve considerar as ações e limites específicos envolvidos numa tarefa em particular, em um determinado contexto e ser considerada como um resultado natural e inevitável da variabilidade humana em interações com um processo, refletindo as influências de todos os fatores pertinentes no momento em que as ações são executadas. O conceito de erro humano não deve ter conotação de culpa e punição, devendo ser tratado como uma consequência natural, que emerge devido a não continuidade entre a capacidade humana e a demanda do sistema. Os fatores que influenciam o erro humano podem ser reconhecidos e gerenciados e são componentes essenciais em todo o processo de gestão de risco. (WILSON; MCCUTCHEON, 2003; RAEng, 2003 apud DIMATTIA, 2005).

Para minimizar os erros humanos, é necessário considerar os fatores que afetam o desempenho humano, que podem ser externos, internos ou estressores. Os fatores externos incluem todo o ambiente de trabalho, os equipamentos, os procedimentos escritos ou instruções verbais. Os fatores internos representam as características individuais das pessoas, suas habilidades, sua motivação e as expectativas. Os estressores são os psicológicos e fisiológicos que resultam do ambiente de trabalho, quando as exigências do sistema não estão em conformidade com a capacidade e as limitações do trabalhador. A não combinação entre os fatores que afetam o desempenho resulta num estresse que degrada o desempenho humano. Situações de trabalho adequadamente projetadas, compatíveis com as necessidades, capacidades e limitações humanas, levando em consideração os fatores que afetam o desempenho humano, podem criar condições que aperfeiçoem o desempenho do trabalhador e minimizem os erros humanos.

Reason (1997) estabelece uma classificação das falhas humanas, materiais e organizacionais, e segue as seguintes definições:

a) falhas ativas - são aquelas que ocorrem no contexto do acidente, constituindo-se no conjunto de causas imediatas que determinaram a ocorrência. Elas se apresentam como atos

inseguros e falhas de equipamentos de operação, de dispositivos de segurança e de controle administrativos;

**b)** falhas latentes - são aquelas que criaram precondições para a ocorrência do acidente. Elas são falhas de decisões gerenciais, de organização administrativa e do modelo de gestão adotado na atividade. São assim denominadas, porque permanecem inativas, formando um potencial para que acidentes ocorram quando existe uma certa combinação de falhas. A não correção dessa classe de falhas propicia a repetição da ocorrência indesejável. As falhas latentes são classificadas em:

- falhas voluntárias: são transgressões intencionais dos procedimentos operacionais e de segurança, com o objetivo de promover uma simplificação indevida, no exercício da atividade,
- falhas involuntárias: são erros induzidos por falhas da instrumentação de controle, por ocorrência de uma situação não prevista nos procedimentos ou por interferência de algum fator externo.

### 2.3 A SEGURANÇA

Segundo Cardella (2009), a Função Segurança

“[...] é o conjunto de ações exercidas com o intuito de reduzir danos e perdas provocadas por agentes agressivos.”

Os chamados Fatores de Risco atuam na produção do dano, e a Função Segurança no sentido de evitá-lo (CARDELLA, 2009). O exercício da segurança é feito por meio de ações de controle, controles estes passíveis de falhas. As falhas são fatores do risco e a grande maioria dos casos de acidentes ocorre devido a algum tipo de falha.

Cardella (2009) observa ainda, que a Função Segurança pode ser subdividida em duas outras, Controlar Riscos e Controlar Emergências, salienta ainda, que o controle de riscos visa manter os riscos associados à organização abaixo de valores tidos como toleráveis. Risco tolerado é um parâmetro fundamental para o sistema de gestão de riscos, e é estabelecido por algum critério de tolerabilidade que sofre influências do cenário social e político, da situação econômica, financeira e cultural da organização e da sociedade.

A função controle de emergência só se manifesta quando os fatores de risco que estão latentes se evidenciam em fatos reais ou através de simulados que objetivam identificar as possíveis falhas no controle de emergência. Grande parte da função controle de riscos é baseada na identificação de possíveis falhas, adoção de medidas para sua eliminação e redução de sua frequência de forma a neutralizar seus efeitos. A análise das falhas pode ser feita em três situações a saber:

- a primeira é quando a emergência já ocorreu, então, o objetivo é descrever as falhas, identificar as causas e analisar a eficiência e eficácia das ações tomadas na detecção e intervenção;
- a segunda é feita durante a emergência, neste caso as falhas ainda estão ocorrendo, precisam ser sanadas para que a emergência seja controlada, a intervenção correta só pode ser efetuada se os fatores emergentes forem identificados;
- a terceira seria antever onde o sistema poderia falhar de modo a atuar com mais rapidez durante a emergência uma vez que o fator tempo é essencial em tais situações.

O tempo é um recurso crítico nas ações de emergência, pois é um recurso escasso, limitado e inelástico. É determinado pelo próprio evento e por suas consequências (CARDELLA, 2009). A escassez do tempo deve ser compensada por habilidades, materiais e equipamentos. O treinamento é vital não garantindo, porém um controle total dos eventos de emergência, daí a necessidade da análise contínua das possíveis falhas que possam ocorrer em tais eventos, estabelecendo o maior número de cenários possíveis.

### **2.3.1 O controle de riscos**

Controlar riscos significa gerenciar os mesmos, e em uma organização um programa de gerenciamento de risco tem o objetivo de identificar, analisar e avaliar os riscos existentes e assim decidir como os mesmos serão tratados (MORGADO, HADDAD, e GUEIROS, 2002).

A figura 2.1 ilustra as etapas do processo de gerenciamento de riscos (Risk Management AS/NZ 4360:2004, 2004).

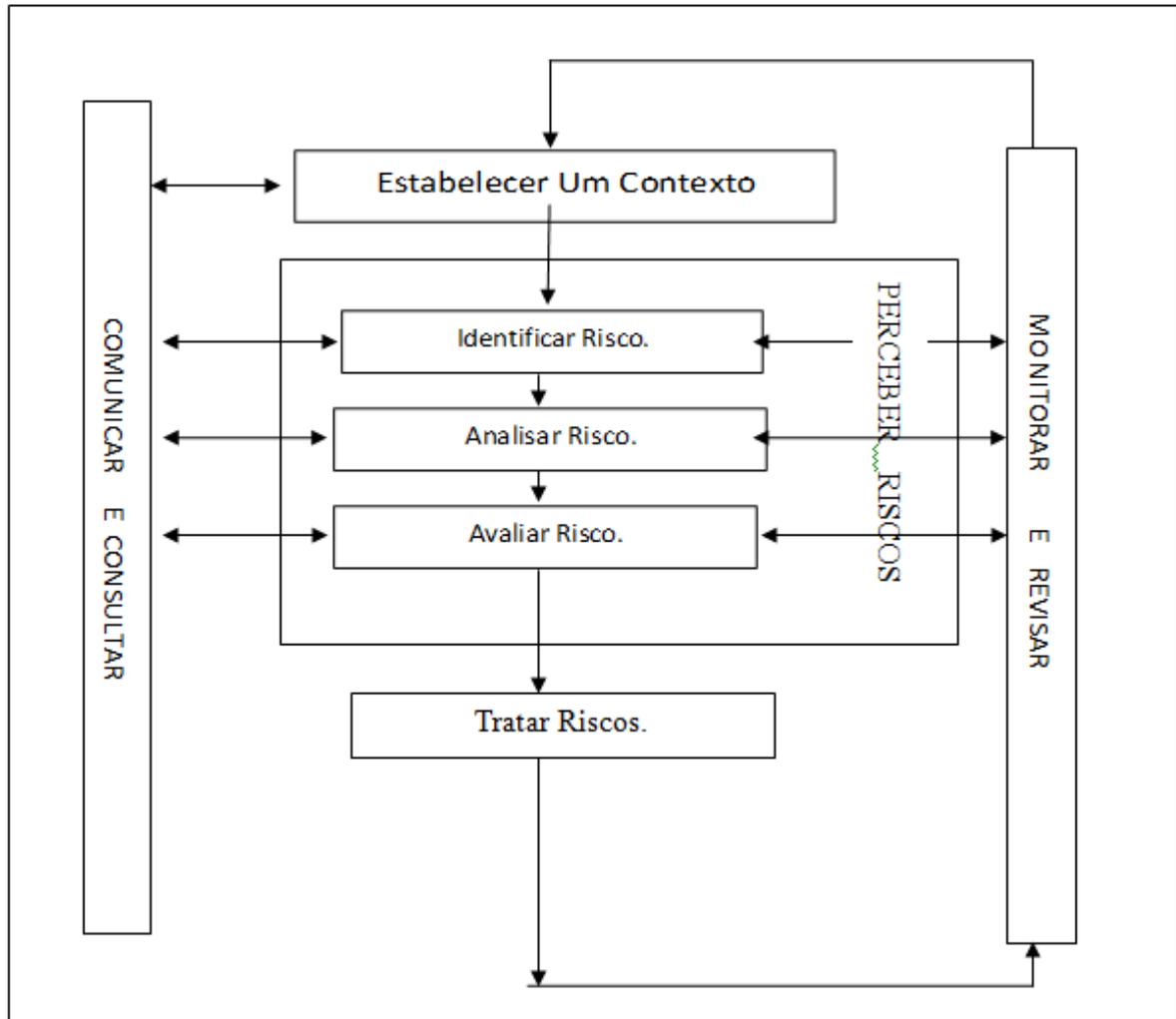


Figura 2.1 Visão Geral do Processo de Gerenciamento de Risco. Fonte: AS/NZS 4360:2004

### 2.3.1.1 comunicação e Consulta

A etapa de comunicação e consulta é importante, pois ajuda no julgamento dos riscos baseada na percepção de equipe, o que proporciona diferentes visões das situações de riscos.

### 2.3.1.2 estabelecimento de Contexto

O estabelecimento do contexto fornece os parâmetros básicos para a gestão de risco e define o escopo do processo de gerência de risco, e as relações entre os atores internos e externos da organização.

### 2.3.1.3 identificação dos riscos

A identificação de riscos é uma etapa crítica porque um risco não identificado nesta etapa será excluído de todo o processo de gestão de risco, na realidade faz-se primeiramente a identificação de perigo, que é a identificação de tudo que pode causar danos, isto é, a identificação de produtos perigosos, substâncias perigosas, interações perigosas, animais perigosos, comportamento humano, falha de um componente, condições físicas de uma instalação, etc. enfim, consiste na identificação de qualquer elemento que possa contribuir para produzir um risco. Há que se verificar o grau de exposição aos agentes e os controles existentes na instalação, pois, os danos causados pelo perigo também dependem da exposição e dos sistemas de controle.

### 2.3.1.4 análise de riscos

A Análise de Riscos envolve a realização de um processo sistemático que visa à compreensão da natureza do risco de forma a avaliar seu nível (Risk Management AS/NZ 4360:2004, 2004). Fornece as bases para a avaliação e decisão no que concerne a tratamento de riscos.

Uma das definições de risco existentes na literatura é dada como o dano ou perda esperado no tempo (CARDELLA, 2009). Nesta definição, o risco associado ao evento perigoso resulta de dois fatores: frequência e consequência do evento e pode ser expressa pela expressão matemática.

$$\text{Risco} = \text{Frequência} \times \text{Consequência.}$$

As Análises de Risco podem ser:

- análises qualitativas

Nas análises qualitativas, avaliações subjetivas são realizadas por especialistas para definir a magnitude das consequências potenciais e a probabilidade com que estas ocorrências podem acontecer. Podem ser usadas para fornecer uma visão inicial dos riscos que não requeiram uma análise mais detalhada.

- análise semi-quantitativa;

Nas análises semi-quantitativas valores são dados às magnitudes das consequências com o objetivo de se obter uma escala mais extensa do que aquelas obtidas na análise qualitativa. Um cuidado maior é necessário neste tipo de análise, pois os números obtidos podem não refletir com rigor as possíveis consequências, pois a escolha da escala é arbitrária.

- análises quantitativas;

São valores numéricos adotados tanto para as consequências como para as frequências usando como referências dados de fontes diversas tais como, registros da organização, experiência dos especialistas, resultados de publicações científicas, bancos de dados de organizações de mesma classificação. As consequências podem ser expressas em termos de critérios monetários, técnicos ou impacto humano. O modo como as consequências e as frequências é expresso vai variar de acordo com o tipo de risco e com o propósito da análise de risco.

Várias ferramentas podem ser utilizadas para auxiliar na análise de risco como exemplo é possível citar:

APR (Análise preliminar de riscos);

TIC (Técnica de incidentes críticos);

SR (Série de Riscos);

AE (Árvore de Causas);

WIF (What if/Checklist);

AAF (Análise de árvore de falhas);

AMFE (Análise do modo de falha e efeitos);

HAZOP (Estudo de operabilidade e riscos) entre outras.

Dentre as informações resultantes de uma análise de risco pode-se obter: a identificação e análise dos cenários de acidentes potenciais e a classificação dos cenários quanto ao grau de risco e grau de vulnerabilidade do sistema.

Segundo Guthrie (apud HADDAD, GUEIROS, & MORGADO, 2002), determinar os pontos vulneráveis da organização é fundamental para que a equipe de gerenciamento de riscos elabore um plano de ação adequado. Para conhecer as vulnerabilidades é necessário que após a identificação e análise de cada risco da organização, seja feita uma avaliação que permita a graduação dos riscos encontrados.

Devido ao escopo deste estudo (indústria da construção e reparação naval) dentre as técnicas mencionadas acima cabe destacar a Análise Preliminar de Risco (APR), também conhecida como Análise Preliminar de Perigos (APP), ferramenta esta mencionada na legislação como sendo responsabilidade do empregador a sua realização (MTE, 2011).

A APR é uma técnica qualitativa para identificação de possíveis cenários de acidentes em uma dada instalação, identifica os grupos de perigos existentes em um sistema, sua evolução e faz uma recomendação de controle. De acordo com a Risk Management (AS/NZ 4360:2004, 2004) a Análise Preliminar de Risco pode ser simplificada através de uma matriz qualitativa combinando a probabilidade do evento com sua consequência.

Para que se possa graduar cada risco encontrado é necessário definir categorias de frequência de ocorrência e consequência para cada perigo. Não existe uma definição ótima de categorias de frequências e de consequências. A elaboração dessas categorias é uma tarefa subjetiva e intrínseca a cada avaliação de risco. Assim, avaliações que possuem objetivos diferentes podem apresentar grandes variações nessas categorias, diferenças essas, que vão desde o número de categorias até o que abrange cada uma delas (AS/NZ 4360:2004, 2004).

Como ferramenta complementar à análise preliminar de risco, Haddad et Al. (2002) sugerem uma primeira abordagem através de uma avaliação das condições ambientais em todos os setores da organização através da análise do mapa de riscos existente, de forma a identificar qual o setor que deva receber atenção especial e prioridade em relação à elaboração do plano de ação. A metodologia resulta na confecção de uma matriz de risco que pode ser usada para hierarquização dos riscos associados à saúde e segurança do trabalho, identificados a partir do mapa de riscos e consiste na identificação dos riscos, bem como sua gradação, através da associação dos mesmos com o número de trabalhadores expostos por setor criando-se uma matriz de risco. Esta associação é apresentada nas duas últimas colunas e linhas da matriz, onde:

Coluna fs - Frequência dos riscos por setor = resultado do produto do número de trabalhadores pelo somatório dos graus de severidade dos riscos a que estão expostos em cada setor.

Coluna % - Percentual dos riscos existentes em cada setor, em relação o total.

Linha fa – Frequência de cada tipo de risco = somatório do produto do número de trabalhadores pelo respectivo agente de risco da coluna.

Segundo os mesmos autores, a matriz de risco é uma ferramenta de gerenciamento de riscos que promove uma avaliação global da organização em relação à saúde e segurança do trabalho e permite obter uma visão geral dos riscos ocupacionais da companhia. Salientam que um ponto importante deste método é levar em consideração o número de trabalhadores expostos a determinados tipos de risco em cada setor.

O mapa de risco é uma representação gráfica em planta baixa da empresa, de um conjunto de fatores presentes nos locais de trabalho que podem acarretar prejuízos à saúde dos trabalhadores (PUC Minas, 2008) e tem como objetivo reunir informações necessárias para estabelecer o diagnóstico da situação de segurança e saúde do trabalho na empresa (ARAÚJO, 2007). A elaboração do mapa de risco de uma organização é definida na legislação através da NR5 – Norma Regulamentadora Número Cinco (M.T.E, 1999). O mapa de risco nos permite identificar os seguintes riscos ocupacionais:

riscos físicos: aqueles gerados por máquinas e condições físicas características do local de trabalho, que podem causar danos à saúde do trabalhador tais como ruído, vibrações, calor, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, umidade, frio, pressões anormais;

riscos químicos: aqueles representados pelas substâncias químicas que se encontram nas formas líquida, sólida e gasosa, e quando absorvidos pelo organismo, podem produzir reações tóxicas e danos à saúde tais como poeiras, fumos metálico, névoas, gases e vapores;

riscos ergonômicos: posturas e movimentos inadequados, iluminação dos interiores; esforço físico ritmos excessivos, trabalho de turno e noturno, monotonia e repetitividade, jornada prolongada, controle rígido da produtividade;

riscos biológicos: causados por microorganismos como bactérias, fungos, vírus e outros;  
riscos de acidentes: instalação elétrica inadequada, máquinas e equipamentos sem proteção, riscos de incêndio, riscos ambientais.

#### 2.3.1.5 avaliação dos riscos

A etapa de Avaliação de Riscos tem como objetivo tomar decisões decorrentes dos resultados obtidos na etapa de Análise de Riscos. Avaliação de riscos implica na comparação do grau de risco obtido na Análise de Riscos com os critérios estabelecidos, quando definido o contexto

do processo. Em alguns casos, podem os resultados levar a uma tomada de decisão de continuar com um processo de Análise de Riscos mais apurado.

#### 2.3.1.6 tratamento dos riscos

O tratamento de riscos envolve uma gama de opções sempre levando em consideração a relação custo benefício. No caso de tratamento de riscos que envolvam consequências danosas, de modo a diminuir o grau de perdas, as ações incluem medidas preventivas tais como barreiras ou medidas mitigadoras pós-evento.

### 2.3.2 Controle de Emergências

A função de controle de emergência destaca-se, como item de relevância na manutenção das condições de segurança das instalações de risco. Na gestão de riscos, insere-se na etapa Tratamento de Riscos, mais especificamente no tratamento das consequências de determinado evento de risco. O controle para emergências deve ser dimensionado e preparado, com base na evolução de acidentes potenciais de uma determinada planta e de vulnerabilidade apresentados como forma de cenários resultantes de técnicas de análise de riscos (DUARTE, 2002). O mesmo autor salienta que é importante definir o que é considerado emergência, logo:

[...] serão consideradas emergências apenas as situações de acidentes para as quais se torna necessário a implantação dos Planos de Ação em Emergência. As disfunções que sejam controláveis pelos dispositivos de proteção do sistema ou que somente demandem atendimento médico não serão consideradas. (DUARTE, 2002).

Neste trabalho será seguido o mesmo critério sugerido acima. Toda emergência é uma ocorrência anormal, pois o que se espera no funcionamento de um sistema é a ausência de emergência. Em função do local onde ocorrem podem adquirir características especiais variando as consequências. Também variam com a hora do dia e a época do ano daí a importância de se conhecer as características climáticas do local em estudo.

Os sistemas de controle de emergências são projetados para controle das consequências sendo necessário caracterizar as possíveis emergências quanto ao tipo, local e o momento em que ocorrem; fazer uma análise do mecanismo de produção de danos e perdas, planejar o Controle de Emergências, implantá-lo e desenvolvê-lo (CARDELLA, 2009).

O planejamento de controle de emergência é um processo contínuo e cíclico necessitando constante revisão e envolve as etapas de prevenção, prontidão, resposta e recuperação (CCPS, 1995 apud RANGEL & ALVES, 2009). A prevenção envolve ações de inspeção e controle de processos, geração de relatórios técnicos precisos, registros de ações implantadas e dos resultados alcançados. A prontidão refere-se à alocação de recursos humanos e materiais que possam propiciar uma resposta rápida e eficiente. A resposta são as ações efetivas acionadas durante o processo de emergência e incluem a execução de exercícios simulados.

De acordo com os diversos cenários de acidentes previstos é possível criar vários Planos de Ação de Emergência que irão compor o sistema de Gestão de Controle de Emergências.

O Plano de Evacuação é um dos itens principais de um Plano de Ação de Emergência, e envolve a retirada total ou parcial dos trabalhadores do local de trabalho. Caso os exercícios de evacuação necessitem de procedimentos mais complexos, de envolvimento e participação de agências externas há de se pensar na utilização de ferramentas alternativas que propiciem maior “criatividade” na modelagem dos planos de emergência simulando tais situações de emergências. Neste contexto softwares estão sendo usados cada vez mais como suplementos, mas não como substitutos, nos exercícios de evacuação. Projetistas de Planos de Emergência podem usar estas ferramentas para explorar uma gama maior de cenários de evacuação que os usados em exercícios convencionais. É importante, no entanto, que simulações sejam alimentadas com observações diretas a partir dos exercícios de evacuação.

Em função da capacidade de controle de emergências de um determinado sistema, efetua-se a classificação dos acidentes. Esta classificação visa definir a severidade e o impacto potencial de uma emergência. Os três níveis de emergência podem ser identificados como se seguem (B.C. MINISTRY OF ENVIRONMENT, 2002):

- nível 1: Emergências que requeiram trabalhadores locais à resposta e que tomem as ações necessárias;
- nível 2: Emergências que requeiram resposta interna e externa, mas que não coloquem o público em perigo;
- nível 3: Incidentes maiores que requeiram assistência local e regional.

Um acidente industrial interfere na organização cotidiana, paralisando as atividades, danificando equipamentos, afetando o meio ambiente e causando ferimentos e fatalidades entre as pessoas. No controle, faz-se necessária uma atuação coordenada que vise o monitoramento das causas e de sua evolução, as consequências negativas imediatas, a proteção às pessoas, nas proximidades da área sinistrada.

O controle das causas da evolução do sinistro consiste na desativação de equipamentos e sistemas de bloqueios e ativação de sistemas de proteção, isto é procedimentos operacionais que visem impedir a evolução do acidente assim como devem existir procedimentos destinados à mitigação das consequências tais como combate a incêndios, controle de vazamentos e resgate de vítimas.

O controle do espaço sob impacto dos acidentes refere-se à proteção das pessoas que se encontram nas redondezas da área sinistrada ou que possam ser atingidas, em caso de evolução desfavorável do acidente como, por exemplo, determinação de rota de fuga, pontos de reunião, interdição de vias internas e evacuação das áreas próximas. Daí a necessidade de, antes de elaborar planos de ações em emergências, fazer uma avaliação dos cenários de acidentes que possam ocorrer. Se os efeitos do acidente atingirem as áreas externas, deve-se considerar a necessidade de elaborar planos de emergência para a comunidade, o que inclui a integração com órgãos externos de apoio e controle de espaço.

Como os planos de emergências são documentos operacionais, os mesmos devem descrever ações para as quais a equipe de atendimento esteja realmente preparada. O documento básico do plano deve ser regularmente atualizado e os treinamentos das equipes realizados com frequências adequadas. A identificação sistemática de possíveis cenários de acidentes constitui o ponto de partida para a elaboração do plano e a partir desses mesmos cenários é possível indicar os procedimentos recomendáveis para cada situação, verificar se existe compatibilidade entre os mesmos e os recursos disponíveis (materiais e humanos) identificando as possíveis limitações.

A elaboração de um plano de emergência permite o dimensionamento adequado das seguintes ações:

- isolamento;
- sinalização;

- definição de pontos de encontro e rotas de fuga;
- dimensionamento e localização estratégica de equipamentos de combate e proteção individual;
- definição de procedimentos de combate a vazamentos e incêndios.

Em termos gerais deve conter a seguinte estrutura:

- introdução;
- características da instalação e atividades;
- objetivo;
- área de abrangência;
- estrutura organizacional;
- acionamento;
- procedimentos de combate;
  - avaliação;
  - isolamento e evacuação;
  - combate a incêndios;
  - controle de vazamentos;
  - reparos de emergências;
  - ações de rescaldo (pós- emergenciais);
- recursos humanos e materiais;
- divulgação, implantação;
- cronogramas de exercícios teóricos e práticos de acordo com os diferentes cenários;
- anexos:
  - formulário de registro de ocorrência;
  - lista de acionamento;
  - recursos materiais;
  - fichas de informação sobre substâncias químicas.

A estrutura organizacional de um plano de emergência deve se adequar à organização a que se destina, mas de modo geral deve conter as funções apresentadas na figura 2.2.

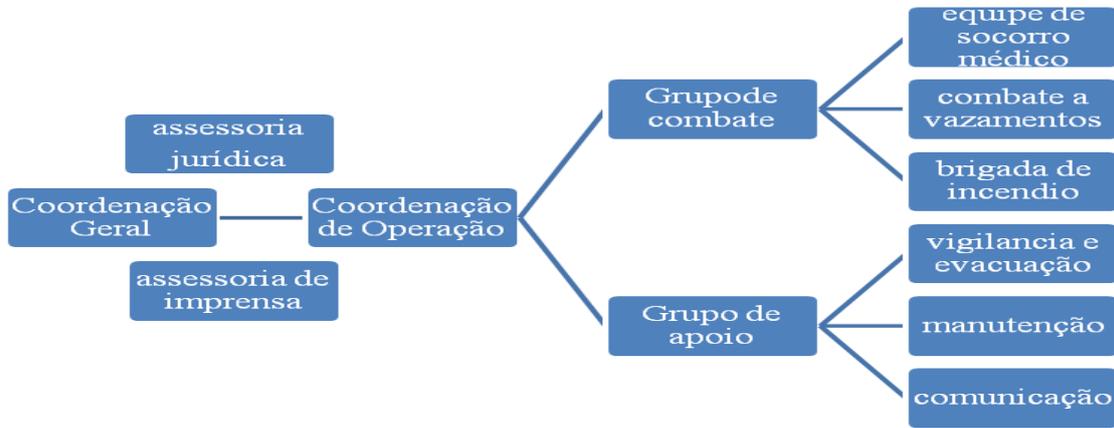


Figura 2.2 Estrutura organizacional de um plano de emergência. Fonte: (Serpa, 2012).

De acordo com as hipóteses de acidentes estudadas na análise de risco e seus respectivos cenários, podem ser definidas ações de combate de acordo com os danos esperados. O quadro 2.1 apresenta ações genéricas de acordo com os impactos esperados.

Impacto	Risco de Vida	Risco à saúde	Providências
Explosão	Isolamento e Evacuação da área.	Remoção de pessoas.	Isolamento da Área
Incêndio	Isolamento e evacuação da área, uso de roupas especiais.	Isolamento e evacuação da área.	Uso de roupas especiais.
Vazamento Tóxico	Isolamento e evacuação da área, uso de roupas e máquinas.	Remoção de pessoas de alto risco.	Isolamento, fechamento de portas e janelas.

Quadro 2.1. Ações genéricas de combate de acordo com os danos esperados. Fonte: Ricardo Rodrigues Serpa (Serpa, 2012).

### 3 O PROCESSO DE EVACUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Segundo Abrahams (1994 apud SILVA J. M., 2007),

“... uma evacuação de emergência é um deslocamento de pessoas de um local perigoso face a uma ameaça ou uma ocorrência de um evento desastroso”.

DiMattia (2005) representou as sequências de ações de emergências para acidentes em plataformas marítimas, representadas na Figura 3.1.

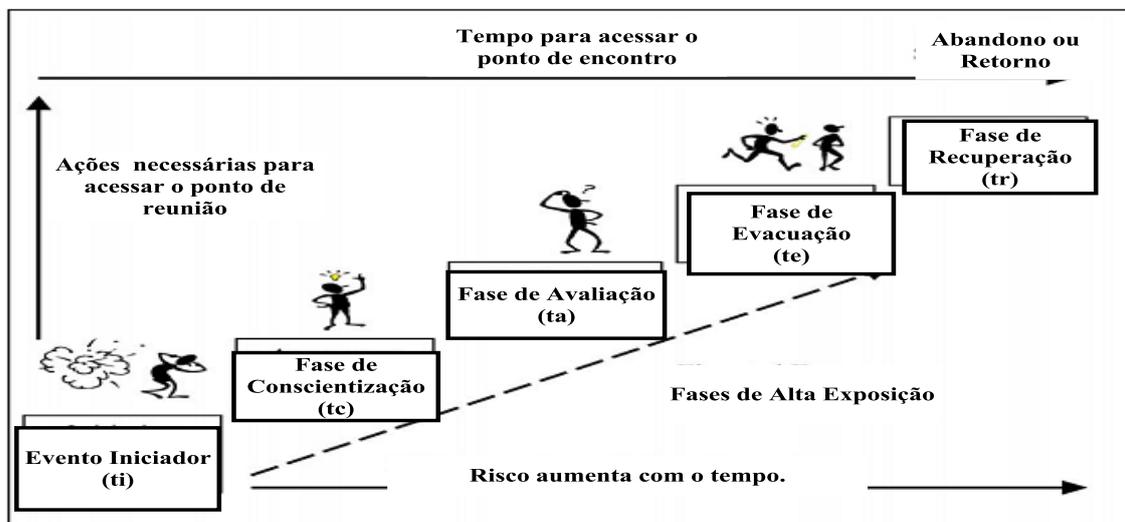


Figura 3.1 Representação Gráfica das fases que compõem uma sequência de ações de emergência. Fonte: DiMattia, 2005, pág.491.

A tabela 3.1 abaixo desmembra as etapas mencionadas na figura 3.1 da página anterior, etapas estas, que podem ser adaptadas para outros tipos de acidentes industriais.

Tabela 3.1 Sequências de ações na ocorrência de um evento.

---

Fase de percepção.

- 1 Detecção do alarme.
- 2 Identificação do alarme.
- 3 Ação de acordo com o procedimento de evacuação.

Fase de evacuação.

- 4 Certificar se o perigo é iminente.
- 5 Encaminhar para o ponto de encontro se o perigo é iminente.
- 6 Colocar equipamento ou processo de trabalho em condições seguras.
- 7 Tornar o local de trabalho tão seguro quanto possível dentro de um período de tempo limitado.

Fase de egresso.

- 8 Escutar e obedecer aos alarmes.
- 9 Avaliar as rotas de fuga potenciais e escolher uma delas.
- 10 Movimentar-se em direção à rota de fuga.
- 11 Avaliar a qualidade da rota de fuga ao se movimentar.
- 12 Escolher uma rota alternativa se a atual não for adequada.
- 13 Coletar equipamentos de sobrevivência.
- 14 Dar assistência a outros, caso seja necessário.

Fase de recuperação.

- 15 Registrar-se nas áreas de refúgio.
  - 16 Confirmar informações enquanto encaminha para a área de refúgio.
  - 17 Recolher EPI'S de sobrevivência se instruções de abandono forem emitidas.
  - 18 Seguir instruções da gerência de segurança.
-

Em uma ação de emergência, após o evento iniciador existe um período de tempo onde decisões importantes devem ser tomadas, pois para cada etapa existe um período de tempo associado que, em conjunto, compõe o tempo total necessário. As primeiras três fases são chamadas de conscientização, avaliação e egresso. Estas primeiras três fases correspondem a 10-30% do tempo total. É nestas fases que os indivíduos têm maior exposição aos efeitos do evento iniciador, como por exemplo, calor, pressão, fumaça e altos níveis de stress fisiológico e psicológico (DIMATTIA, 2005). Durante estas fases, chamadas de alta exposição, uma rota de evacuação local e o meio ambiente ao redor pode se degradar rapidamente. A qualidade da rota de fuga e do ambiente em torno é denominada como “tenability” (suportabilidade), isto é, deve ser mantida em condições que não provoquem ferimentos sérios nem risco de vida (FRASER & MITCHELL, 1999 apud DIMATTIA, 2005). Estes mesmos autores estabeleceram bem este conceito ao modelar o comportamento humano durante incêndios em edifícios, o que implica no fato de os cenários iniciadores influenciarem no sucesso da retirada.

Estudos sobre como a pressão do tempo age em situações de emergência, mostram que o indivíduo responsável pela tomada de decisões se torna mais cauteloso e adota comportamento de evitar o risco, com o objetivo de minimizar perdas. A atenção é aguçada e o indivíduo foca somente nas soluções críticas, pois uma vez que lida com a incerteza continuamente, deve avaliar o custo da ação e o risco da inação (FLANAGAN, J. 1954 apud KOWALSKI, M.; & VAUGHT, 2003).

Trakofler e Vaught (2003) citam ainda que uma pessoa, durante o processo de decisão, está envolvida com os seguintes elementos:

- 1- detecção do problema;
- 2- definição e diagnóstico;
- 3- consideração das opções disponíveis;
- 4- escolha da melhor opção dentro das necessidades percebidas;
- 5- execução da escolha baseada na percepção.

Vários fatores impactam significativamente na habilidade de solucionar um problema em um tempo limitado:

- 1- habilidades psicomotoras, conhecimento e atitude;

- 2- qualidade da informação;
- 3- estresse existente antes pelo próprio processo de trabalho e o adicionado pela condição de emergência;
- 4- complexidade da situação que devem enfrentar.

A magnitude de uma ameaça que um indivíduo vivenciará dependerá de sua experiência prévia em situações similares, das informações disponíveis quanto ao risco e dos mecanismos de defesa utilizados contra as mesmas (KENNEDY, 1993).

Diferentes indivíduos possuem graus diferentes de percepção de risco ou ameaça. A percepção da ameaça é um fator muito importante, na medida em que, antes de iniciar a decisão, o indivíduo procura confirmar se, de fato, existe mesmo um problema ou ameaça à sua segurança. A não ser que tenha indicações óbvias, ele não tomará ações imediatas de resposta perante um alarme de incêndio por exemplo. Indivíduos que tenham previamente sido treinados em situações de emergência reagirão de forma mais célere e com maior poder de decisão. O cargo de um indivíduo pode ter influência na reação perante uma situação de emergência visto que indivíduos com cargos de liderança tendem a tomar a iniciativa da resposta desde que tenham percepção do risco no momento do incidente. Doepel (1991, apud KOWASLKI, 1995) observa que gerentes são vulneráveis às reações traumáticas de estresse e faz-se necessário oferecer treinamento e informação em conjunto com o grupo de resposta a emergência, enfatiza ainda, que os mesmos sejam envolvidos no processo do grupo em treinamento.

A informação e a comunicação de riscos passaram a ser recursos de extrema importância na percepção e no combate de emergência. Tomadores de decisão são exigidos a filtrar quantidades maciças de informação, que algumas vezes é incompleta e geralmente fornecida em exíguo período de tempo.

Simon (1960 apud OZEL, 2001) define os seres humanos como “processadores de informação em série” e parte do princípio de que os seres humanos são entidades processadoras de informação e que distorções na capacidade de processar a informação pode impactar o processo decisório. O processo decisório diz respeito ao fato de como a informação é recebida, confirmada, priorizada e utilizada.

Segundo Quarentelli (1980) processos de comunicação são necessários para a tomada de decisão que se evidencia através de uma cadeia de eventos tais como: a ordem transmitida pela coordenação, que por sua vez se manifesta através da execução de uma tarefa. O processo de comunicação se refere aos canais e meios utilizados para transmitir uma informação, a quantidade, a qualidade e a importância do conteúdo da mensagem transmitida. Canter e Tong (1985) salientam que a qualidade se refere à capacidade de perceber, decodificar e entender. A quantidade se refere ao volume de informação fornecida em um determinado período de tempo, muita ou pouca informação podem criar dificuldades de interpretação. A importância se refere à utilidade da mesma para resolução do problema. Estas três características podem impactar a interpretação da situação e influenciar no processo decisório.

A evacuação só ocorre após um processo decisório do indivíduo resultante de uma investigação da veracidade da informação recebida. Nos momentos iniciais de uma emergência prevalece a incerteza, resultante muitas vezes da natureza ambígua da informação fazendo com que as vítimas se envolvam em um processo investigatório e exploratório de modo a certificar-se da natureza da ameaça (TONG & CANTER, 1985).

Os mesmos autores fazem menção a outro fator que deve ser considerado, a autoridade da pessoa que transmite a informação. Em uma evacuação as pessoas tendem a seguir as instruções dadas por uma pessoa com autoridade reconhecida e que tenha capacidade de lidar com uma situação de emergência. Confiança na pessoa que transmite a informação é um fator importante a ser considerado em uma evacuação de emergência.

Janis e Mann (1977 apud OZEL, 2001) definem estresse como sendo:

“[...] um estado emocional desconfortável motivado por ameaça do ambiente ou por estímulos.”

O estresse tem um peso alto na evacuação de emergências, a etapa de dar assistência a outros geralmente não é executada durante exercícios de emergências (DIMATTIA, 2005). Segundo Ozel (2001), certo grau de estresse pode resultar em uma vigilância benéfica facilitando o processo decisório, um aumento excessivo do estresse pode, no entanto, limitar a capacidade do indivíduo em processar as informações recebidas.

A habilidade de lidar com o estresse depende da percepção e interpretação de um evento pelo indivíduo.

Em um processo decisório onde uma missão deve ser cumprida efetivamente em um curto período de tempo, quando informações críticas estão indisponíveis ou ainda não claramente definidas, ocorre uma sobrecarga no processo decisório do indivíduo tomador de decisão, tornando a competência do julgamento comprometida por esta sobrecarga ou, estresse. Durante uma situação de emergência, julgamentos críticos são frequentemente feitos sobre condições de alto estresse temporário ou estresse prolongado (TRAKOFLER; VAUGHT, 2003). Proulx (1993) argumenta que o fornecimento contínuo de informação durante um processo de emergência tem a função de reduzir os efeitos negativos do estresse e motivar o comportamento durante a evacuação de emergência.

DiMattia (2005) observa que há uma queda de stress na fase final da ação 14 da tabela 3.1 (dar assistência aos outros), menciona ainda, que esta ação é raramente praticada nos exercícios simulados e trás como resultado um atraso no processo de evacuação. O pesquisador salienta o fato de que as pessoas precisam se manter calmas para ajudar os outros com eficiência. Foi notado também que na etapa 15 (registrar-se na área de refúgio) da tabela acima relacionada, onde se requer pouca habilidade e nenhuma decisão a ser tomada, o nível de estresse diminui. Baixos níveis de estresse nas últimas três fases aumentará a capacidade das pessoas para fornecer informações de forma a possibilitar uma evacuação eficiente.

Quarantelli (1955 apud KENNEDY, 1993) argumenta a existência de dois fatores que determinam a direção de um indivíduo ao enfrentamento de uma emergência.

1- A familiaridade com as rotas de fuga.

2- A interação entre os indivíduos.

Kennedy (1993) menciona que pesquisadores notaram que em um processo de evacuação as pessoas ignoram as saídas que lhes são desconhecidas, preferindo as rotas que lhe são familiares mesmo que as mesmas ofereçam um maior risco. Daí a necessidade de ser ter várias rotas e que as pessoas tenham pleno conhecimento e familiaridade com as mesmas.

As vias de evacuação deverão estar identificadas de forma correta através de sinalização colocada em áreas estratégicas, contendo alternativas em função do local e do tipo de sinistro. Deverão ser definidos pontos de encontro (locais de concentração) amplos e afastados dos locais de risco.

Mawson (1980 apud KENNEDY, 1993) argumenta que as pessoas tentarão se manter próximas as outras as quais tenham alguma ligação psicológica ou que lhes sejam familiares. Caso não exista esta ligação, as mesmas tentarão estabelecer laços antes de tomar a decisão de evacuação. Estudos mostram que o comportamento social é muito forte em situações de emergência e que as pessoas evitam agir por conta própria a menos que sejam forçadas a tal atitude (BENTHORN; FRANTZICH, 1999).

O fato de existir um bom Plano de Emergência não significa que, em situações práticas, ele seja bem sucedido - isto porque o comportamento das pessoas em um caso real é diferente, gerando muitas vezes situações adversas que poderão acarretar em perdas humanas e materiais. Assim, torna-se imprescindível que o Plano de Emergência seja regularmente treinado através de exercícios em que se simulam situações de emergência a diferentes níveis, por exemplo, combate a incêndios, evacuação das instalações. Com o planejamento e realização destes treinos poderá testar-se o Plano de Emergência em vigor, adaptando-o e atualizando-o, caso seja necessário. Por outro lado, através da simulação do plano, a interiorização dos conhecimentos torna-se mais fácil e o trabalho em equipe mais eficaz, permitindo uma atitude correta perante uma verdadeira situação de emergência.

Canter (1990 apud KENNEDY, 1993) cita que:

Não somente em incêndios maiores, mas também em desastres, tem se tornado evidente que é o erro humano ou, ações humanas inapropriadas, que; ou levam para o início de uma emergência ou tornam o que poderia ser um problema rapidamente controlado em um desastre maior.

É, pois essencial, que ao se projetar equipamentos, treinar pessoal e criar procedimentos de emergência levem-se em consideração o comportamento humano não esperado durante uma evacuação (KENNEDY, 1993).

### 3.1. ENQUADRAMENTO LEGAL

Os acidentes em Flixborough - Inglaterra e Seveso- Itália na década de 70, tornaram-se o marco para a adoção de providências tomadas pela Comunidade Econômica Européia (CEE) com o objetivo de prevenir acidentes tecnológicos e industriais, e em decorrência de tal necessidade, em 24/06/1982, foi publicada oficialmente a “Diretiva de Seveso” primeiro acordo internacional sobre o tema. A Diretiva de Seveso estabelece que os estados membros devem tomar as medidas necessárias visando à geração, obtenção e verificação de informações relativas às condições de segurança na operação de certas Instalações Industriais cobertas por seus critérios de enquadramento. Estes critérios estão relacionados às quantidades de substâncias perigosas existentes ou possivelmente existentes nestas instalações. Deve ser obrigação da indústria a geração e o fornecimento às autoridades competentes de informações relativas às substâncias perigosas manuseadas, às características operacionais das instalações e às possíveis situações acidentais. A Diretiva tem como principais objetivos a prevenção de acidentes graves envolvendo substâncias perigosas e a limitação de suas consequências para o homem e o meio ambiente. Em outubro de 1996 a Diretiva de Seveso foi substituída pela Diretiva de Seveso II onde se estabelece que as empresas e as autoridades têm obrigação de fornecer informações a sociedade de como proceder em caso de acidentes, trata de outros itens tais como: substâncias eco tóxicas, planos internos e externos, sistemas de gestão e relatórios de segurança. (SILVA & ADISSI, 2005).

A diretiva Seveso II foi ampliada pela emenda do Parlamento Europeu de 31/12/2003 (Diretiva 2003/105/EC) onde trata dos riscos decorrentes de estocagem e de processamento no setor de mineração, de substâncias pirotécnicas e explosivas e da estocagem do nitrato de amônia (JÚNIOR, COSTA, & GODINI, 2006).

No âmbito internacional é ampla a legislação que aborda aspectos relativos ao planejamento de emergência e a seleção de cenários acidentais. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) em conjunto com a Associação das Indústrias Químicas dos Estados Unidos (CMA) e o Conselho Europeu das Federações das Indústrias Químicas (CEFIC), criaram na década de 80 o APELL – Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level (Programa de consciência e prontidão para emergências de nível local).

No Brasil, em 1984, após o rompimento de um duto de gasolina seguido de incêndio em Cubatão, causando cerca de 500 vítimas, das quais 93 fatais, a preocupação com os acidentes de grande porte ganhou ênfase.

A legislação nacional de emergência inexistente per se, se origina, no entanto, das bases legislativas das leis e normas ambientais, onde se faz uma extrapolação de um possível dano ambiental de forma a estruturar um plano de emergência com seus cenários no ambiente industrial (SILVA W. A., 2003).

Com a publicação da Resolução CONAMA N° 1, de 23/01/1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente os estudos de análise de riscos passaram a ser incorporados nesse processo, para determinados tipos de empreendimentos, de forma que, além dos aspectos relacionados com a poluição crônica, também a prevenção de acidentes maiores fosse contemplada no processo de licenciamento. A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) foi o primeiro órgão no âmbito do Estado de São Paulo, a introduzir a análise de riscos em decorrência da divulgação da Diretiva de Seveso aplicada na Europa para a prevenção de acidentes maiores (CETESB, 2012).

Em 02/08/1993 a Organização Internacional do Trabalho (OIT), aprovou a convenção 174 que trata da prevenção de acidentes industriais maiores, cujos principais objetivos são prevenir a ocorrência de acidentes maiores e minimizar seus riscos e seus efeitos, tendo como base a Diretiva de Seveso. A convenção traz uma série de recomendações para implantação de programas para prevenção de acidentes maiores em instalações industriais, contemplando ações a serem adotadas pelos governos, indústrias e trabalhadores.

No Brasil, a Convenção OIT 174 foi ratificada pelo Congresso Nacional, através do Decreto Legislativo n° 246/2001 e sancionada pela Presidência da República por meio do Decreto 4.085, de 15.01.02 e entrou em vigor em 02 de agosto de 2002 (FREITAS, 2000 apud SILVA & ADISSI, 2005).

O M.T.E retrata sua preocupação sobre o tema através das normas reguladoras, em particular as normas regulamentadoras NR-22, NR-23 e NR-29 e mais recentemente a NR-34, que tratam respectivamente de segurança e saúde ocupacional na mineração, proteção contra incêndios, segurança e saúde no trabalho portuários, condições e meio ambiente de trabalho na indústria de reparação naval. Nota-se que há uma preocupação com a identificação dos riscos através de técnica de análise preliminar de risco – APR, onde é enfatizada a necessidade de avaliação inicial dos riscos potenciais, suas causas, consequências e medidas de controle, levantamento dos recursos materiais disponíveis, formação de pessoal para combate a incêndio e primeiros socorros, uso de sistemas de alerta e alarmes, identificação e sinalização de áreas perigosas, como também elaboração do plano de controle de emergência – PCE.

A Lei 9966/2000 estabelece os princípios básicos a serem obedecidos na movimentação de óleo, substâncias nocivas ou perigosas em portos organizados, instalações portuárias, plataformas e navios em água sob jurisdição nacional e em seu 2º artigo distingue Plano de Emergência, Plano de Contingência e Plano de Emergência Individual a saber :

Plano de Emergência - conjunto de medidas que determinam e estabelecem as responsabilidades setoriais e as ações a serem desencadeadas imediatamente após um incidente, bem como definem os recursos humanos, materiais e equipamentos adequados à prevenção, controle e combate à poluição das águas (Art. 2º, XIX, Lei 9966/2000).

Plano de Contingência - conjunto de procedimentos e ações que visam à integração dos diversos planos de emergência setoriais, bem como à definição dos recursos humanos, materiais e equipamentos complementares para a prevenção, controle e combate da poluição das águas (Art. 2º, XX, Lei 9966/2000).

Os Art. 7º e 8º estabelecem que os estabelecimentos, deverão dispor de planos de emergência individuais para o combate à poluição por óleo e substâncias nocivas ou perigosas, os quais serão submetidos à aprovação do órgão ambiental competente, e que depois serão consolidados pelo mesmo órgão ambiental competente na forma de planos de contingência locais ou regionais em articulação com os órgãos de Defesa Civil (Lei 9966/2000).

A Resolução CONAMA N° 398, de 11/06/2008, com base na Lei Federal 9.966/00, apresenta o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados,<sup>1</sup> instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração. Estes Planos devem ser apresentados ao órgão ambiental competente.

### 3.2. SISTEMAS DE GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO

A OIT em suas diretrizes sobre sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho menciona o fato da legislação de um determinado país ser essencial mas insuficiente para lidar com as rápidas mudanças que ocorrem atualmente nos processos e na organização do trabalho (FUNDACENTRO, 2005). Neste contexto, a implementação de sistemas de gestão da SST ganhou força nas sociedades industriais avançadas durante as décadas de 1980 e 1990. Em alguns países, a adoção desses sistemas passou a ser uma exigência legal ou bastante estimulada e reconhecida por órgãos governamentais. No Brasil, a implantação desses sistemas se intensifica principalmente a partir da segunda metade da década de 1990 e nas grandes corporações. Os sistemas de SST implantados foram baseados em modelos ou diretrizes propostos por organizações não-governamentais, nacionais ou internacionais, mas o caráter genérico de muitos desses modelos e o foco no processo de certificação, e não necessariamente na melhoria efetiva dos ambientes de trabalho, explicam os limitados resultados obtidos e a burocracia excessiva. Atualmente, governos, empregadores e trabalhadores reconhecem que a introdução de sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho (SST) por uma organização tem impacto positivo tanto na redução de fatores de risco (perigos) como no aumento da produtividade. O empregador tem a obrigação e o dever de organizar a segurança e saúde no trabalho. A implantação de um sistema de gestão da SST é uma abordagem útil para que se cumpram esses deveres.

---

<sup>1</sup> - porto organizado: porto construído e aparelhado para atender às necessidades da navegação e da movimentação de passageiros e ou na movimentação e armazenagem de mercadorias, concedido ou explorado pela União, cujo tráfego e operações portuárias estejam sob a jurisdição de uma autoridade portuária.

O sistema de gestão de saúde de segurança OHSAS 18001:2007 <sup>2</sup>tem por objetivo fornecer às organizações os elementos de um sistema de gestão eficaz e passível de integração com os outros sistemas de gestão existentes, a saber: sistema de gestão da qualidade ISO9001-2008 e meio ambiente ISO-14001-2004.

A OHSAS- 18001, bem como a ISO 14001, apresentam ambas na seção 4.4.7 a necessidade de preparação e atendimento a emergências.

A NBR 14004, que trata das diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio do sistema de gestão ambiental, na seção 4.3.4 especifica as ações de apoio necessárias para a preparação e o atendimento a emergência. A organização deve manter e adotar medidas de prevenção preparação e atendimento a situações de emergência. Essas medidas devem identificar o potencial de ocorrência de acidentes situações de emergência e direcionar a prevenção dos riscos de SST a eles associados. As medidas de prevenção, preparação e atendimento a situações de emergência devem ser estabelecidas em colaboração com os serviços de emergência externos e outros órgãos, onde aplicáveis.

#### **4 DESCRIÇÃO GERAL DA CONSTRUÇÃO DE UM NAVIO**

A fabricação de uma embarcação, propriamente dita, é a fase de execução física da obra, desde a fase de processamento da primeira chapa ou do perfil até o pronto para a edificação da unidade. Quanto ao material utilizado, se chapas de aço ou de alumínio, está relacionado ao seu uso final, isto é, se para fins estruturais ou não. As chapas são classificadas em chapas estruturais, chapas finas, chapas grossas, chapas corrugadas e chapas xadrez.

A construção de grandes embarcações é feita em blocos onde as partes são montadas em oficinas com máquinas e pessoal especializado (STUPELLO, ANGELO, & PINTO, 2008). Uma dessas etapas é a fabricação e montagem de unidades estruturais que agrupadas originam os blocos que por sua vez formam o navio.

---

<sup>2</sup> A OHSAS 18001:2007 (Occupational Health and Safety Assessment Series), (Avaliação da Segurança e Saúde Ocupacional), é uma norma Britânica que estabelece os requisitos, uma política e objetivos para um Sistema de Gestão de SST (Saúde, Segurança no Trabalho), que permitam acompanhar o seu desempenho.

Stupello, Angelo & Pinto (2008) mostram que o maior percentual de homem/hora (Hh) gasto na construção de um petroleiro de 350m se concentra na atividade fabricação de estrutura como exemplificado na tabela 4.1 abaixo.

Tabela 4.1 Homem hora necessário para construir um navio petroleiro de 350m.

<b>Atividade</b>	<b>Quantidades de homem hora</b>	<b>% Total</b>
Estrutura	1.215.000	49%
Tubulação	500.000	20%
Pintura	240.000	10%
Acessórios	170.000	7%
Máquinas	125.000	5%
Apoio	115.000	5%
Elétrica e Instrumentação	105.000	4%
Acabamento	31.000	1%
<b>Total</b>	<b>2.5000.000</b>	<b>100%</b>

Fonte: (STUPELLO, ANGELO, & PINTO, 2008).

Os processos realizados sobre o material estrutural em um estaleiro, basicamente o aço, consistem no Desempeno e Estreitamento, Marcação, Corte, Conformação, Soldagem e Proteção (STUPELLO, ANGELO, & PINTO, 2008). As manobras de peso (transporte de material e peças) permeiam todos os processos do estaleiro.

No processo de corte e solda, quando existe a utilização do acetileno, existe o risco de acidentes devido à alta inflamabilidade do produto à temperatura ambiente, com grande exposição da mão de obra local.

#### 4.1 DESEMPENO E ESTREITAMENTO

Consiste na correção das distorções que possam ocorrer na chapa devido ao transporte e ao armazenamento, faz-se utilização de equipamentos tais como: prensas, calandras e acessórios como grampos e macacos hidráulicos.

## 4.2 MARCAÇÕES E CORTE

O corte de chapas é um dos principais processos utilizados na construção naval. As chapas podem ser cortadas por processos mecânicos ou térmicos, após o corte a chapas são marcadas de modo a possibilitar a identificação. O corte mecânico consiste na utilização de serras e guilhotinas, é mais empregado no corte de chapas finas, nas quais o calor do corte térmico provocaria deformações muito significativas. O processo térmico utiliza tecnologias tais como; o oxicorte, o corte a plasma, o corte a laser e o corte a arco-carbono. O corte a plasma e o oxicorte e o são os mais comuns nos estaleiros. (STUPELLO, ANGELO, & PINTO, 2008).

### 4.2.1 Corte a Plasma

O processo de corte plasma foi criado na década de 50 e tornou-se muito utilizado na indústria devido a capacidade de cortar qualquer metal condutor de eletricidade principalmente os metais não-ferrosos que não podem ser cortados pelo processo oxicorte. O corte a plasma consiste na utilização de um arco elétrico para aquecer um gás em alta vazão rotacional a uma altíssima temperatura, transformando-o em um gás ionizado eletricamente condutivo chamado “plasma”, onde o calor liberado é transferido ao metal a ser cortado resultando em sua fusão e sua remoção pelo gás em alta vazão. Pode ser feito debaixo d’água, o que auxilia o resfriamento e provoca menor distorção na chapa. Suas desvantagens são o barulho e a fumaça que causa. (STUPELLO, ANGELO, & PINTO, 2008).

O equipamento utilizado consiste de uma fonte de energia, tocha de corte, fonte de gases, de água e uma unidade de controle. As fontes de gases incluem cilindros do gás de plasma e de proteção, reguladores de pressão e de vazão e mangueiras assim como dispositivos de segurança que na falta de gás ou água interrompem a operação. O gás utilizado no processo de corte a plasma tem duas funções básicas: insumo para geração do plasma e refrigeração dos consumíveis. A seleção dos gases está ligada à qualidade do corte e ao tipo de material utilizado. Os gases normalmente utilizados para corte plasma são ar, argônio, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio, assim como misturas destes gases.

#### 4.2.2 Oxicorte

Ramalho (2005) define oxicorte como um processo onde um metal é seccionado pela combustão localizada efetuada por um jato de  $O_2$  que age sobre um ponto determinado anteriormente aquecido por uma chama oxicom bustível. O metal é rapidamente oxidado pelo jato de oxigênio, o óxido formado é expelido, ficando o metal exposto para continuar a reação. A reação se dá com alto desprendimento de calor, sendo autossustentada. O oxigênio e os gases combustíveis não são explosivos separadamente, mas, quando misturados, podem reagir violentamente, causando sérios acidentes e prejuízos ao operador e instalações (MARRA, 2006), é imprescindível a utilização de dispositivos de segurança nas linhas de gases. As válvulas de retenção e as válvulas corta-chamas são os dispositivos de segurança utilizados para este fim. As válvulas de retenção permitem o fluxo do gás apenas em um sentido, bloqueando caso haja refluxo na direção inversa, impedindo a mistura dos gases. As válvulas corta-chamas oferecem segurança no caso de retrocesso de chama, impedindo que ela atinja o cilindro de gás. Devem ser utilizadas nas linhas de oxigênio e gás combustível, colocadas na saída dos reguladores de pressão, sejam estes de cilindros ou em posto de instalações centralizadas.

O  $O_2$  é inodoro, não tóxico, mais pesado que o ar, não é inflamável, mas reage violentamente com materiais combustíveis sustentando a combustão. No processo de oxicorte exerce a função de oxidação e expulsão dos óxidos produzidos (RAMALHO, 2005).

O acetileno é o gás combustível que apresenta maior temperatura de chama ( $3.160^{\circ}C$ ) (RAMALHO, 2005), permitindo que se possa aquecer fundir materiais de mais alto ponto de fusão e atingir mais rapidamente a temperatura de oxidação necessária para o início do corte. Alguns cuidados são necessários: por exemplo, não se recomenda a sua utilização acima de  $1,5 \text{ Kg/cm}^2$ , pois o gás pode se decompor explosivamente. Utiliza-se também um aditivo para facilitar o olfato no caso de vazamento, já que é um gás inodoro.

Outros gases utilizados como combustível são propileno e o propano e GLP. No Brasil utiliza-se mais os gases acetileno e GLP (RAMALHO, 2005).

O processo de oxicorte pode ser feito através da utilização de uma estação de trabalho ou através da utilização de máquinas de corte. Uma estação de trabalho de oxiacetileno deve ter no mínimo os seguintes equipamentos para execução do processo:

- um Cilindro ou Instalação Centralizada para o Oxigênio (O<sub>2</sub>);
- um Cilindro ou Instalação Centralizada para Gás Combustível (Acetileno, Propano, GLP);
- duas Mangueiras de Alta Pressão para Condução dos Gases;
- um Maçarico de Corte;
- um regulador de alta e baixa pressão para Oxigênio;
- um regulador de alta e baixa pressão para Acetileno;
- dispositivos de Segurança (válvulas unidirecionais e de anti-retrocesso).

A utilização de máquinas de corte tem como função principal movimentar o maçarico através de uma trajetória definida (RAMALHO, 2006). Um dos modelos mais simples são os chamados “tartarugas” compostos por um carro motriz que suporta o maçarico de corte, um dispositivo para colocação de um ou mais maçaricos, um contrapeso, uma haste, um trilho e um controle de velocidade.

### 4.3 CONFORMAÇÃO

O processo de conformação dos corpos metálicos consiste na deformação destes mesmos corpos em outra forma definida e pode ser dividido em processos mecânicos, a frio ou a quente, onde não ocorre a liquefação do metal e em processos metalúrgicos quando ocorre a liquefação do metal (FILHO, SILVA, & GILMAR FERREIRA BATALHA, 2011).

A conformação mecânica a frio faz uso de prensas, rolos e calandras que pressionam o material no sentido da curvatura desejada. A conformação que utiliza energia térmica baseia-se na aplicação de calor em determinado ponto provocando a distorção dos materiais aquecidos de maneira não uniforme. (STUPELLO, ANGELO, & PINTO, 2008).

#### 4.4 SOLDAGEM

Na montagem de estruturas, a soldagem é um dos principais processos de um estaleiro. A solda é a união de peças metálicas por ação do calor, pressão, ou ambos, onde se faz o uso, ou não, de metais de adição para finalizar a união.

Na visão da segurança devido à exposição aos riscos, o critério mais aceito para classificação dos processos de soldagem é o relativo à fonte de energia térmica que pode ser fonte química, fonte elétrica, fonte mecânica e fonte de energia radiante (FUNDACENTRO, 1980). Os processos de fonte de origem química (soldagem a gás) e de fonte de origem elétrica são os mais frequentemente utilizados na construção naval.

Para cada estação de solda é necessário ter uma fonte de calor (fonte com transformadores de tensão ou cilindros de gases combustível e comburente), uma fonte de material de proteção (gás inerte ou fluxo, quando se aplicar), uma fonte de material de adição consumível (contínua ou não), pistolas de aplicação e acessórios como itens de automação e equipamentos de proteção individual (EPI). O equipamento de um posto de trabalho para solda oxiacetilênica é o mesmo ao utilizado no corte acetilênico variando, porém, o tipo de maçarico.

#### 4.5 PROTEÇÃO

Outro processo importante na indústria naval é a proteção das superfícies metálicas, especialmente a pintura. A pintura ainda é crítica no que diz respeito à qualidade do produto final e também sob o ponto de vista do impacto ambiental causado por esse processo no estaleiro. A pintura é diferenciada por setor do navio, sendo que em cada setor ela deve ter características específicas: resistência ao atrito, resistência extra à corrosão, resistência ao ataque químico e outros.

#### 4.6 MANOBRAS DE PESO

Manobras de peso são todas as atividades de operação para preparar, içar e transportar uma carga de um ponto ao outro, por meio de equipamento elétrico mecânico (ponte rolante, guindaste, talha etc.) ou por esforço muscular.

## 5 ESTRUTURA METODOLÓGICA

A estrutura metodológica utilizada para a elaboração do plano de evacuação de emergência no presente trabalho foi baseada em levantamento de informações já disponíveis da instalação, análise de documentação existente no que concerne à segurança industrial, levantamento dos recursos existentes na planta industrial e uso de ferramenta computacional para simular o abandono de emergência. O local escolhido foi a oficina de fabricação de estruturas navais, em função da quantidade de HH (Homens hora) necessários para realização dessa atividade e do risco envolvido nos diversos processos desenvolvidos na mesma. Partiu-se da identificação e descrição do processo de construção de blocos estruturais, análise do mapa de risco da oficina de fabricação de estruturas navais e posteriormente a análise preliminar de risco. Após a identificação dos cenários de acidentes potenciais e simulação do processo de retirada de emergência, foi possível definir os itens necessários para implantação de um plano de abandono na oficina de estruturas navais, onde foram atribuídas as responsabilidades, definidos e listados os recursos tanto humanos quanto materiais disponíveis e necessários.

A estrutura metodológica utilizada é constituída das seguintes etapas:

Etapa 1: Identificação e descrição do processo de construção de blocos estruturais de um navio, com a descrição de todas as etapas do processo, do local onde é realizada cada etapa; do número de trabalhadores envolvidos e respectivas funções.

Etapa 2: Análise de risco da oficina de construção de estruturas navais.

Etapa 3: Definição dos cenários de acidente.

Etapa 4: Descrição da ferramenta computacional escolhida para simulação do processo de abandono de emergência.

Etapa 5: Modelagem da oficina de confecção de estruturas navais e simulação do processo de abandono de emergência.

Etapa 6: Definição dos itens necessários para implantação de um plano de abandono na oficina de estruturas navais.

## 5.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE BLOCOS ESTRUTURAIS DE UMA EMBARCAÇÃO

O Estaleiro Naval em estudo faz parte de um Complexo Naval situado na Baía de Guanabara região metropolitana do Rio de Janeiro como mostra a figura 5.1.

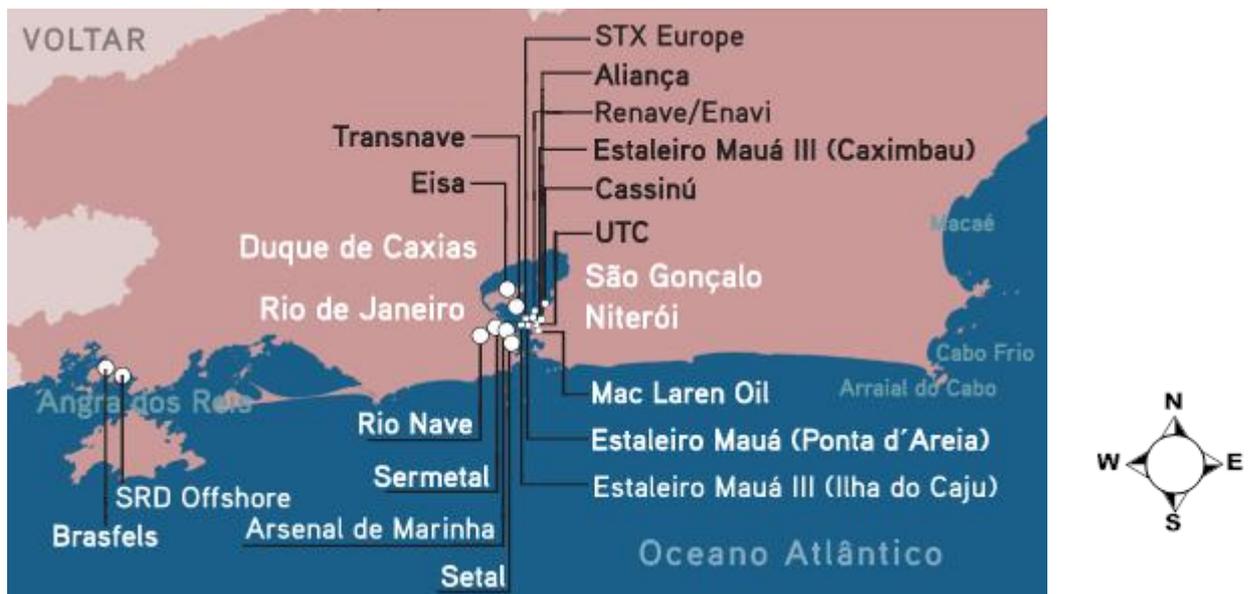


Figura 5.1. Principais estaleiros da região metropolitana do Rio de Janeiro. Fonte: <http://www.portalnaval.com.br/estaleiros-no-brasil>.

O complexo industrial encontra-se em uma ilha cujo acesso pode ser feito por mar ou por terra através de uma ponte que estabelece a ligação com o continente. A Organização possui um setor de segurança patrimonial de forma a controlar a identificação de todas as pessoas que adentram à mesma assim como o número de veículos, organização do trânsito e o tipo e quantidade de material transportado.

Possui uma seção de combate a incêndio que funciona 24 horas e está capacitada a prestar serviços de prevenção e combate a incêndio e esgotamento de emergência. Existe ainda um hospital com capacidade para pronto atendimento médico 24 horas, provido de ambulância tipo UTI para transporte de pacientes graves.

Os serviços subaquáticos são executados por mergulhadores até uma profundidade de 50m, de forma a realizar inspeção de picadeiros, limpeza das cantarias e inspeção dos vedantes das portas dos diques e carreiras, nas docagens e desdocagens; inspecionar e limpar ralos, lemes e hélices de navios em reparo.

O setor de garagem dispõe de recursos tais como: caminhão reboque, caminhão médio e pequeno porte, carreta, Kombi e Pick-up. Possui ainda uma estação de serviços de fornecimento de combustível.

Quanto às facilidades de comunicação, o complexo industrial dispõe de pontos para ligações de ramais telefônicos nos cais e diques além de telefônicos públicos em pontos de maior afluência.

O complexo industrial é provido de três diques fixos e um dique flutuante assim como duas carreiras. Cais e diques são providos de tomadas de energia elétrica nas voltagens de: 220 VCA, 220 VCC, 440 VCA, 440 VCC e 180/370 VCC. Também são providos de ar comprimido na pressão de 85 lb./pol<sup>2</sup>, de água doce com pressão de distribuição que variam entre 40 e 60 lb./pol<sup>2</sup> e de água salgada para resfriamento dos sistemas de ar condicionado, frigorífico e sistema de combate a incêndio de navios docados, sendo este feito através de mangotes conectados à porta batel dos diques até as tomadas indicadas pelo navio.

Nas áreas de cais, e diques as manobras e movimentação de peso de grande porte são feitas com a utilização de guindastes elétricos compondo um total de 11 guindastes com capacidade de carga que variam de 5 ton. a 30 ton. e 8 guindastes hidráulicos autopropelidos com capacidade de carga que variam de 8 ton a 65 ton.

O fornecimento de gases industriais atualmente é feito através da utilização de cilindros armazenados em cestas dispostas tanto na área industrial como no interior das oficinas, estando em manutenção a central de acetileno.

### 5.1.1 Oficinas

O processo construtivo das embarcações do estaleiro é executado em módulos e o processo produtivo é efetuado por oficinas com atividades específicas, sendo o complexo industrial composto de:

- divisão de Oficinas Estruturais;
- divisão de Oficinas Mecânicas;
- divisão de Oficinas de Eletricidade e Controles;
- divisão de Oficinas de Tubulações;
- divisão Oficinas de Sistemas de Óleo Hidráulico Pneumático e Controles;
- divisão de Oficinas de Serviços de Estaleiros;
- divisão de Oficinas de Plásticos e Madeiras;
- divisão de Oficinas de Motores.

### 5.1.1.1 divisão de oficinas estruturais

A Divisão de Fabricação de Estruturas em estudo esta próxima a unidade interna de corpo de bombeiros, e a um reservatório de água como mostrado na figura 5.2.

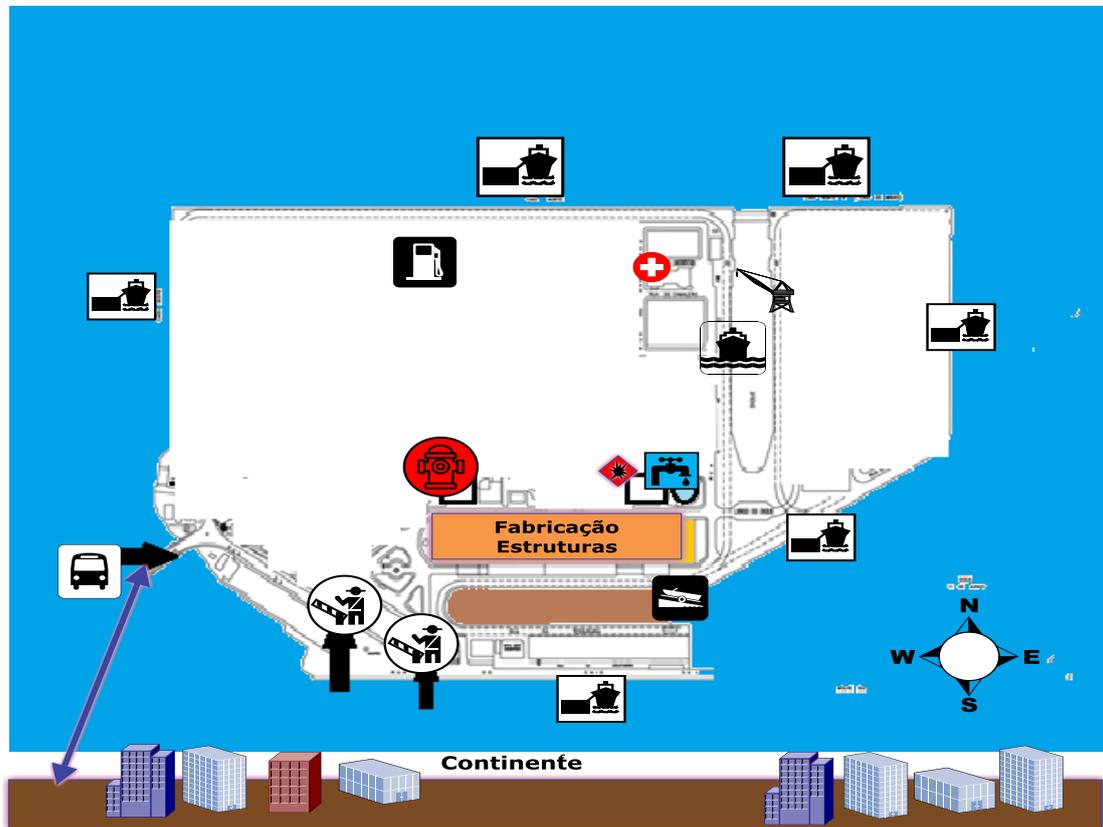


Figura 5.2. Localização Geográfica da Divisão de Fabricação de Estruturas Navais. Fonte: documentos internos da Organização e adaptação própria.

Tem como função executar obras de fabricação e montagem de blocos estruturais, edificar navios, reparar estruturas navais, reparar caldeiras, realizar obras de funilaria e serralheria, instalar isolamento térmico em navios, e realizar trabalhos de velame de acordo com a política e as diretrizes do Departamento de Produção.

Está situada em uma edificação de aproximadamente 12.491,00 m<sup>2</sup> como mostrada na figura 5.3 e a ventilação é feita através de portões basculantes e exaustores eólicos.

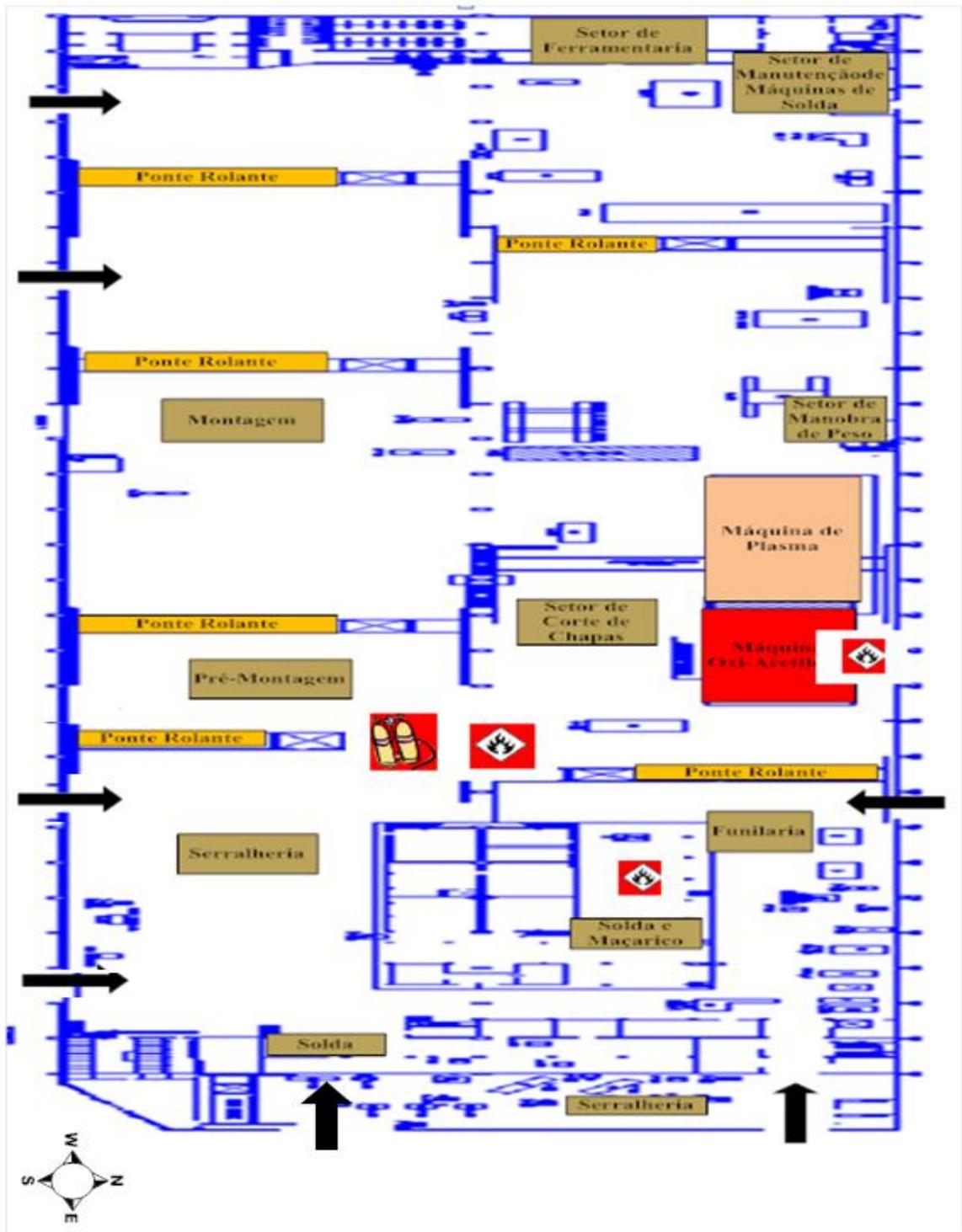


Figura 5.3. Planta Baixa da Divisão de Estruturas Navais. Fonte: documento interno da Organização e adaptação própria.

A Divisão é constituída de seções com pessoal qualificado para desenvolver atividades de manobra de peso, chapeamento, desempenho, conformação, corte, montagem, soldagem, e armazenamento como mostrado no organograma abaixo na figura 5.4.

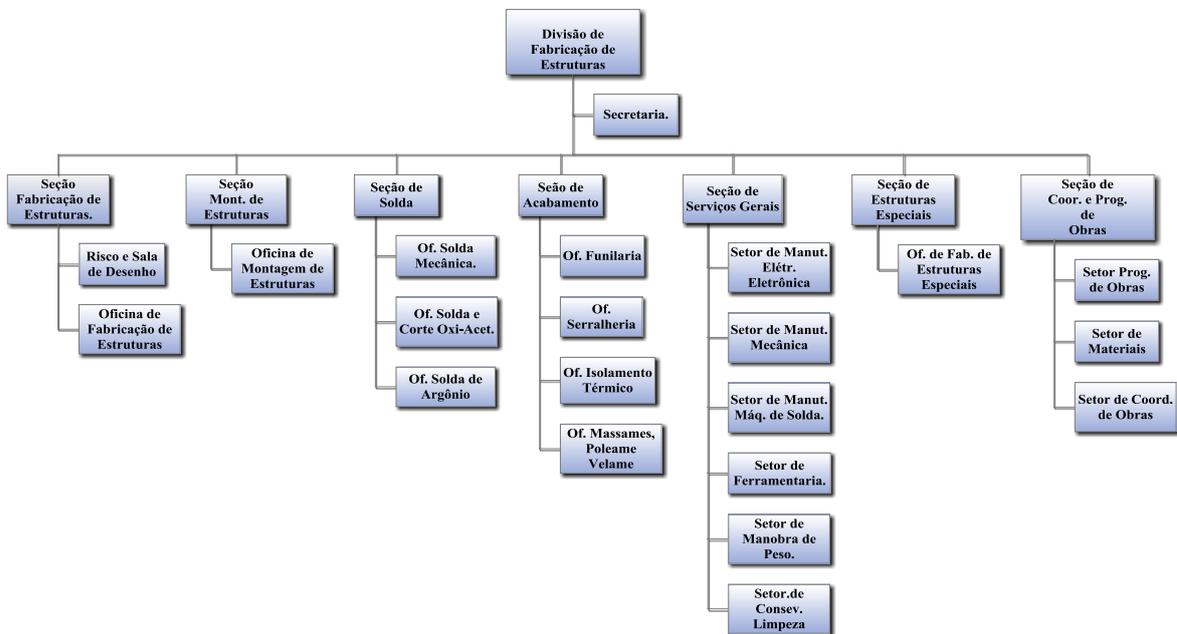


Figura 5.4. Organograma da Divisão de Oficinas de Fabricação de Estruturas. Fonte: documento interno da Organização.

Possui aproximadamente 558 pessoas trabalhando entre funcionários efetivos, funcionários destacados de outras oficinas e trabalhadores de empreiteiras contratadas. A jornada de trabalho é de 07h30min às 16h30min, de segunda a sexta-feira, com pausa para refeição de 1 hora durante a jornada.

A distribuição das funções, dos efetivos da Divisão está relacionada na figura 5.5 e o total de efetivos por setor está mostrado na tabela 5.1 abaixo.

<b>Função</b>
<b>Engenheiro</b>
<b>Técnico Industrial</b>
<b>Desenhista</b>
<b>Almoxarife</b>
<b>Assistente de Administração</b>
<b>Aux. de Escritório</b>
<b>Chapeador</b>
<b>Funileiro</b>
<b>Isolador Term. Acústico</b>
<b>Riscador Naval</b>
<b>Serralheiro</b>
<b>Soldador</b>
<b>Maçariqueiro</b>
<b>Bombeiro Hidráulico</b>
<b>Mec. de Manutenção</b>
<b>Ferramenteiro</b>
<b>Operador de Máquina</b>
<b>Eletricista de Manutenção</b>
<b>Artífice pol. e velame</b>
<b>Operador de Ponte Rolante</b>
<b>Servente Industrial</b>
<b>Servente de Escritório</b>
<b>Programador</b>

Figura 5.5. Distribuição das funções dos efetivos da oficina de estruturas navais. Fonte: Documento interno da Organização.

Tabela 5.1. Total de efetivos por setor e percentual em relação ao total.

<b>Seção</b>	<b>Efetivo</b>	<b>% em relação ao Total</b>
<b>Secretaria</b>	<b>8</b>	<b>2</b>
<b>Controle e Programação de Obras</b>	<b>34</b>	<b>6</b>
<b>Fabricação de Estruturas</b>	<b>46</b>	<b>8</b>
<b>Montagem de Estruturas</b>	<b>92</b>	<b>16</b>
<b>Solda e Maçarico</b>	<b>207</b>	<b>37</b>
<b>Acabamento</b>	<b>133</b>	<b>24</b>
<b>Serviços Gerais</b>	<b>38</b>	<b>7</b>
<b>Total</b>	<b>558</b>	<b>100</b>

Fonte: PPRA da Organização

### 5.1.2 Descrição do processo de construção de blocos estruturais

Na Divisão são desenvolvidas atividades de manobra de peso, chapeamento, desempenho, conformação, corte, pré-montagem, montagem, soldagem, e armazenamento. As manobras de grandes pesos para serviços no interior da oficina utilizam pontes rolantes, sendo a maior com capacidade para 30 toneladas. A conformação é feita através de utilização de calandras automáticas ou calandras com gabarito dependendo da dimensão da chapa. O corte é feito a quente ou a frio de acordo com as especificações das chapas. Trabalhos a quente são serviços que envolvem as operações com maçarico, corte com eletrodo de carvão ou operações similares que produzam fogo ou centelha. A soldagem utiliza equipamentos de solda TIG, MIG, MAG, eletrodo revestido, arco submerso e solda oxiacetilênica.

As oficinas de funilaria, serralheria, isolamento térmico e velame executam serviços de acabamento interno em navios em construção ou em manutenção. Diversas atividades são desenvolvidas durante o processamento de uma chapa e os diversos setores contribuem com o fornecimento de mão de obra para a execução das atividades durante a edificação de uma estrutura. As chapas chegam ao estaleiro via transporte rodoviário e são armazenadas em cabides no pátio externo à Divisão de Fabricação de Estruturas, entrando à mesma para processamento e identificação em tempo próprio. Costumam vir em tamanho padrão e a regra geral é que cheguem com dimensões alguns milímetros superiores às especificações. As chapas quando processadas, podem gerar sobras, peças reservadas e sucatas. O material é incorporado à Divisão pelo Setor de Material. O processo de incorporação segue a seguinte sequência: a gerência faz a expedição das OS (Ordens de Serviço) e os coordenadores de produção organizam as PP (Programação de Produção) e, de acordo com os Homem/Horas disponíveis, anexam os programas de corte tanto em disquete como em folha impressa à PP e enviam para o setor de corte; o serviço de manobra de peso é então acionado para fazer o transporte das chapas até as máquinas de corte no interior da oficina que dependendo do destino e do tipo de chapa serão efetuados cortes a quente ou a frio.

As principais matérias primas utilizadas na Divisão de fabricação de estruturas estão relacionadas na tabela 5.2. Observamos que o setor de funilaria utiliza chapas de até 3cm, as chamadas chapas finas, enquanto o setor de montagem utiliza chapas acima desta espessura. Como já mencionado, dependendo da espessura da chapa e do fim a que se destinam, as mesmas sofrerão processos diferentes.

Tabela 5.2 Principais Matérias Primas Utilizadas na Divisão de Fabricação de Estruturas.

<b>Matéria Prima</b>	<b>Setor</b>	<b>Composição</b>
Chapa de aço comum de 3 A 5 CM	Montagem	Aço -AH-36
Chapa de alumínio 3 A 5 CM	Montagem	Alumínio
Chapa de aço comum até 3 CM	Funilaria	Aço -AH-36
Chapa de alumínio comum até 3cm	Funilaria	Alumínio maleável
Chapa de alumínio comum até 3cm	Funilaria	Duralumínio
Chapa de aço inox até 3cm	Funilaria	Aço Inoxidável
Chapa de aço galvanizado até 3cm	Funilaria	Aço Galvanizado
Eletrodo Revestido - E6013	Solda/montagem	C,Si,Mn
Eletrodo Revestido - E7018	Solda/montagem	C,Si,Mn.Ni,Cr,Mo,P,S
Eletrodo Revestido - E9018	Solda/montagem	C,Si,Mn.Ni,Cr,Mo,P,S,V
Eletrodo Revestido Aço Inox	Solda/montagem	C,Cr,Ni,Mo,Mn,Si,P,S,Cu
Eletrodo Revestido de ferro fundido	Solda/montagem	C,Mn,Si,S,Ni,Cu,Al,Fe
Eletrodo Revestido - aço base de níquel	Solda/montagem	Ni,Cu
Eletrodo Arco Submerso - EL-12	Solda/montagem	Mn,P,Cu
Arame para solda MAG - S706	Solda/montagem	C,Si,Mn,Ni,Cr,P,S
Arame de Alumínio Magnésio - MIG -TIG	Solda/montagem	Si,Fe,Cu,Mg,Ti,Al
Arame de Bronze Alumínio - MIG -TIG	Solda/montagem	Al,Fe,S,Pb,Cu
Vareta de Solda Prata - Oxi - acetilênico	Corte/Montagem	Ag,Cu,Zn,Cd,Ni
Vareta Cobalto Cromo - Oxi-acetilênico	Corte/Montagem	C,Mn,W,Ni,Cr,Mo,Fe,Si,Co

Fonte: PPRA da Organização.

Os principais processos realizados nas oficinas de fabricação e montagem de estruturas estão ilustrados no fluxograma da figura 5.6.

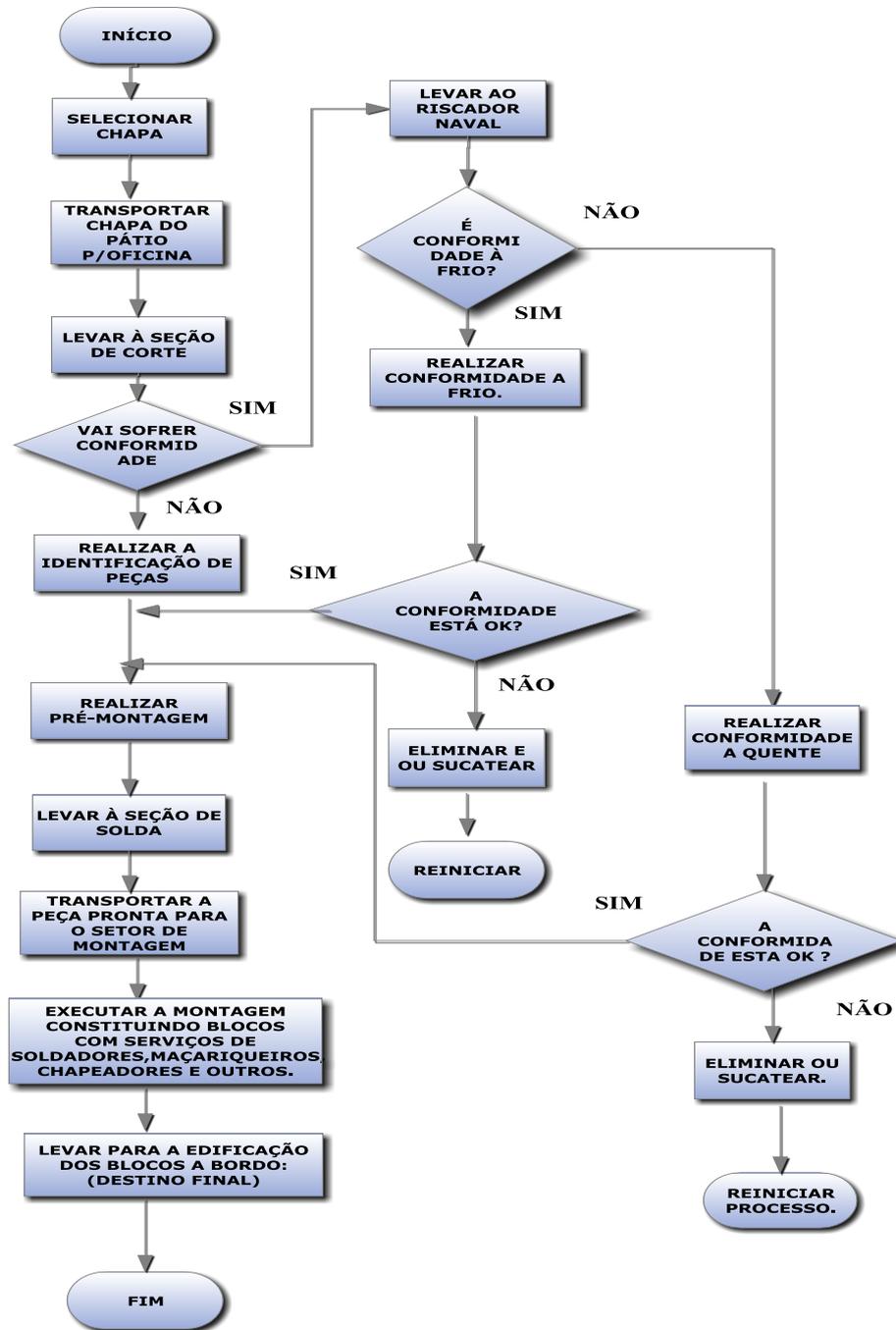


Figura 5.6. Principais processos nas oficinas de fabricação, pré-montagem e montagem de estrutura. Fonte: PPRA da Organização.

A oficina de fabricação de estruturas possui uma máquina de plasma e uma máquina de corte oxiacetilênico, providas de duas bancadas, cada uma delas.

O corte a plasma consiste nas seguintes etapas: verificação dos equipamentos e acessórios (cilindros de gases comprimidos, rede de ar comprimido, de água, manômetros instalados na máquina de corte), acionamento da máquina de corte com verificação das funções, inserção do plano de corte (disquete com a programação ideal de corte) e simulação do mesmo; início do corte, finalização e retirada das sobras com utilização de corte manual oxiacetilênico. Uma camada de água é utilizada para reduzir os seus efeitos ambientais (elevada geração de fumaça, radiação e de ruídos).

Na oficina de fabricação o corte oxiacetilênico é efetuado ou através da utilização de máquina tartaruga automática, ou através de estações de trabalho distribuídas em toda a oficina cuja alimentação é feita através de rede de distribuição com ponto de alimentação determinado, onde estão instalados cestos de oxigênio e acetileno.

Cabe destacar que a adaptação da instalação de packages de acetileno e oxigênio à rede interna da oficina vem sendo feita devido ao fato de que a rede externa se encontra em manutenção. Os packages são transportados em caminhão munk até o ponto de conexão sendo substituídos de acordo com o ritmo de produção.

Uma vez cortadas, as chapas são identificadas e movimentadas até o setor de pré-montagem e a seguir são transferidas para o setor de montagem.

Os principais processos realizados na oficina de serralheria e funilaria estão ilustrados na figura 5.7 abaixo.

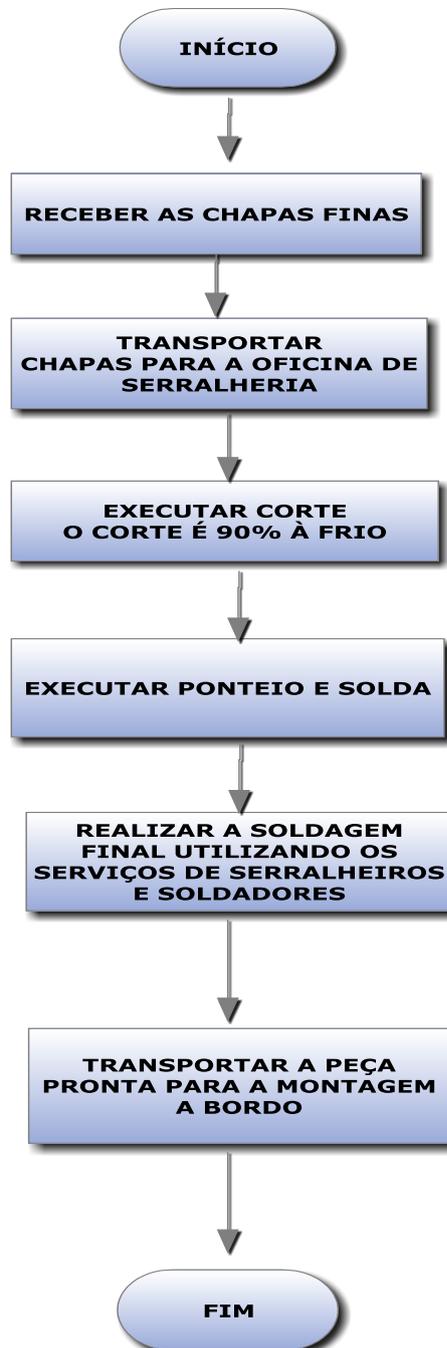


Figura 5.7 Principais processos executados na oficina de serralheria. Fonte: PPRA da Organização.

Os Principais processos executados na oficina de funilaria são mostrados na figura 5.8 a seguir.

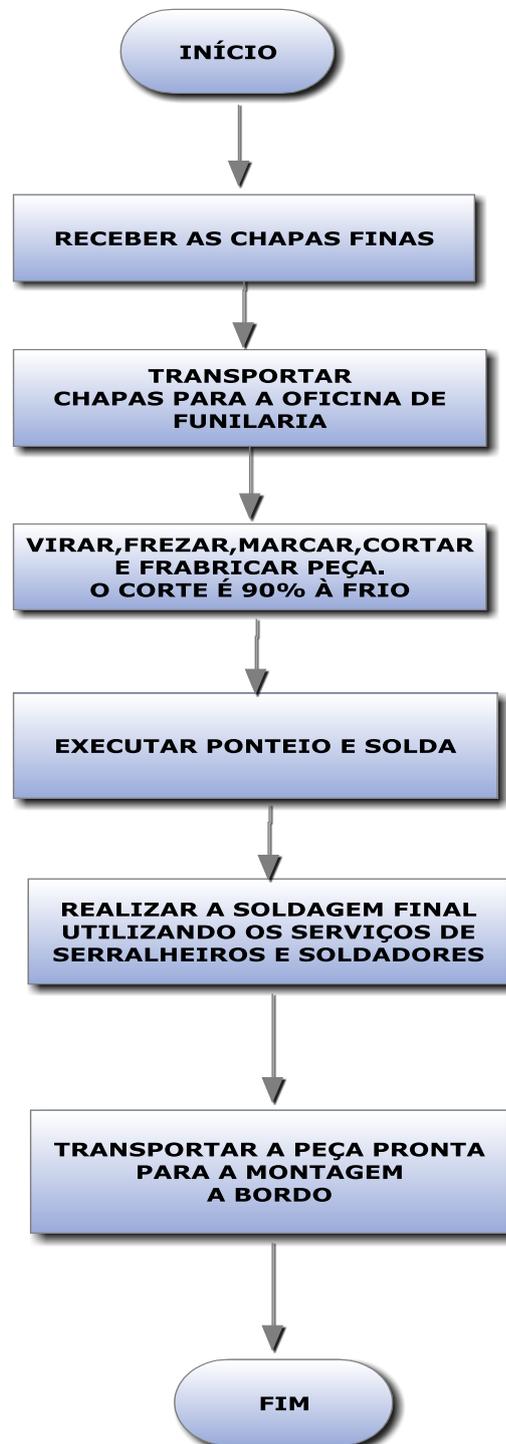


Figura 5.8. Principais processos executados na oficina de funilaria. Fonte: PPRA da Organização.

## 5.2 ANÁLISE DE RISCO DA OFICINA DE CONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS NAVAIS

As etapas de antecipação, reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência de riscos ambientais estão previstas na legislação brasileira através das normas regulamentadoras e fazem parte do programa de prevenção de riscos ambientais (MTE, 1978). Técnicas de avaliação de riscos e de prevenção de perdas, além de diretrizes, regulamentos e leis, foram desenvolvidas nas últimas décadas com o objetivo de minimizar as consequências de eventuais acidentes ou catástrofes que possam ocorrer em determinadas áreas industriais. A análise de cenários acidentais e medidas de controles existentes, assim como os papéis e as responsabilidades que cada um tem neste processo precisam estar bem definidas para garantir uma gestão eficaz nas ações de resposta a emergências.

A análise de risco é um dos instrumentos utilizados para a definição das diretrizes de organização da segurança industrial, de forma a que se possa dimensionar e preparar o sistema de controle de emergências para aperfeiçoar a alocação dos recursos humanos e materiais destinados ao controle de emergências. Para tal, toma-se como base a evolução dos acidentes potenciais de uma determinada planta, acidentes esses que devem ser apresentados sob forma de cenários.

A sequência utilizada na análise de risco com o objetivo de estabelecer os cenários de possíveis acidentes possíveis será a seguinte:

- construir a Matriz de Risco a partir do Mapa de risco da Organização, de forma a identificar o setor de maior risco;
- identificar as substâncias presentes nos setores de maior risco;
- determinar as quantidades e distância seguras;
- identificar os cenários de acidentes.

### 5.2.1 Construção da matriz de risco a partir do mapa de risco da oficina de estruturas navais

Inicialmente foi utilizada a metodologia de Matriz de Risco (MORGADO, HADDAD, & GUEIROS, 2002) para a hierarquização dos cenários de risco associados à saúde e segurança do trabalho identificados a partir do PPRA e do Mapa de Riscos da Organização em estudo. A Matriz de Risco é desenvolvida a partir do Mapa de Riscos, de forma a evidenciar os riscos mais relevantes em ordem crítica. A Matriz de Risco é construída no formato de uma tabela ( $i \times j$ ), onde os perigos são listados nas colunas e os setores da organização nas linhas. A cada célula é atribuído um grau de risco  $N$  de acordo com a presença do agente de risco naquele setor, e  $M$  é o número de trabalhadores presentes em cada setor. Em seguida, se calcula a frequência de exposição de todos os trabalhadores a um determinado risco e a frequência de exposição de todos os trabalhadores de um determinado setor considerando a contribuição de todos os agentes de risco, conforme segue:

$$f_{Hj} = \sum_{i=1}^{i=j} M_{i,1} * N_{i,j} \text{ para } 2 \leq j \leq x$$

$$f_{Si} = \sum_{j=2}^{j=x} M_{i,1} * N_{i,j} \text{ para } 1 \leq i \leq y$$

Onde:

$f_{Hj}$  - Frequência de cada tipo de risco = somatório do produto do número de trabalhadores pelo respectivo agente de risco da coluna;

$f_{Si}$  - Frequência dos riscos por setor = Resultado do produto do número de trabalhadores pelo somatório dos graus de severidade dos riscos a que estão expostos em cada setor;

A representação algébrica da Matriz de Risco é apresentada no quadro 5.1 abaixo.

Setores	Nr. Empregados	H <sub>a</sub>	H <sub>b</sub>	...	H <sub>x</sub>	f <sub>s</sub>
S 1	M <sub>1,1</sub>	N <sub>1,2</sub>	N <sub>1,3</sub>	...	N <sub>1,x</sub>	f <sub>s1</sub>
S 2	M <sub>2,1</sub>	N <sub>2,2</sub>	N <sub>2,3</sub>	...	N <sub>2,x</sub>	f <sub>s2</sub>
S 3	M <sub>3,1</sub>	N <sub>3,2</sub>	N <sub>3,3</sub>	...	N <sub>3,x</sub>	f <sub>s3</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
S y	M <sub>y,1</sub>	N <sub>y,2</sub>	N <sub>y,3</sub>	...	N <sub>y,x</sub>	f <sub>sy</sub>
F <sub>h</sub>		F <sub>h2</sub>	F <sub>h3</sub>	...	F <sub>hx</sub>	

Quadro 5.1 Matriz de Risco. Fonte: (MORGADO, HADDAD, & GUEIROS, 2002).

A metodologia da Matriz de Risco foi aplicada à realidade da Oficina de Estruturas Navais por meio da utilização dos Mapas de Risco da Unidade, os quais abrangem todos os seus setores, a saber:

- secretaria – 2º andar;
- programação de obras – 2º andar;
- sala de desenho – 2º andar;
- fabricação de estruturas – térreo;
- montagem de estruturas – térreo;
- solda e maçarico – térreo;
- serralheria e funilaria – térreo;
- manutenção - térreo.

Os riscos ocupacionais identificados foram classificados em:

- físico - ruído, calor;
- químico - radiação não-ionizante, fumos, poeiras;
- ergonômico - posturas inadequadas, levantamento de peso;
- acidentes - riscos de incêndios, máquinas e equipamentos, diferença de nível em altura.

A partir da identificação dos riscos em cada setor fez-se uma gradação baseada no quadro 5.2 abaixo, onde Nível de Ação e o Limite de Tolerância são definidos de acordo com a norma regulamentadora nº9 e norma regulamentadora nº15 (M.T.E, 1968), respectivamente como:

“Para os fins desta NR, considera-se nível de ação o valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição. As ações devem incluir o monitoramento periódico da exposição, a informação aos trabalhadores e o controle médico” (MTE, 1978).

“Entende-se por "Limite de Tolerância", para os fins desta Norma, a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral” (MTE, 1978).

Severidade.	Descrição.
Grau 0 - Não identificado.	Não foi identificada a presença do agente.
Grau 1 - Pequena.	Não há ação perceptível do agente.
Grau 3 - Média.	A exposição do trabalhador ao agente se encontra abaixo do nível de ação.
Grau 9 - Alta.	A exposição do trabalhador ao agente se encontra acima do Limite de Tolerância.

Quadro 5.2 Gradação de Riscos. Fonte: (GOMES ,2002 apud MORGADO, HADDAD, & GUEIROS, 2002)

De posse da gradação de risco do quadro 5.2, foi utilizada a metodologia da matriz de riscos (MORGADO, HADDAD, & GUEIROS, 2002) resultando no quadro 5.3 mostrado abaixo.

MATRIZ DE RISCO								
Local	Efetivo	Riscos Físico	Risco Químico	Risco Ergonômico	Risco Biológico	Risco Acidentes	Frequência de Exposição de Cada Setor. Fs	%
Secretaria	8	1	0	1	0	1	24	0,173
Programação de Obras	34	1	0	1	0	1	102	0,738
Fabricação de Estruturas	30	9	9	3	0	9	900	6,518
Sala de Desenho	16	1	0	1	0	1	48	0,347
Montagem de Estruturas	92	9	9	3	0	9	2760	19,99
Solda e Maçarico	207	9	9	3	0	9	6210	44,98
Serralheria e Funilaria	133	9	3	3	0	9	3192	23,12
Manutenção	38	9	1	2	0	3	570	4,128
Frequências de Exposição à Determinado Risco. Fh		4558	3398	1520	0	4330	13806	
%		33,01	24,62	11,00	0	31,36		100

Quadro 5.3. Matriz de risco da Divisão de Oficinas de Estruturas Navais. Fonte: fabricação própria.

De acordo com a matriz de risco representada no quadro 5.3 na página anterior, os três setores com maior potencial de risco são os de Solda e Maçarico (44,98 %) seguido da Serralheria e Funilaria (23,12 %) e Montagem de Estruturas (19,99 %). Os riscos de maior representatividade são os riscos físicos (33,01 %) caracterizados principalmente pelo ruído proveniente das máquinas e equipamentos utilizados nos processos; riscos de acidentes (31,36%) que estão associados à possibilidade de incêndio e explosão devido à utilização de gases envazados à alta pressão, liberação acidental de gases asfixiantes, trabalhos em nível elevado de altura, utilização de fontes elétricas. No que concerne aos riscos químicos (24,62 %), há a presença de fumos e radiações não ionizantes.

### 5.2.2 Identificação das substâncias presentes nos setores de maior risco

Embora as ações de controle devam contemplar todas as operações e equipamentos, os aspectos críticos identificados nos resultados obtidos a partir da matriz de risco tomará como base o seguinte princípio.

“O risco de uma instalação industrial para a comunidade e para o meio ambiente, circunvizinhos e externos aos limites do empreendimento, está diretamente associado às características das substâncias químicas manipuladas, suas respectivas quantidades e à vulnerabilidade da região onde a instalação está ou será localizada” (CETESB, 2003).”

Baseado neste princípio, resumido de forma esquemática abaixo na figura 5.9, será feita a classificação das substâncias químicas presentes nos setores de maior risco de acordo com sua periculosidade intrínseca em relação à sua inflamabilidade e/ou toxicidade que possam apresentar potencial de causar danos ao ser humano e/ou ao meio ambiente. São parâmetros a considerar: levantamento das quantidades em estoque, assim como a estimativa das distâncias seguras consolidadas em estudos de vulnerabilidade baseado em limites de tolerância estabelecidos através do parâmetro *Probit* para os efeitos de sobrepressão advinda de explosões, radiações térmicas decorrentes de incêndios e efeitos tóxicos advindos da exposição a uma alta concentração de substâncias químicas por um curto período de tempo. (CETESB, 2003).

A análise da vulnerabilidade é a aplicação de modelos matemáticos, com suporte de computação eletrônica, para quantificar os efeitos dos acidentes. Os modelos permitem identificar o “espaço vulnerável” isto é o espaço que, de alguma maneira, sofre impacto do acidente (DUARTE, 2002).

A estimativa dos impactos negativos sobre tudo o que se encontra dentro do espaço vulnerável permite estimar;

- Danos ao patrimônio
- Danos ambientais
- Danos à saúde e fatalidades entre os seres humanos



Figura 5.9 Fatores que influenciam os estudos de análise de riscos em instalações industriais. Fonte (CETESB, 2003).

- Tomando como base o princípio CETESB (2003) acima mencionado, foi preparada a tabela 5.3 com a lista das substâncias presentes nos setores de maior risco e a classificação de acordo com seu ponto de fulgor (Flash Point) e/ou seu ponto de ebulição. O ponto de Fulgor é definido como a menor temperatura na qual uma substância libera vapores em quantidades suficientes para que a mistura de vapor e ar logo acima de sua superfície propague uma chama, a partir do contato com uma fonte de ignição.

Considerando a temperatura ambiente numa região de 25° C e ocorrendo um vazamento de um produto com ponto de fulgor de 15° C, significa que o produto nessas condições está liberando vapores inflamáveis, bastando apenas uma fonte de ignição para que haja a ocorrência de um incêndio ou de uma explosão. Por outro lado, se o ponto de fulgor do produto for de 30° C, significa que este não estará liberando vapores inflamáveis (CETESB, 2003).

Tabela 5.3 Classificação das substâncias presentes na Divisão de oficinas de estruturas navais de acordo com seus respectivos pontos de fulgor.

SUBSTÂNCIA	SETOR	ESTADO FÍSICO	PONTO DE FULGOR	CLASSIFICAÇÃO
Acetileno	Corte, solda/montagem Fabricação de estruturas.	Gás	17,8°C	Gás ou líquido altamente inflamável.
Oxigênio	Corte, solda/montagem fabricação de estruturas.	Gás	-----	Oxidante.
Argônio	Corte, solda/montagem fabricação de estruturas.	Gás	-----	Gás Inerte.
Gás Carbônico	Corte, solda/montagem fabricação de estruturas.	Gás	-----	Gás asfixiante.
Nitrogênio	Corte, solda/montagem fabricação de estruturas.	Gás	-----	Gás Inerte.

Fonte: Documentos internos da organização. Confecção própria.

Baseado nos parâmetros de inflamabilidade, o gás identificado com potencial de causar danos foi o acetileno, cujo ponto de fulgor é de 17,8°C. O acetileno está classificado como nível de inflamabilidade 4 (CETESB, 2003) sendo considerado substância inflamável perigosa. O quadro 5.4 ilustra esta afirmação.

<b>Nível de inflamabilidade</b>	<b>Ponto de fulgor (PF) e/ou Ponto de ebulição (PE) (°C)</b>
<b>4 - Gás ou líquido altamente inflamável</b>	<b>PF ≤ 37,8 e PE ≤ 37,8</b>
<b>3 – Líquido facilmente inflamável</b>	<b>PF ≤ 37,8 e PE &gt; 37,8</b>
<b>2 - Líquido inflamável</b>	<b>37,8 &lt; PF ≤ 60</b>
<b>1 - Líquido pouco inflamável</b>	<b>PF &gt; 60</b>

Quadro 5.4 - Classificação do nível de inflamabilidade e ponto de fulgor e/ou ponto de ebulição. Fonte: (CETESB, 2003).

### 5.2.3 Determinação das quantidades e distâncias seguras

O critério assumido para a determinação das distâncias seguras para os gases inflamáveis de nível 4, descritos no manual CETESB (2003) de forma a estimar as consequências de vazamento instantâneos, dizem respeito aos efeitos de sobrepressão decorrente de uma explosão, incêndio decorrente de vazamento de 20% da massa existente em um recipiente e condições atmosféricas adotadas como padrão de categoria “D” de Pasquill, ou seja, de categoria neutra quanto ao vento. Com relação à velocidade do vento, temperatura ambiente e umidade relativa do ar, foram adotados os valores de 2 m/s, 25 °C e 80 %, respectivamente.

A quantidade utilizada de acetileno nas cestas presentes na oficina de fabricação de estruturas corresponde a 108 kg, e os cilindros estão interligados e operando simultaneamente, o que propicia a ocorrência de vazamento de mais de um deles, considerou-se, pois, a massa total das cestas.

No anexo B do manual CETESB (2003) é feita a listagem de substâncias inflamáveis. Ao se pesquisar a distância segura para o acetileno, deve-se levar em consideração as substâncias de referência equivalentes ao nível de inflamabilidade da substância em análise, no presente caso, a substância de referência é o propano.

Para a quantidade de 108 kg de acetileno (referência propano) a distância segura de referência é de 22m. Os quadros 5.5 e 5.6 exemplificam os critérios adotados.

<b>LISTAGEM DE SUBSTÂNCIAS INFLAMÁVEIS</b>				
<b>Nome da Substância</b>	<b>CAS</b>	<b>Estado Físico</b>	<b>Tabela a ser utilizada</b>	<b>Pág.</b>
Acetaldeído	75-07-0	Líquido	n-PENTANO	111
Acetato de etila	141-78-6	Líquido	BENZENO	77
Acetato de metila	79-20-9	Líquido	n-PENTANO	111
Acetato de vinila	74-86-2	Líquido	ACETATO DE VINILA	75
<b>Acetileno</b>	<b>74-86-2</b>	<b>Gás</b>	<b>PROPANO</b>	<b>112</b>

Quadro 5.5. Listagem de substâncias Inflamáveis. Fonte: (CETESB, 2003).

<b>Substância:</b>	<b>Propano</b>
<b>Massa (kg)</b>	<b>Distância (m)</b>
10	3
50	10
100	17
<b>150</b>	<b>22</b>

Quadro 5.6. Distância segura em função da massa existente: Fonte: (CETESB, 2003).

#### 5.2.4 Identificação dos cenários de acidentes

Antes de iniciar a identificação de cenários de acidentes passíveis de ocorrerem na Divisão de Oficinas Estruturais, serão relatadas algumas informações disponíveis, sobre acidentes já ocorridos em empresas que manipulam produto similar, a saber, acetileno.

- 1999 - Acidente com carreta de gases

Uma carreta com cilindros de alta pressão, incluindo acetileno, foi fechada e acabou tombando. O acidente resultou na perda total do veículo e dos cilindros (ALMEIDA, 2011).

- 2002 - Vazamento pela solda de corpo do cilindro de acetileno

Incêndio ocorrido em um cliente com um cilindro de acetileno, gerado por um vazamento na solda de meio corpo no cilindro (ALMEIDA, 2011).

- 2007 - Vazamento seguido de explosão

Em 11 de julho de 2007, no Estaleiro Brasfels (antigo Verolme), em Angra dos Reis, no Sul Fluminense, houve explosão de um cilindro de acetileno em consequência de vazamento. As chamas começaram após vazamento em um cilindro de acetileno. O fogo atingiu cerca de 20 metros de altura. A área foi isolada. Segundo o Corpo de Bombeiros de Angra dos Reis, os oito mil funcionários do estaleiro estavam no local, mas ninguém ficou ferido. Os trabalhos foram suspensos, já que o gás acetileno é altamente inflamável ([http://zonaderisco.blogspot.com.br/2007\\_07\\_01\\_archive.html](http://zonaderisco.blogspot.com.br/2007_07_01_archive.html), 2007).

- 2004 - Acidente incapacitante com potencial de fatalidade.

O empregado da empresa contratada estava realizando uma operação rotineira de montagem de uma cesta de cilindros de Acetileno composta por 6 (seis) cilindros tipo A-315 de 09 Kg. Após colocar os cilindros cheios na cesta, conectou os chicotes do manifold a cada cilindro e iniciou o teste de vazamento do manifold. Ao abrir a válvula de um dos cilindros e pressurizar o manifold, percebeu que havia um vazamento na conexão com o cilindro. Sem fechar a válvula do cilindro e sem despressurizar o manifold, tentou reapertar a conexão do chicote com o cilindro utilizando uma ferramenta, quando ocorreu um flash. A chama originada pelo flash ocasionou queimaduras no operador. Além disso, causou a fusão dos bujões fusíveis<sup>3</sup> de quatro cilindros liberando e inflamando o acetileno contido (ALMEIDA, 2011).

- 2005 - Oficina de vagões Piraqueçu-Companhia Vale do Rio Doce- 20/01/2005.

O colaborador iniciou o acendimento do maçarico para executar a atividade de desempenho de tranca do vagão FLD e este se apagou. Aproximadamente 5 segundos depois, ouviu-se um estampido seguido de fogo aparentemente entre o regulador e o cilindro de acetileno, com chamas de aproximadamente 50 a 60 centímetros de altura. Neste momento o colaborador e seus companheiros afastaram-se do local. O cilindro de acetileno que compunha o conjunto de oxi-corte recebeu um alto aquecimento localizado em sua parede externa oriunda das chamas, vindo a explodir a aproximadamente 6 minutos depois, sendo projetado contra a estrutura de um vagão que encontrava-se estacionado nas proximidades do local do acidente (<http://pt.scribd.com/doc/80810377/oxicorte>, 2005).

---

<sup>3</sup> bujões fusíveis são pequenos "plugs" atarraxados no topo e/ou no fundo do cilindro cuja parte central é composta de chumbo, estanho e bismuto/cádmio, fundido-se em temperaturas próximas a 80° C funcionando assim como dispositivo de alívio em situações anormais de alta temperatura como num incêndio, por exemplo, evitando a explosão do cilindro.

Para melhor identificação dos cenários de acidentes potenciais, para as condições de trabalho com o acetileno na Divisão de Oficinas de Estruturas Navais será utilizada a Análise Preliminar de Riscos (APR). Como já mencionado devido à desativação da fonte externa de acetileno o fornecimento tem sido feito através da conexão de cestas de oxigênio e acetileno em um ponto da rede. Nota-se que as cestas são posicionadas uma ao lado da outra cada uma contendo uma quantidade de 108 kg de acetileno e 10m<sup>3</sup> de oxigênio.

Os critérios adotados para a classificação da frequência de ocorrência do evento assim como para a consequência provocada pelo mesmo estão resumidos nos quadros 5.7 e 5.8

FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DE UM EVENTO.		
Frequência		Descrição
Muito raro	A	Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação.
Raro	B	Não esperado de ocorrer durante a vida útil da instalação.
Pouco provável	C	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil da instalação.
Provável	D	Esperado de ocorrer até uma vez durante a vida útil do processo ou instalação.
Frequente	E	Esperado de ocorrer várias vezes durante a vida útil do processo ou instalação.

Quadro 5.7 Frequência de ocorrência de um evento. Fonte: (MORGADO, HADDAD, & GUEIROS, 2002).

CONSEQUÊNCIAS DA OCORRÊNCIA DE UM EVENTO.		
Categoria	Descrição	Descrição/características.
I	Desprezível	Sem danos ou danos insignificantes a equipamentos propriedade e meio ambiente. Não ocorrem lesões/mortes de terceiros (Não funcionários) e/ou pessoas (indústrias e comunidade); o máximo que pode ocorrer são casos de primeiros socorros ou tratamento médico menor.
II	Marginal	Danos leves aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio ambiente (os danos materiais são controláveis e/ou de baixo custo de reparo); lesões leves em funcionários e/ou em pessoas.
III	Crítica	Danos severos aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio ambiente; Lesões de gravidade moderada em funcionários, em terceiros e/ou em pessoas (probabilidade remota de morte de funcionários e/ou de terceiros); Exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento em catástrofe.
IV	Catastrófica	Danos irreparáveis aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio ambiente (reparação lenta ou impossível); provoca mortes ou lesões graves em várias pessoas (em funcionários, em terceiros e/ou em pessoas).

Quadro 5.8. Consequências da ocorrência de um evento. Fonte: (MORGADO, HADDAD, & GUEIROS, 2002)

Categorias		
Consequência/Severidade	Frequência de Ocorrência	Gradação do Risco
I- Desprezível	A- Muito Raro	1- Desprezível.
II- Marginal	B- Remota	2- Menor.
III- Crítica	C- Improvável	3- Moderado.
IV- Catastrófica	D- Provável	4- Sério.
	E- Frequente	5- Crítico.

Quadro 5.9 Gradação dos Riscos. Fonte: (MORGADO, HADDAD, & GUEIROS, 2002).

A partir da gradação dos riscos identificados, quadro 5.9 acima, podemos construir a matriz de risco representada abaixo pelo quadro 5.10

		FREQUÊNCIA				
		A	B	C	D	E
CONSEQUÊNCIA	IV	2	3	4	5	5
	III	1	2	3	4	5
	II	1	1	2	3	4
	I	1	1	1	2	3

Quadro 5.10 Matriz de Risco. Fonte: (MORGADO, HADDAD, & GUEIROS, 2002) .

Uma vez concluída a matriz de risco com suas respectivas gradações dos riscos, foi realizada a análise preliminar de risco APR representada pelo quadro 5.11 abaixo.

PERIGO	CAUSA	CONSEQUÊNCIAS	FREQUÊNCIA	SEVERIDADE	RISCO	RECOMENDAÇÕES
Colisão	Falha Mecânica Falha no sistema de freios Falha Humana. Excesso de velocidade Distração Não utilização de sinais de alerta do veículo	Tombamento da Cesta Danos físicos ao Trabalhador	D	III	4-Sério	Revisão periódica do caminhão. Treinamento do Motorista.
Tombamento da Cesta.	Falha Mecânica. Rompimento da linga Falha Humana. Utilização de excesso de peso Não utilização de patola	Pressamento de membros do operador Danos na válvula de segurança Danos no corpo do cilindro Danos na válvula de abertura do cilindro Decomposição da massa porosa	D	III	4-Sério	Revisão periódica do equipamento Treinamento dos operadores Supervisão pelo responsável do setor
Danos na Válvula de Segurança	Tombamento da Cesta Defeito de Fabricação Falta de capa de proteção	Vazamento Falha na abertura Aumento da pressão interna	D	III	4-Sério	Implantar procedimento de verificação sistemática do material Supervisão pelo responsável do setor
Danos no corpo do cilindro	Tombamento da Cesta Defeito de Fabricação	Vazamento Decomposição da massa porosa	D	III	4-Sério	Implantar procedimento de verificação sistemática do material Supervisão pelo responsável do setor
Danos nas válvulas de abertura do cilindro	Tombamento da Cesta Defeito de Fabricação Uso de ferramenta inadequada	Vazamento Falha na abertura da válvula Produção de Faisca	D	III	4-Sério	Implantar procedimento de verificação sistemática do material Treinar trabalhador
Vazamento do produto	Falha nas válvulas. Irregularidade nas mangueiras (ressecamento, conexões inadequadas, perfuração).	Incêndio	D	IV	5-Crítico	Implantar procedimento de verificação sistemática do material Treinar trabalhador
Degradação da Massa porosa	Tombamento da Cesta	Aumento da pressão interna	D	III	4-Sério	Implantar procedimento de verificação sistemática do material Treinar trabalhador
Aumento da pressão interna	Falha na abertura da válvula de segurança Presença de Fonte de calor	Explosão	D	IV	5-Crítico	Implantar procedimento de verificação sistemática do material Treinar trabalhador
Presença de fonte de calor	Aumento da pressão interna	Explosão	D	IV	5-Crítico	Implantar procedimento de verificação sistemática do material Treinar trabalhador
Incêndio	Vazamento Presença de graxas e óleos fonte de calor fonte de ignição	Queimaduras Morte Danos materiais	D	IV	5-Crítico	Implantar procedimento de verificação sistemática do material Treinar trabalhador
Explosão	Aumento da pressão interna	Morte Danos materiais	D	IV	5-Crítico	Implantar procedimento de verificação sistemática do material Treinar trabalhador

Quadro 5.11. Análise Preliminar de Risco. Fonte: confecção própria.

Os eventos identificados como categoria de severidade III e IV deverão ser classificados como hipóteses acidentais (CETESB, 2003). Tais eventos dizem respeito à decomposição de massa porosa, ruptura de válvula e ruptura do cilindro. A presença de fonte de calor externa, seja gerada por retrocesso de chama ou por incêndio, é fator primordial para o aumento de pressão e degradação da massa porosa. Como consequência, os possíveis cenários de acidentes considerados críticos são:

- explosão

Processo onde ocorre uma rápida e violenta liberação de energia, associado a uma expansão de gases acarretando o aumento da pressão acima da pressão atmosférica. Esse tipo de explosão pode ocorrer com gases e vapores.

- bola de fogo (fireball);

Fenômeno que se verifica quando o volume de vapor inflamável, inicialmente comprimido num recipiente, escapa repentinamente para a atmosfera e, devido à depressurização, forma um volume esférico de gás, cuja superfície externa queima, enquanto a massa inteira eleva-se por efeito da redução da densidade provocada pelo superaquecimento

- jato de fogo (Jet fire);

Fenômeno que ocorre quando um gás inflamável escoar a alta velocidade e encontra uma fonte de ignição próxima ao ponto de vazamento

- incêndio em nuvem;

Tipo de reação química na qual os vapores de uma substância inflamável combinam com o oxigênio do ar atmosférico e uma fonte de ignição, causando liberação de calor.

Os efeitos físicos dos cenários acidentais que resultam em incêndio em nuvem são medidos a partir do local da liberação em função do limite inferior de inflamabilidade (LII) da substância em questão. Para o caso do acetileno este valor é de  $LII = 25.000\text{ppm}$ .

Os efeitos físicos dos cenários acidentais que resultam em incêndios, em jato de fogo, ou bola de fogo são medidos em termos de fluxos térmicos a partir do local do acidente como representado no quadro 5.12.

<b>Fluxo de Radiação Térmica</b>	<b>Efeito Esperado</b>
4 Kw/m <sup>2</sup>	Suportável com casaco de aproximação ou resfriamento por neblina
12,5 Kw/m <sup>2</sup>	1% de fatalidade para pessoas expostas por 30 segundos
37,5 Kw/m <sup>2</sup>	50% de fatalidade para exposição por 20 segundos

Quadro 5.12: Fluxo de radiação térmica e efeitos esperados. Fonte: (CETESB, 2003)

Para os casos de sobrepressões decorrentes de explosões, fenômenos como Liquid Expand Vapor Explosion (BLEVE) -explosão do vapor do líquido expandido- Confined Vapour Explosion (CVE) -explosão de vapor confinado- Unconfined Vapour Cloud Explosion (UVCE) -explosão de nuvem de vapor não confinado- os valores adotados estão mostrados no quadro 5.13 abaixo.

<b>Pulso de Pressão</b>	<b>Efeito Esperado</b>
0,1 bar	Danos reparáveis à estruturas, 1% de fatalidade das pessoas expostas
0,3 bar	Danos irreparáveis a estrutura 50% de fatalidade das pessoas expostas

Quadro 5.13. Pulsos de Pressão e efeitos esperados. Fonte: (CETESB, 2003).

Uma vez identificados os possíveis cenários de acidentes e seus efeitos esperados, ao se planejar o plano de retirada de emergência, a distância considerada como segura deve ser levada em consideração. Para incêndio a distância segura estimada em função da massa acetileno existente no local estudado, de acordo com os estudos efetuados pela Cetesb (2003), gira em torno de 22m aproximadamente como mostrado no quadro 5.6 da página 64. Para fenômenos de explosão deve-se considerar a distância segura em torno de 200m (BLANCHARD, J E, HILL, JAGGER, & D K, 2007). Esses dados são importantes para efeito de isolamento da área de evacuação e determinação do ponto de encontro.

## 6 DESCRIÇÃO DA FERRAMENTA COMPUTACIONAL ESCOLHIDA PARA SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE ABANDONO DE EMERGÊNCIA

O processo de abandono de um determinado grupo de pessoas tem como objetivo assegurar que as mesmas, uma vez envolvidas em um incidente ou acidente, abandonem o local em que se encontrem de forma segura e rápida. Com este propósito, pesquisadores vêm desenvolvendo modelos de simulação de abandono de emergência desde 1970. As duas principais categorias de modelos utilizadas são conhecidas como modelos conceituais e modelos computacionais (KULIGOWSKI, 2003) e são ilustradas na figura 6.1 abaixo:

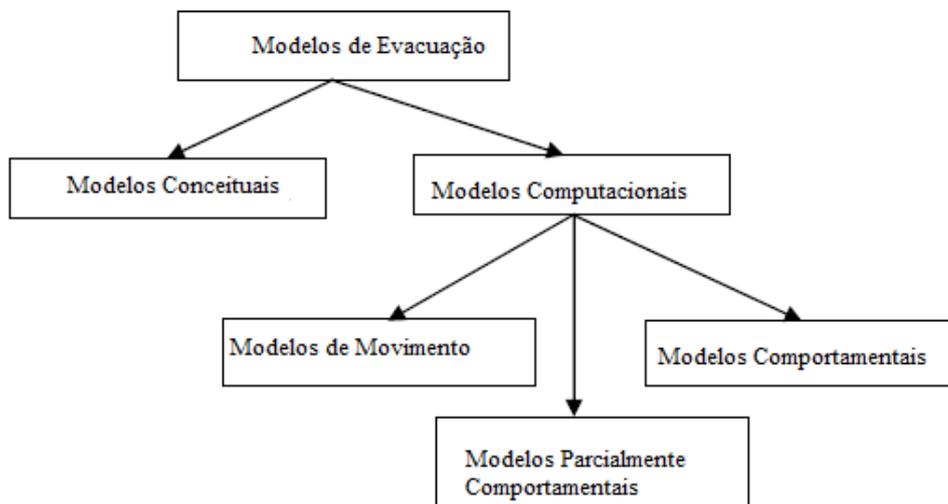


Figura 6.1 Organização dos Modelos de Evacuação. Fonte: (Kuligowski, 2003).

Modelos conceituais visam obter uma relação entre conceitos e comportamentos de uma forma mais abstrata que os modelos computacionais. Os modelos computacionais, por outro lado, tentam quantificar o movimento humano e seu comportamento durante as emergências, e como ilustrado figura 6.1 acima, podem ser classificados em modelos de movimento, modelos comportamentais, modelos parcialmente comportamentais.

Modelos Comportamentais são aqueles que incorporam modos de desempenho humano às ações de movimento em direção a uma determinada saída. Estes modelos podem incorporar processos decisórios, estresse, e respostas comportamentais dos ocupantes em uma emergência.

Modelos de Movimento são aqueles onde é analisado o deslocamento a partir de um ponto da edificação a outro, normalmente saída ou ponto considerado seguro. Um de seus principais objetivos é prever o tempo de evacuação para uma determinada edificação onde possam ser identificados pontos chaves tais como áreas de congestionamento e áreas de formação de fila. Fornecem informações importantes tais como:

- fluxos de alguns componentes;
- áreas de congestionamento dentro da estrutura;
- o risco dos ocupantes devido ao perigo de fogo na edificação;
- distância a percorrer e tempo gasto por determinado ocupante para sair de determinada área;
- a velocidade dos ocupantes em diferentes densidades;
- a localização do ocupante durante toda a evacuação;
- o fluxo dos ocupantes em escadas, corredores, halls etc.

Modelos Parcialmente Comportamentais são aqueles que, em um primeiro instante, calculam o movimento dos ocupantes, mas estimulam a atitude comportamental com a definição, por exemplo, de um tempo de movimento pré-estabelecido, características de um ocupante individual, introdução dos efeitos de fumaça etc.

Algumas diretrizes para escolha do modelo mais adequado a ser utilizado em um plano de evacuação é fornecido pelo manual da Sociedade de Engenheiros de Proteção contra Incêndios (SFPE- Society of Fire Protection Engineers) (Kuligowski, 2003). O guia ressalta os itens que devam ser analisadas pelo usuário no momento da escolha. Algumas características são importantes de serem mencionadas:

- tipo de modelo de evacuação;
- representação do edifício;
- perspectiva da população: como o modelo representa a população, se em bloco ou individualmente;
- perspectiva comportamental: que tipo de comportamento é inserido no modelo;
- validação do modelo: As validações ajudam a visualizar as capacidades do modelo escolhido, assim como suas limitações;
- implementação do modelo: que tipo de plataforma computacional o modelo suporta;
- acessibilidade ao modelo, isto é, se os mesmos são obtidos gratuitamente, obtidos através de bases de consulta, obtidos através de licenças controladas etc;
- adequação do modelo ao cenário estudado.

Alguns modelos são mencionados no quadro 6.1 abaixo, de acordo com sua classificação.

<b>Tipo de Modelo</b>	<b>Denominação do Modelo</b>
Movimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FPETOOL</li> <li>• EVACNET4</li> <li>• TAKAHASHI'S FLUID MODEL</li> <li>• PATHFINDER</li> <li>• TIMTEX</li> <li>• WAYOUT</li> <li>• MAGNETC MODEL</li> <li>• EESCAPE</li> <li>• EGRESSPRO</li> <li>• ENTROPY MODEL AND STEPS</li> </ul>
Parcialmente Comportamentais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PEDROUTE/PAXPORT</li> <li>• EXITO89</li> <li>• SIMULEX GRIDFLOW</li> <li>• ALLSAFE</li> </ul>
Comportamentais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CRISP</li> <li>• ASERI</li> <li>• BFIRES-2</li> <li>• BUILDINGEXODUS</li> <li>• EGRESS</li> <li>• EXITT</li> <li>• VEGAS</li> <li>• SCAPE</li> <li>• BGRAF</li> <li>• EVACSIM</li> <li>• LEGION</li> </ul>

Quadro 6.1 Tipos de modelos de evacuação. Fonte: Kuligowski, 2003.

Uma outra forma de referenciar os modelos existentes diz respeito à sua caracterização, se a mesma é determinística ou probabilística (estocástica). A modelagem determinística é usada para descrever modelos que assumem que a situação de uma evacuação é baseada em situações físicas bem definidas, enquanto o modelo probabilístico tenta captar a aleatoriedade da evacuação.

Os modelos de evacuação permitem responder a pergunta “e se” no caso de eventos de emergências e permitem simular situações a partir de diferentes cenários. As simulações podem então ser comparadas com os exercícios práticos, de forma a estabelecer o tempo médio ideal para evacuar determinada edificação.

Na escolha de um software de evacuação é importante que o usuário leve em consideração a natureza e o escopo do projeto a ser realizado, de modo a poder avaliar se o modelo escolhido atende aos requisitos definidos na construção do projeto. Algumas questões devem ser colocadas tais como:

- a) qual a natureza e o escopo do projeto;
- b) quais informações estão acessíveis;
- c) qual é o tempo disponível para a realização do projeto.

De acordo com o cenário de acidente escolhido teremos uma resposta de emergência que atenda as características do sistema. Se o projeto exige especificações que são essenciais para a composição dos cenários tais como idade da população, gênero, capacidade ou incapacidade de locomoção, então o modelo escolhido deve levar em consideração todos estes parâmetros.

Em função do acima descrito foi escolhido um modelo de simulação de emergência com o objetivo de obter um tempo estimado ideal para a evacuação dos trabalhadores, de forma a possibilitar uma comparação posterior com os exercícios de evacuação. Algumas premissas foram consideradas de forma a justificar a escolha;

- a) o escopo do projeto é a confecção de um plano de evacuação em uma oficina de construção de estruturas navais;
- b) as informações obtidas, tais como plantas baixa e n° de trabalhadores, foram fornecidas pela empresa estudada

- c) considera-se que a evacuação vai ser efetuada de forma organizada, sem pânico e que os trabalhadores tem ciência dos riscos a que estão sujeitos assim como conhecem bem a planta onde trabalham;
- d) o objetivo é efetuar a evacuação dos trabalhadores de uma forma segura no menor tempo possível a partir da ocorrência dos cenários de acidentes estudado;
- e) escolher um software que possua uma validação e permita obter os dados desejados no menor custo possível;
- f) quantificar o tempo de evacuação partindo da premissa que a evacuação ocorrerá de forma homogênea para a massa de trabalhadores;
- g) baseada em situações físicas definidas.

Em função do acima exposto foi feita a escolha do modelo EVACNET-4.

#### 6.1 A FERRAMENTA COMPUTACIONAL EVACNET-4

A ferramenta computacional EVACNET-4 modela o cenário de emergência através de uma série de nós e arcos. O usuário define o fluxo e a velocidade na qual os ocupantes se movimentam pelo espaço durante determinado período de tempo. Levando-se em conta que o software é utilizado com o objetivo de efetuar a evacuação no menor período de tempo possível para todos os ocupantes, o EVACNET-4 distribui os ocupantes para determinadas saídas de modo a atingir seu objetivo. O software identifica também os gargalos e áreas de congestionamento por todo o espaço. Os ocupantes são vistos como fluídos escoando em um tubo e ao usuário é permitido fornecer o máximo período de tempo necessário para uma evacuação segura. A NFPA 130 (Associação Nacional de Proteção contra Fogo) sugere um período máximo de 4 minutos para uma evacuação em uma estação ferroviária (FONG E MA, 2004).

Kuligowski (2003) cita algumas características do programa EVACNET-4 enumeradas a seguir:

- **Desenvolvido por:** Kisko, Francis, and Nobel, University of Florida, U.S.
- **Objetivo:** Pode ser usado em vários tipos de edificações. O propósito do modelo é descrever uma evacuação ideal de uma edificação

- **Método de modelagem:** Modelo de Movimento
- **Estrutura:** Modelo de malha. A figura 6.2 abaixo ilustra este tipo de modelo.

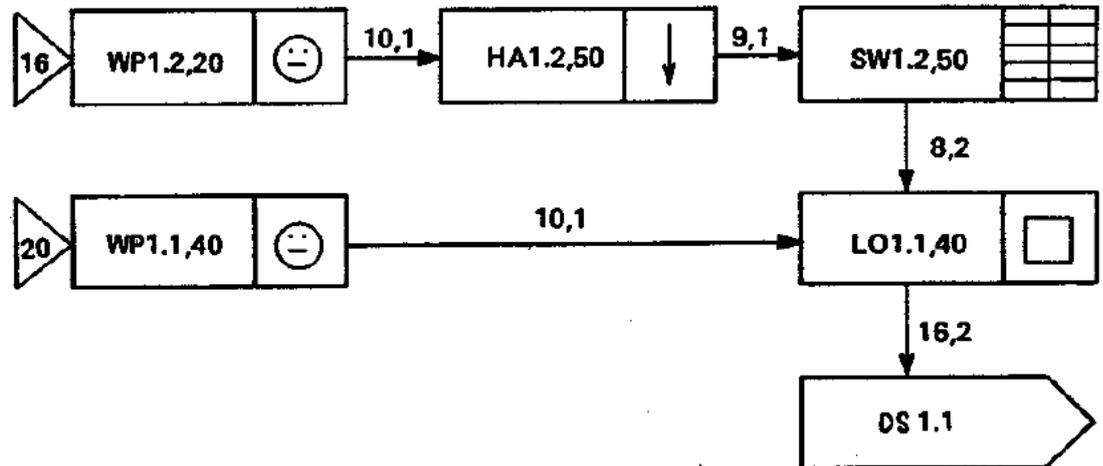


Figura 6.2 EVACNET4 representação de rede da estrutura de uma edificação - nós e arcos. Fonte : Kuligowski, 2003.

- **Visão do modelo:** O modelo enxerga os ocupantes como um bloco de pessoas e os mesmos tem uma visão global da edificação, visto que se deslocam de maneira ótima através do prédio.
- **Comportamento dos ocupantes:** não leva em consideração.
- **Movimento dos ocupantes:** para cada nó é especificado sua capacidade e a ocupação inicial em número de pessoas. Para cada arco é determinado o tempo de travessia e a capacidade dinâmica do arco. O tempo de travessia é o número de períodos de tempo necessários para atravessar o arco e é calculado utilizando a distância do arco e a velocidade dos ocupantes. A capacidade dinâmica do arco é o limite superior de pessoas que podem atravessar o mesmo em um determinado período de tempo.
- **Utilização de dados sobre o fogo:** não utiliza.

- **Dados fornecidos pelo sistema:** Estes dados são mostrados no quadro 6.2 a seguir.

Descrição Geral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo para evacuar a edificação</li> <li>• Tempo para uma evacuação sem congestionamento</li> <li>• Fator de congestionamento (Tempo de evacuação/Tempo de evacuação sem congestionamento)</li> <li>• Tempo médio para evacuar uma pessoa</li> <li>• N° de evacuações por determinado período de tempo</li> <li>• N° de evacuações bem sucedidas</li> </ul>
Distribuição dos nós de destino	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N° de evacuados que atravessaram a saída com êxito</li> </ul>
Movimento total do arco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista os arcos e o n° de pessoas que o atravessam</li> </ul>
Identificação dos gargalos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista os arcos que apresentam gargalos (filas) e os períodos de tempo durante o qual a situação se apresenta.</li> </ul>
Tempo de Evacuação de determinado andar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo necessário para o último ocupante deixar o andar</li> </ul>
Tempo de Evacuação do nó	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo necessário para um ocupante abandonar o nó</li> </ul>
Tempo de abandono por nó em condição sem congestionamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de períodos de tempo que o nó está sem congestionamento</li> </ul>
Perfil de evacuação da edificação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N° de evacuados por período de tempo</li> </ul>
Perfil do destino de evacuação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N° de evacuados por saída por período de tempo</li> </ul>
Perfil do conteúdo do nó	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N° de pessoas esperando ao fim de um período de tempo em um nó específico</li> </ul>
Perfil do movimento em um determinado arco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N° de pessoas se movimentando em um determinado período de tempo em direção a determinado arco</li> </ul>
Informação de gargalo para um arco específico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N° de pessoas esperando em um arco específico</li> </ul>
N° de pessoas em um snapshot	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N° de pessoas em um determinado nó em um determinado período de tempo</li> </ul>
Quantitativo de pessoas que não foram evacuadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N° de pessoas não evacuadas em determinado período de tempo.</li> </ul>

Quadro 6.2. Dados de saída do EVACNET4. Fonte: Kuligowski, 2003.

- **Inclusão de dados de CAD.** Não inclui.
- **Capacidade de visualização:** Não há inserção de dados para sistemas complexos.
- **Estudos de Validação:** Johnson et Al.(apud KULIGOWSKI, 2003) apresentaram um estudo de validação para EVACNET+ (versão prévia de EVACNET4), para uma evacuação envolvendo 1014 pessoas. Fong e. Ma (2004) realizaram um estudo de validação do modelo em uma estação de trem, para um local de trabalho com duas

escadas rolantes e uma saída. Através de observação obtiveram o resultado de 171s (2,83 minutos) para a evacuação de 463 pessoas. Através da utilização do modelo EVACNET-4 obtiveram 160s (2,66 minutos) para evacuar o mesmo número de ocupantes no mesmo cenário, definido anteriormente. A conclusão traz um resultado de 6% de erro entre a simulação e o resultado da observação.

- **Limitação:** Para locais de trabalhos complexos a modelagem é difícil.
- **Recursos especiais:** Uso de elevador.



Foram realizadas 5 (cinco) simulações com diferentes condições de evacuação, que serão descritas abaixo. As evacuações levaram em consideração o contingente do 1º pavimento e do térreo.

### 7.1 PRIMEIRA SIMULAÇÃO

Na primeira simulação foram consideradas somente três saídas de abandono do prédio, DS1, DS2, DS3. Não foi considerado evento de emergência no prédio. As figuras 7.2 e 7.3 abaixo mostram a situação mencionada.

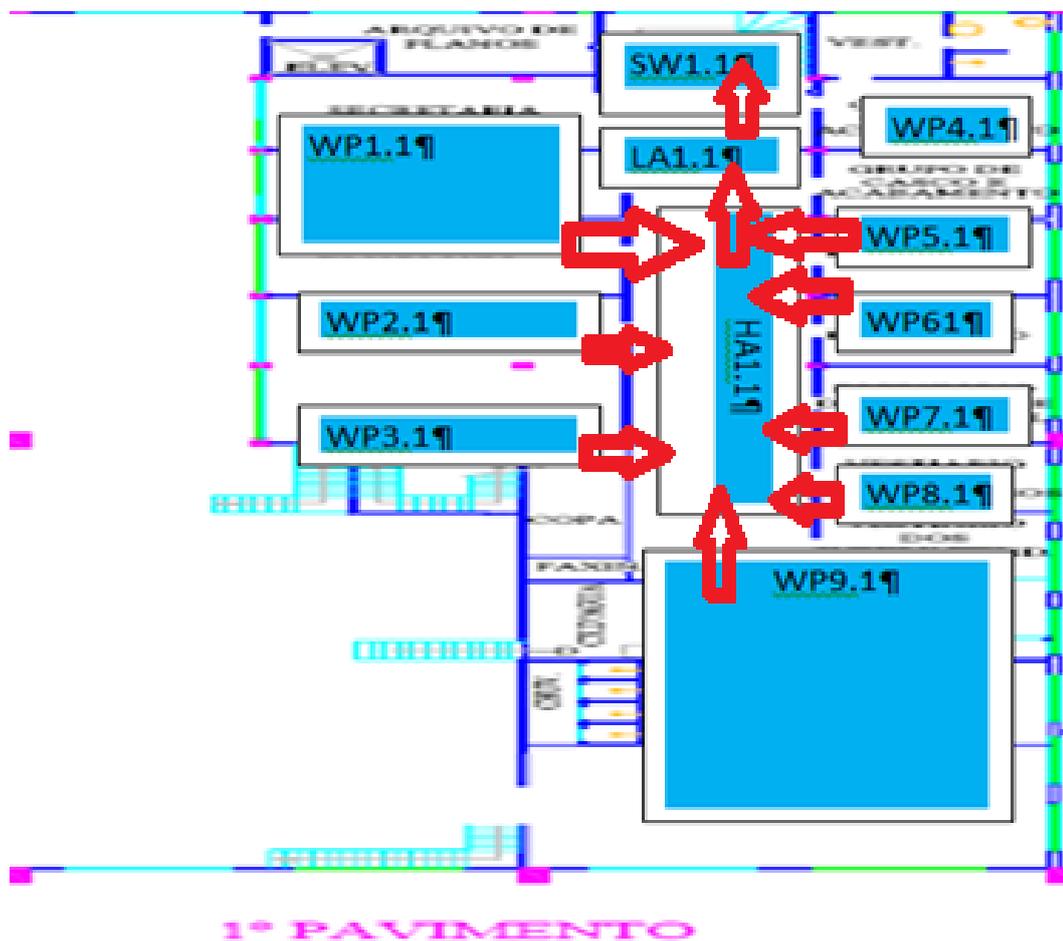


Figura 7.2 Direção do deslocamento dos ocupantes para a escada que liga o 1º pavimento ao hall HA1.0 no térreo em direção a saída de escape DS1.0. Fonte: confecção própria.

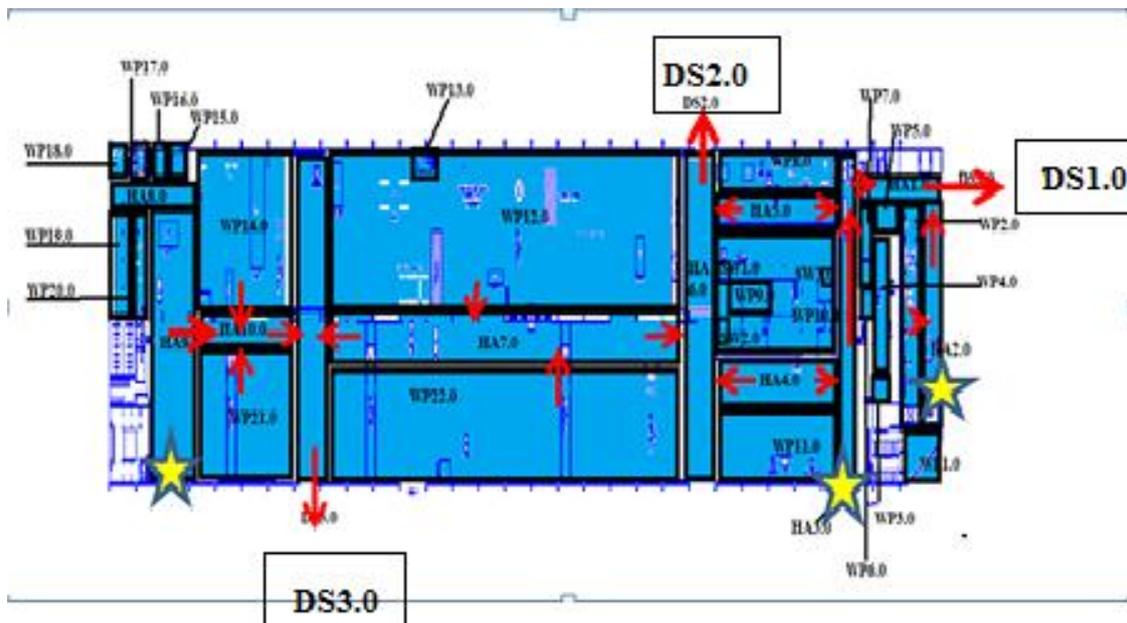


Figura 7.3. Direção dos deslocamentos para as saídas do térreo. Fonte: confecção própria.

As estrelas amarelas são saídas de emergências que ficam fechadas no dia a dia de operação da oficina. O tempo obtido para a evacuação do edifício foi de 185 segundos, 3,08 minutos. As ordens decrescentes de utilização das saídas foram:

- 1) DS1- 254 pessoas evacuadas;
- 2) DS2- 198 pessoas evacuadas;
- 3) DS3- 117 pessoas evacuadas.

## 7.2 SEGUNDA SIMULAÇÃO

A segunda simulação levou em consideração mais uma saída, ou seja: a saída, DS4 e foram mantidas as mesmas condições anteriores. A figura 7.4 ilustra esta situação.

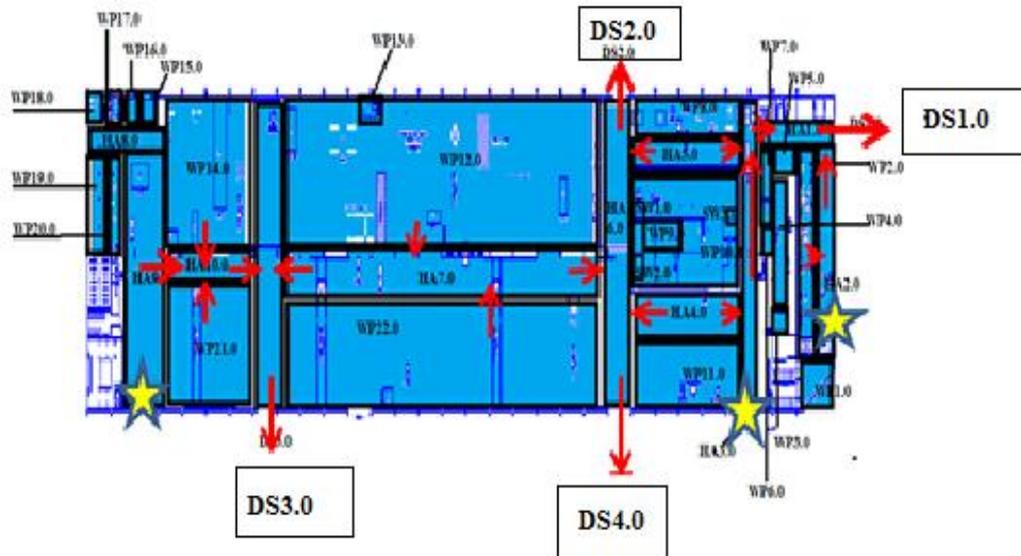


Figura 7.4. Direção de deslocamento para as saídas DS1.0, DS2.0, DS3.0, DS4.0. Fonte: confecção própria.

O tempo obtido para evacuar a população da edificação foi o mesmo da simulação anterior 185 segundos, 3,08 minutos. As ordens decrescentes de utilização das saídas foram:

- 1) DS1-254 pessoas;
- 2) DS2-157 pessoas;
- 3) DS3-117 pessoas;
- 4) DS4-41 pessoas.

Isto mostra, em teoria, que mesmo com as saídas de emergências fechadas seria possível evacuar toda a população do prédio, sem que ocorra nenhum incidente, desde que haja uma quantidade mínima de saídas (três).

### 7.3 TERCEIRA SIMULAÇÃO

A terceira simulação leva em consideração a ocorrência de acidente no HA6.0 ( corredor) e bloqueio das saídas DS2.0 e DS4.0. A figura 7.5 ilustra esta situação. Para esta condição e para o tempo de evacuação definido previamente, 4 minutos, não foi possível evacuar todas as pessoas da edificação, restando 26 pessoas a serem evacuadas.

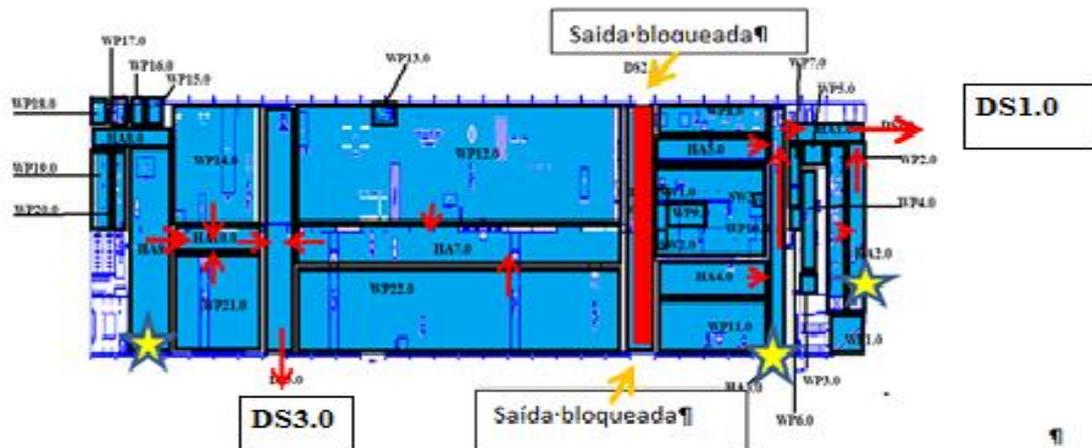


Figura 7.5 Direção de deslocamento para as saídas DS1.0 e DS2.0 com ocorrência de evento. Fonte: confecção própria.

### 7.4 QUARTA SIMULAÇÃO

Devido aos resultados obtidos na terceira simulação, o tempo de evacuação do sistema foi aumentado para 5 minutos (300 segundos) e foram mantidas as mesmas condições anteriores. O tempo de evacuação obtido foi de 255 segundos (4,25 minutos). Nesta simulação deve-se atentar para a magnitude dos gargalos, de acesso ao HA11.0 (Hall) e ao HA1.0 (Hall), caminhos para as saídas DS3.0 e DS1.0, respectivamente. A ordem decrescente de quantitativo de pessoas em relação as saídas está relacionado abaixo:

- a) DS1- 393 pessoas;
- b) DS2- 176 pessoas.

## 7.5 QUINTA SIMULAÇÃO

A quinta simulação leva em consideração a ocorrência de acidente no HA6.0 (HALL assinalado em vermelho na figura 7.6) e bloqueio das saídas DS2.0 e DS4.0, também assinaladas na figura 7.6 abaixo. Nesta simulação foi considerado que as saídas de emergências estavam liberadas sendo obtido um tempo de evacuação de 2,42 minutos (145 segundos).

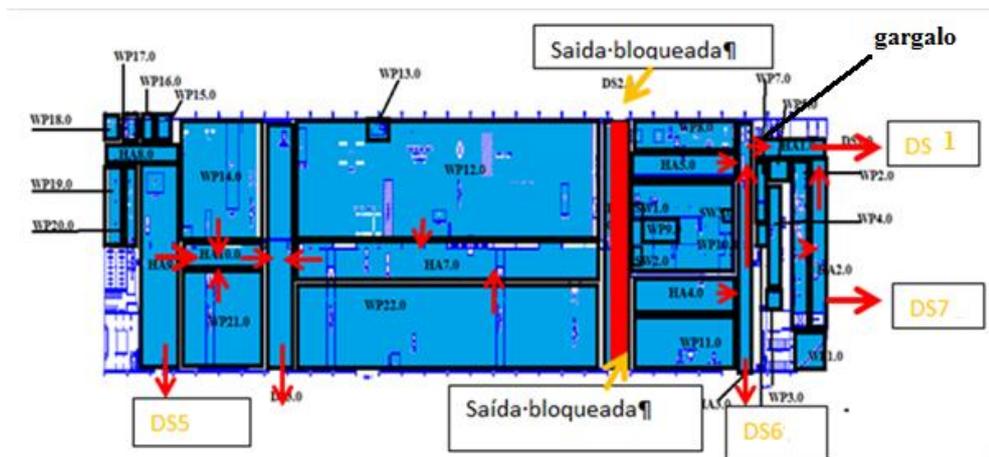


Figura 7.6 Direção de deslocamento para as saídas DS1.0, DS3.0 e saídas de emergências. Fonte: confecção própria.

A ordem decrescente de quantitativo de pessoas em relação as saídas está relacionado abaixo:

- a) DS1 -188;
- b) DS6 (saída de emergência) – 186;
- c) DS3- 142;
- d) DS5 (saída de emergência) – 34;
- e) DS7 (saída de emergência) – 30.

Nesta simulação percebe-se a importância da saída de emergência DS6, por onde foram retirados 32% do total de trabalhadores. A existência da saída de emergência DS6 e a saída usual DS1 possibilitou que 374 trabalhadores (64,48%) conseguissem abandonar o local com segurança. Portanto, a existência das rotas de fugas que dão acesso às saídas DS1 e DS6 são de vital importância e devem ser consideradas no plano de evacuação de emergência.

## 7.6 COMENTÁRIOS

De acordo com a pesquisa realizada por Blanchard e colaboradores (2007) acidentes envolvendo decomposição interna do cilindro de acetileno podendo resultar em explosão, ocorrem 18 horas após o início do incêndio, sendo o resfriamento do cilindro com utilização de jatos de água um meio efetivo para controle do cenário de acidente.

Como a localização do corpo de bombeiros está próximo à oficina de construção de estruturas navais, sendo o atendimento quase que imediato, os cenários prováveis caso ocorra retrocesso de chama seria a formação de jato de fogo e de bola de fogo. Neste contexto, além do socorro necessário às possíveis vítimas de exposição ao fogo (queimaduras), a evacuação de todo o efetivo se faz necessária em decorrência de liberação de fumaça tóxica. É pois, necessária uma quantidade mínima de saídas para uma evacuação de 4 minutos, tempo sugerido para uma evacuação de acordo com a NFPA 130 (2010), a saber; três saídas, como demonstrado na primeira e segunda simulação.

O fato de existir uma saída a mais não alterou o tempo de evacuação nas duas simulações citadas.

O fato das saídas de emergências estarem acessíveis faz com que o tempo de evacuação, em uma situação de cenário de acidente, caia de 260 segundos (4,3 minutos) para 145 segundos (2,42 minutos). Observa-se também que o gargalo no arco HA3.0 - HA1.0 (hall 3.0 para hall 1.0 assinalado na figura 7.6), que conduz a saída DS 1.0, diminui drasticamente devido a liberação da evacuação pela saída DS 6.0, isto é, o intervalo do tempo em que o arco é um gargalo cai de 43 períodos de tempo para 14 períodos de tempo. A saída DS 6.0 é importante para o alívio do gargalo devendo ficar permanentemente aberta.

## 8 DEFINIÇÃO DOS ITENS NECESSÁRIOS PARA IMPLANTAÇÃO DE UM PLANO DE EVACUAÇÃO DE EMERGÊNCIA NA OFICINA DE ESTRUTURAS NAVAIS

### 8.1 ESTRUTURAS DOS PLANOS DE ATENDIMENTO A EMERGÊNCIAS EXISTENTES NA ORGANIZAÇÃO

A organização possui os seguintes planos de emergências com orientações gerais e estão representados na Figura 8.1.

- Plano de Segurança Contra Incêndio onde são estabelecidas normas gerais e padronização das ações de forma a orientar o pessoal que guarnece o Grupo de Combate a Incêndio.
- Plano de Segurança Orgânica para situações de assalto e atentados.
- Plano de Emergência Individual para combate à poluição por óleo e substâncias nocivas ou perigosas.

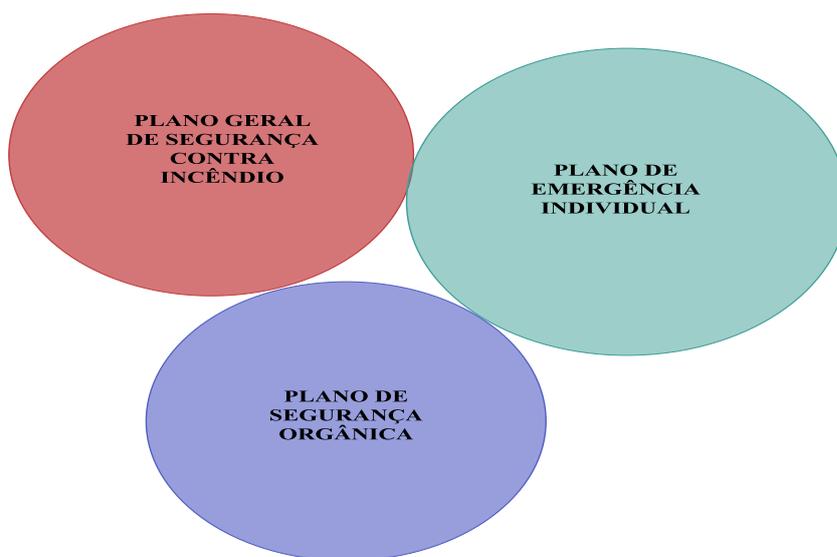


Figura 8.1 Planos de emergências existentes na Organização em estudo. Fonte: documentos internos da Organização.

A identificação do tipo de evento, Assalto/Atentado ou Incêndio/Desastre Industrial/Distúrbio Generalizado, é feita pelo número de toques e pelo tempo de permanência de cada toque. O acionamento do alarme é feito tão logo o responsável de plantão seja notificado da situação de emergência. O responsável pela segurança ao receber informação de uma das emergências abaixo, deve imediatamente, acionar o alarme (sirene) da seguinte forma:

- a) Assalto/Atentado – 5 vezes consecutivas, com toques curtos de aproximadamente três segundos cada.
- b) Incêndio/Desastre Industrial/Distúrbio Generalizado- 3 vezes consecutivas, com toques longos de aproximadamente 15 (quinze) segundos.

A Organização não possui um estudo de análise de risco de forma a se obter ações e recursos específicos para cenários de acidentes identificados, que possam vir a ocorrer no âmbito da área industrial.

A confecção de um sistema de gestão documentado para emergências, identificadas a partir de estudos preliminares de análise de risco e a criação de um Programa Atendimento a Emergência permitiria definir com maior clareza o propósito de cada plano de emergência, o acionamento e a inter-relação dos mesmos, assim como forneceria a possibilidade de inclusão de outros planos que por ventura viessem a ser adicionados. Um exemplo é dado na figura 8.2 mostrada abaixo.

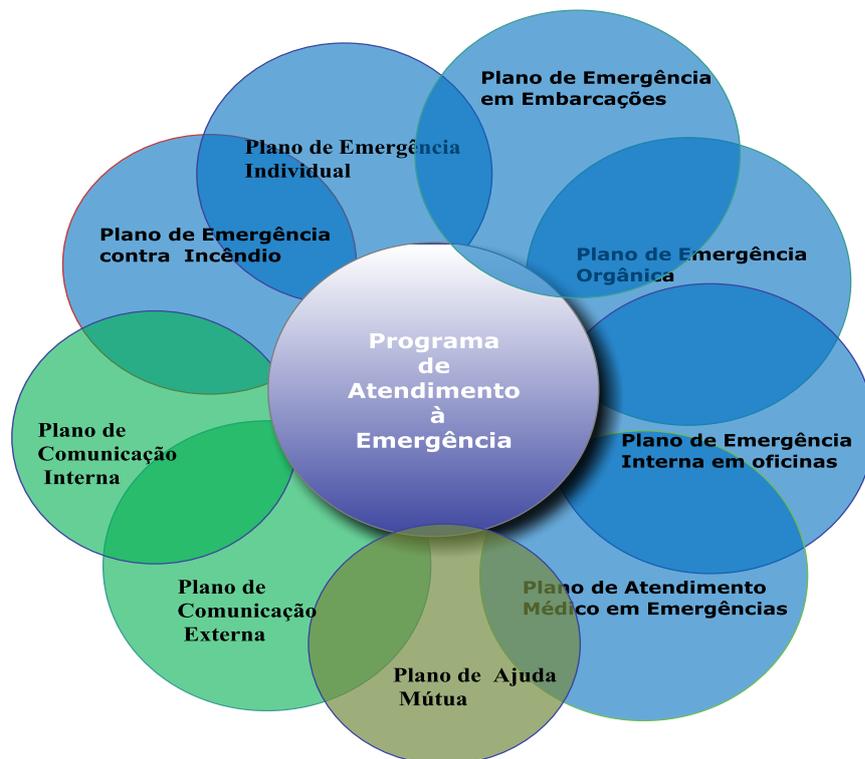


Figura 8.2 Programa de Atendimento a Emergências. Fonte: confecção própria.

A antecipação de possíveis cenários de acidentes possibilita a criação de uma “segurança prospectiva” (DUARTE, 2002); com este intuito será confeccionado um plano de emergência interno para a Divisão de Oficinas de Fabricação de Estruturas, baseada nas análises de riscos efetuadas e nos cenários de acidentes identificados de maneira a estabelecer medidas preventivas e medidas mitigadoras das consequências caso os mesmos venham a ocorrer.

O item 8.2, a seguir, descreve o plano geral de emergência existente na Organização ao qual se encontra subordinado o plano local de emergência da oficina em estudo.

## 8.2 PGE - PLANO GERAL DE EMERGÊNCIA CONTRA INCÊNDIO DA ORGANIZAÇÃO

### 8.2.1 Introdução

Estabelece os recursos e orientações necessárias para atuação em situações de emergência, definindo as atribuições e os procedimentos a serem adotados de modo que se possa reaver o controle da situação o mais rápido possível, além de minimizar suas consequências.

Este procedimento não se estende à comunicação, registro, investigação de acidentes, bem como não cobre procedimentos e dispositivos operacionais específicos à mitigação e à recuperação no controle de processos. Também não se aplica à especificação de recursos materiais de proteção contra emergência.

### 8.2.2 Objetivo

Definir as responsabilidades de cada elemento, tipos de alarmes, estrutura de comunicação interna e externa inclusive com órgãos externos de apoio, assegurar e integrar as ações dos demais colaboradores efetivos e contratados, visando à integridade das pessoas, do meio ambiente, do patrimônio e imagem da empresa, durante emergência industrial nas instalações do estaleiro.

### 8.2.3 Obrigações da organização

Manter um programa de treinamento que permita aos empregados envolvidos no combate e controle de emergências, a ter pleno conhecimento de suas atribuições, das instalações, e de seus acessos.

Manter uma sistemática de atualização e divulgação do Plano de Ação de Emergência (PAE), bem como realização de exercícios simulados periodicamente.

Atender aos requisitos básicos:

- da ABNT NBR 9077:2001 – Saídas de emergência em edifícios;
- da ABNT NBR 13434-1:2004 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico – Parte 1: Princípios de projeto;
- da ABNT NBR 13434-2:2004 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico – Parte 2: Símbolos e suas formas, dimensões e cores;
- da ABNT NBR 14023:1997 – Registro de atividades de bombeiros;
- da ABNT NBR 14276:1999 – Programa de brigada de incêndio;
- da ABNT NBR 14608:2000 – Bombeiro profissional civil;
- da ABNT NBR 14725- FISPQ;
- do Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico ( COSCIP) do estado do rio de janeiro - DECRETO No 897, DE 21 DE SETEMBRO DE 1976;
- das legislações municipais e do Corpo de Bombeiros;
- do Instituto de Resseguros do Brasil;
- da Norma Regulamentadora Nº 23 – Proteção Contra Incêndios;
- da OHSAS 18001 – item 4.4.7 Emergency Preparedness and Response;
- da Norma Regulamentadora NR 34 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção e reparação naval.

#### 8.2.4 Definições

- Emergência.

É qualquer situação de perda física de controle, caracterizada por ocasionar ou ter o potencial de ocasionar perdas e que provoquem interrupção imediata das rotinas normais de trabalho e adoção de medidas especiais. Para efeito deste procedimento serão consideradas emergências, apenas as situações de acidentes para as quais se torna necessário à implantação dos Planos de Ação em Emergência. As disfunções que sejam controláveis pelos dispositivos de proteção do sistema ou que somente demandem atendimento médico não serão consideradas.

- Plano de emergência.

É o conjunto de medidas a serem adotadas no caso de uma emergência. O Plano de Emergência é um documento ou conjunto de documentos que contém as diretrizes gerais adotadas pela Organização que possibilitam a minimização dos impactos decorrentes da materialização dos perigos identificados em uma instalação. Define as responsabilidades; lista de contatos; identifica os principais riscos; procedimentos para abandono de área; paradas de emergência; derrames/vazamentos de produtos; incêndio; explosões; comunicação interna e externa e treinamento.

- Procedimento de parada de emergência.

Prevê todas as atividades que o empregado deve realizar, ao ouvir o sistema de comunicação de emergência (alarme de emergência, alta voz e contatos telefônicos, entre outros), referentes ao uso de máquinas, equipamentos e produtos químicos por ele utilizados.

- Procedimento de abandono de área.

Prevê os passos para o abandono seguro da localidade pelos empregados, contratados e visitantes de modo que não ocorram atropelos e consequentes acidentes, o que pode agravar a situação de emergência.

A ordem de evacuação (abandono de área) será efetuada pela transmissão de instruções através de telefones internos e de viva voz entre os elementos com atribuições na evacuação do prédio. Ao confirmarem a necessidade de evacuação os funcionários de cada pavimento treinados para esse procedimento, conduzirão todos os presentes por uma via de acesso mais rápida e segura para fora do prédio em direção a locais previamente definidos zelando para que nenhum fique para trás ou se atrase.

Uma vez atingido o local de ponto de encontro o encarregado com a formação de socorrista enquadrará agora os evacuados, impedindo o seu regresso ao prédio e zelando para que não criem obstáculo ao combate ao sinistro.

Deverão ser efetuados treinamentos periódicos de evacuação para testar a eficácia do plano de evacuação nos termos que venham a ser definido pela direção.

- Riscos relativos à segurança, saúde e ao meio ambiente:

Probabilidade de ocorrerem danos à saúde e integridade física dos trabalhadores, ao meio ambiente, patrimônio, multas, interdição e/ou suspensão de atividades, que possam ser causados por atividades, produtos ou serviços.

- Acidente.

Evento específico não planejado e indesejável, ou uma sequência de eventos que geram consequências indesejáveis.

- Acidente ambiental.

Evento ou sequência de eventos de ocorrência anormal, que resulta em consequências indesejadas e/ou algum tipo de perda, dano ou prejuízo pessoal, ambiental ou patrimonial.

- Combate a incêndio.

Conjunto de ações táticas destinadas a extinguir ou isolar o incêndio com uso de equipamentos manuais ou automáticos

- Distância a percorrer:

Distância a ser percorrida de um ponto de uma edificação para uma rota de fuga protegida, rota de fuga externa ou saída final.

- Extintor de incêndio:

Aparelho de acionamento manual, portátil ou sobrerrodas, destinado a combater princípios de incêndio.

- Saída de emergência.

Rota de fuga, rota de saída ou saída - caminho contínuo, devidamente protegido e sinalizado, proporcionado por portas, corredores, “halls”, passagens externas, balcões, vestíbulos, escadas, rampas, conexões entre túneis paralelos ou outros dispositivos de saída, ou combinações desses, a ser percorrido pelo usuário em caso de emergência, de qualquer ponto da edificação, recinto de evento ou túnel, até atingir a via pública ou espaço aberto (área de refúgio), com garantia de integridade física.

- População fixa.

Número de pessoas que permanece regularmente na edificação, considerando-se os turnos de trabalho e a natureza da ocupação, bem como os terceiros nessas condições.

- Ponto de Encontro.

Locais de controle, são pontos definidos para onde as pessoas que se encontram na Edificação, deverão dirigir-se após a ordem de evacuação de emergência e onde haverá um inventário físico de pessoal (chamada nominal).

Cada planta deverá listar onde são os seus pontos de encontro.

## **8.2.5 Estruturas gerais para atendimento a emergências**

### 8.2.5.1 nível extratático

- diretor;
- vice diretor industrial.

### 8.2.5.2 tático operacional:

- assessoria de comunicação;
- assessoria jurídica;
- gerente industrial (Coordenador Geral);
- engenheiro responsável por cada Divisão de Oficinas;
- síndicos das edificações;
- corpo de bombeiros;
- brigadas de incêndios;
- serviço médico;
- serviço de segurança do trabalho;
- central de comunicação;
- segurança patrimonial;
- setor elétrico;
- Combate a avarias

## 8.2.6 Organograma geral para atendimento a emergências

A figura 8.3 abaixo mostra o organograma para atendimento a emergências.

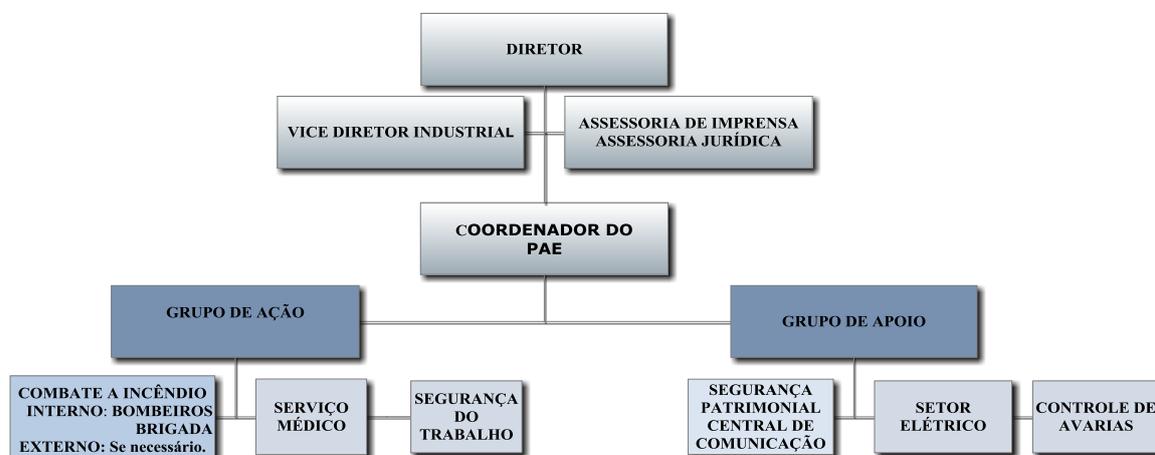


Figura 8.3 Organograma Geral de Atendimento a Emergência. Fonte: confecção própria baseada em documentos da organização.

## 8.2.7 Atribuições dos participantes do plano

### 8.2.7.1 direção geral

- solicitar apoio aos demais Órgãos Regionais, quando necessário;
- atender às autoridades e à imprensa sobre a emergência ocorrida;
- manter contato permanente com o Vice Diretor Industrial, até o fim da mesma, para auxiliá-lo nas providências que se façam necessárias.

### 8.2.7.2 vice diretor industrial

- manter contato permanente com o Coordenador da Emergência, até o fim da mesma, para auxiliá-lo nas providências que se façam necessárias;
- recomendar medidas adicionais ao Coordenador da Emergência;
- autorizar e/ou delegar poderes ao Coordenador da Emergência para a contratação de empresas especializadas para o atendimento e controle da mesma;
- convocar os Grupos de Ação de Emergência para realizar a investigação, análise e elaboração do relatório da emergência ocorrida, para posterior divulgação;
- informar ao Grupo de Assessoria, mantendo-os, posteriormente, informados da extensão da emergência, das providências tomadas e do seu encerramento.

### 8.2.7.3 grupo de assessoria

É composto pela Assessoria Jurídica e Assessoria de Comunicação Social.

- Assessorar a Direção Geral e ao Vice Diretor industrial, quando solicitado, na avaliação da emergência e recomendar medidas adicionais referentes às suas áreas de atuação.

### 8.2.7.4 coordenador geral da emergência

A responsabilidade sobre notificação controle e coordenação de emergências é tipicamente atribuída a um coordenador para incidentes ou coordenador para emergências, e deverá ser designada para um indivíduo apenas, evitando assim o risco de decisões conflitantes tomadas por diferentes indivíduos.

Deve apoiar os coordenadores de unidades, locais/campo nas ações para atendimento a acidentes ou situações de emergências. Deve monitorar e atualizar padrões e procedimentos do PAE e locais de Emergências, e as relações de recursos humanos e materiais, a fim de mantê-los atualizados. Programar, realizar e avaliar os simulados. Gerenciar e manter a Central de Comunicação de Emergências.

O coordenador deverá ser responsável pela execução dos itens, ou deverá delegar responsabilidades a outros indivíduos ou equipes. Um coordenador substituto de planejamento para emergências deverá ser designado para auxiliar o coordenador e agir em sua ausência.

É exercida pelo Gerente Industrial.

- Deve coordenar e supervisionar todas as ações até o completo controle da situação mantendo contato permanente com os grupos de ação e a direção;
- Deve coordenar o controle da emergência e garantir a atuação integrada e organizada das diferentes equipes envolvidas;
- Deve deslocar-se até o local da emergência a fim de avaliar a extensão da mesma, e definir as providências a serem tomadas para o controle do sinistro;
- Deve manter o Diretor Industrial informado do andamento da emergência até o término da mesma e a condição de pronto a operar;

- Deve solicitar ao Vice Diretor Industrial os recursos adicionais, se necessários, ao controle da emergência;
- Deve comunicar ao Vice-Diretor Industrial a necessidade de contatar entidades externas se necessário a fim de solicitar recursos para atendimento à emergência sob orientação do Grupo de Apoio;
- Deve definir a estratégia de combate à emergência, utilizando adequadamente os recursos humanos e materiais para o controle da mesma;
- Deve determinar o corte de energia na área de ocorrência;
- Deve participar da investigação e análise do acidente.

#### 8.2.7.5 grupos de ação

##### 8.2.7.5.1 grupo de reparo principal (corpo de bombeiros)

Atuar nas situações de emergência, inclusive derramamentos de óleo em corpos d'água, acidentes no transporte de cargas perigosas e outras. Prestar primeiros socorros e realizar resgate.

- Após o aviso da ocorrência de uma situação de emergência, deve-se deslocar o caminhão de combate a incêndio para o local do sinistro;
- quando a comunicação de situação de emergência for feita diretamente ao grupo de reparo principal (corpo de bombeiro), o responsável pelo setor deve participar o ocorrido ao Coordenador do PAE a quem cabe adotar os procedimentos de sua competência já enumerados no item correspondente;
- utilizar como complemento em situação de emergência o Grupo de Reparo Auxiliar, que é formado pelo pessoal de serviço;
- manter o coordenador do Plano de Ação e Emergência (PAE) informado de todos os acontecimentos na cena de ação;
- preencher, após o término da operação, o relatório de Incêndio a ser entregue ao coordenador do PAE fornecendo as seguintes informações:
  1. natureza/ tipo de incêndio, local e data;
  2. horário em que o Diretor, Vice Diretor Industrial e Coordenador do PAE tomaram conhecimento do fato;
  3. como foi descoberto o incidente;
  4. horário em que foi acionado o alarme;
  5. nome dos funcionários que detectaram o incidente;

6. que recursos foram utilizados para combater o incêndio;
7. horário em que o fogo foi extinto;
8. informar se houve feridos ou mortos;
9. citar as causas prováveis da ocorrência do sinistro;
10. recomendações para evitar a reincidência.

#### 8.2.7.5.2 brigada de incêndio do edifício / área sinistrada

De acordo com a NBR-14276 (1999) da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

“A brigada de incêndio é um grupo organizado de pessoas voluntárias ou não, treinadas e capacitadas aptos para atuar com rapidez e eficiência na prevenção, no combate a um princípio de incêndio, na prestação de primeiros socorros, abandono organizado, dentro de uma área preestabelecida.”

A brigada tem como finalidade ajudar no controle de uma emergência, tomando ciência do tipo e do local da ocorrência do sinistro, utilizando recursos humanos e materiais existentes para reverter a situação de risco até a chegada do corpo de bombeiros industrial.

A NBR 14276 (1999) no item 4.2.1, estabelece um percentual de cálculo para a composição da brigada de incêndio, tendo em conta a população fixa, a classe e a subclasse de ocupação da planta. A composição da brigada de incêndio deve considerar a participação de pessoas de todos os setores.

Os candidatos a brigadistas devem atender aos seguintes critérios básicos:

- permanecer na edificação;
- possuir experiência anterior como brigadista;
- possuir robustez física e boa saúde;
- possuir bom conhecimento das instalações;
- ter responsabilidade legal;
- ser alfabetizado.

Caso nenhum candidato atenda aos critérios básicos relacionados, devem ser selecionados aqueles que atendam ao maior número de requisitos.

### 1. Chefe de brigada.

É o responsável por uma edificação com mais de um pavimento/compartimento. É escolhido entre os brigadistas aprovados no processo seletivo. É o líder operacional que comanda todas as ações de campo, enquanto permanecer a situação de emergência. Responsável por comandar um grupo de operadores membros da brigada de emergência. Em caso de sua eventual ausência este deve ser substituído por Técnico Segurança.

- Deve avisar imediatamente o grupo de reparo principal;
- Deve avisar imediatamente a segurança patrimonial;
- Deve acionar a Brigada de Incêndio de forma a orientar os funcionários sobre as rotas de fuga existentes; proceder ao abandono da área parcial ou total, quando necessário, removendo as pessoas para local seguro, a uma distância mínima de 100 m do local de abandono;
- Deve dirigir-se, imediatamente após tomar ciência da ocorrência do sinistro, para o local e iniciar o combate ao incêndio ou correção da avaria, com os recursos disponíveis, aguardando a chegada do grupo de reparo principal, que assumirá as ações de controle;
- Deve acompanhar o preenchimento do formulário de registro de trabalho dos bombeiros;
- Deve encaminhar o formulário ao Corpo de Bombeiros para atualização de dados estatísticos;
- Caso haja feridos deve auxiliar nos primeiros socorros afastando-a da zona quente do sinistro
- Deve participar da investigação e análise do acidente
- Deve desligar a chave geral do setor.

### 2. Líder de brigada.

É o responsável pela coordenação e execução das ações de emergência em sua área de atuação (pavimento/compartimento). É escolhido entre os brigadistas aprovados no processo seletivo.

### 3. Líder de equipe.

É um ou mais brigadistas nomeado pelo Líder de Brigada que atua como líder de uma linha de combate. Possui rádio e comunica-se com o Líder de Brigada recebendo orientações para o combate à emergência. Transmite a ordem para abandono da edificação.

### 4. Brigadistas.

É a equipe de funcionários treinados para atuarem em situações de emergência combatendo os eventos e promovendo a retirada de pessoas, que se encontrem no interior da área afetada. Caso seja confirmada a necessidade de evacuação da edificação orientações devem ser fornecidas pelos brigadistas que proferirão palavras de ordem.

“Não utilizem os elevadores”

“Não corram, andem”

“Mantenham a calma, não gritem”.

Durante o procedimento de abandono os seguintes procedimentos deverão ser seguidos:

- Alguns membros da brigada circularão no contra fluxo, acalmando as pessoas que efetuem o abandono;
- Farão a verificação da existência de retardatários nos setores; sanitários, corredores etc...
- Darão assistência às pessoas especiais (Idosos, deficientes);

#### 4.1 Cabeça de fila.

Atribuições:

- Aguarda orientações do líder de equipe;
- Orienta a formação das filas;
- Aguardar à frente da fila, para o início do abandono;

- Os cabeças de fila iniciarão a descida com a escada livre ou após a passagem do serra-fila;
- O cabeça de fila se mantém sempre à frente da fila, não interrompendo o ritmo até que alcancem a área externa da Edificação.

#### 4.2 Fecha fila.

Atribuições:

- Apressa os retardatários;
- Abre portas de saída e as mantém abertas;
- Fecha as portas não necessárias, de modo a, em caso de incêndio, retardar o fogo;
- Fecha janelas de comunicação com outros setores;
- Vistoria rapidamente o setor e verifica se há retardatários;
- Verifica situações de emergências, e destaca outros profissionais para ajudar.

#### 8.2.7.5.3 síndico do edifício

Pessoa responsável pelo controle de manutenção de uma Divisão de Oficina ou Prédio.

- Estabelece medidas de controle de circulação nas instalações ou edifícios, a fim de permitir a fuga em emergência, comunicando ao Coordenador do PAE qualquer anormalidade observada.

#### 8.2.7.5.4 equipe de primeiros socorros

Composta por Médico de serviço/ Enfermeira/ Motorista da Ambulância e tem como atividades em caso de acionamento do Plano de emergência providenciar pronto atendimento aos acidentados durante a Emergência, com ações nas seguintes áreas:

- guarnecer a ambulância, abastecida com medicamentos, e dirigir-se ao local do sinistro;
- atender aos Acidentados;
- providenciar a remoção e transporte de acidentados para hospitais.

#### 8.2.7.5.5 grupo de segurança do trabalho

É composto pelo Engenheiro de Segurança e a equipe de Técnicos de Segurança do Trabalho. O Técnico de segurança responsável pela área de ocorrência do sinistro deve avaliar os riscos existentes no local da emergência e atuar de forma integrada com as demais equipes visando reduzir riscos deve:

- auxiliar na delimitação, isolamento e sinalização da área;
- auxiliar no resgate das vítimas e feridos e prestar os primeiros socorros;
- auxiliar na evacuação de pessoal;
- auxiliar os demais Grupos de Ação.
- monitorar a área durante toda a emergência.
- assume a coordenação local das ações até a chegada do Coordenador da Emergência.
- participar da investigação e análise do acidente.
- realizar o registro da emergência e auxiliar o Coordenador Local / de Campo, após o controle da situação, na avaliação das causas da ocorrência, indicando medidas corretivas e preventivas.

#### 8.2.7.6 grupos de Apoio

##### 8.2.7.6.1 supervisor eletricitista de serviço na subestação

- Deve contatar imediatamente o coordenador do PAE após tomar ciência da ocorrência de um sinistro, a fim de saber o local de forma a poder avaliar a necessidade de corte na alimentação dos circuitos elétricos.

##### 8.2.7.6.2 central de comunicação

Receber as ligações do telefone de emergência dentro e fora do horário administrativo, cabendo registrá-la.

- Após receber o comunicado sobre princípio de incêndio ou avaria, determinar que a sirene seja acionada por três vezes consecutivas, com toques longos de, aproximadamente, quinze segundos;

- Uma vez confirmada a emergência acionar os grupos de Ação e de Apoio a Emergência:
  - a) Combate a Incêndio;
  - b) Serviço Médico;
  - c) Segurança do Trabalho;
  - d) Segurança Patrimonial;
  - e) Controle de Avarias;
  - f) Setor Elétrico.
  
- Participar o ocorrido, por NEXTEL ou telefone ao:
  - a) Ao coordenador de emergência.
  - b) Vice- Diretor Industrial
  - c) Ao Diretor.

#### 8.2.7.6.3 brigadas de segurança patrimonial

Devem dirigir-se para a entrada principal do prédio e sob a orientação do Gerente de Proteção Patrimonial de forma a executar as seguintes ações:

- Auxiliar no abandono e isolamento do local de ocorrência da emergência.
- Controlar o acesso e a movimentação no local.
- Proibir a entrada de pessoas não autorizadas
- Desviar o trânsito e isolar as vias de acesso a edificação.
- Sinalizar as rotas de fugas alternativas.

#### 8.2.7.6.4 grupos de reparos de avarias (CAV)

- Devem avaliar os danos identificados e estabelecer estratégia para executar o reparo.
- Devem executar o reparo da avaria identificada quando possível.
- Devem avaliar os riscos para o reinício da operação.

### 8.2.8 Funcionários e contratados

Ao descobrir um princípio de incêndio ou avaria, identificar o tipo e o local do sinistro e avisar imediatamente ao:

- Grupo de Reparo Principal
- Brigada de Incêndio do Edifício
- Segurança Patrimonial.
- Retornar ao local do sinistro e aguardar socorro a fim de indicar o local exato do evento e se não estiver diretamente envolvido na faina de CAV (Combate de Avarias), aguardar orientações da brigada de incêndio;
- Participar da investigação e análise do acidente;
- Funcionários uma vez ciente da emergência deverão desligar máquinas e equipamentos elétricos, fechar as portas do setor e colaborar no abandono para que seja feito de forma ordenada.

### 8.2.9 Instalações e recursos humanos

As Instalações, recursos materiais e humanos para atendimento a emergências, estão descritos no Anexo 1 Relação dos Recursos Internos, Externos e Contatos Atendimento Emergência .

## 8.3 PLANO DE ABANDONO DE EMERGÊNCIA DA DIVISÃO DE OFICINAS DE CONSTRUÇÃO DE UNIDADE DE ESTRUTURAS NAVAIS

### 8.3.1 Objetivo

O objetivo deste plano é produzir um sistema de segurança em resposta aos cenários de acidentes identificados através da técnica de análise preliminar de risco (APR) de modo a salvaguardar os funcionários, as instalações e a comunidade vizinha em conformidade com requisitos legais.

### 8.3.2 Campo de aplicação

Este programa se aplica a Divisão de oficinas de construção de unidades de estruturas navais do complexo industrial estudado.

### 8.3.3 Executantes

- Gerentes de Produção da Oficina,
- Síndico do Edifício,
- Brigadistas do Prédio,
- Gerentes de contrato de prestadores de serviço,
- Responsáveis pela manutenção

### 8.3.4 Referências

As mesmas citadas no Plano Geral de Emergência da Organização.

### 8.3.5 Definições

Toda e qualquer definições de emergência e membros ou equipes estão indicados no do Plano Geral de Emergência.

### 8.3.6 Cenários de acidentes identificados

- Incêndio: bola de fogo, jato de fogo;
- Explosão em nuvem não confinada;
- Vazamento de produtos inflamáveis.

### 8.3.7 Organograma da brigada de incêndio da oficina de construção de estruturas navais

O organograma das Brigadas de incêndio é mostrado abaixo na figura 8.4 de acordo com cálculo efetuado logo a seguir.

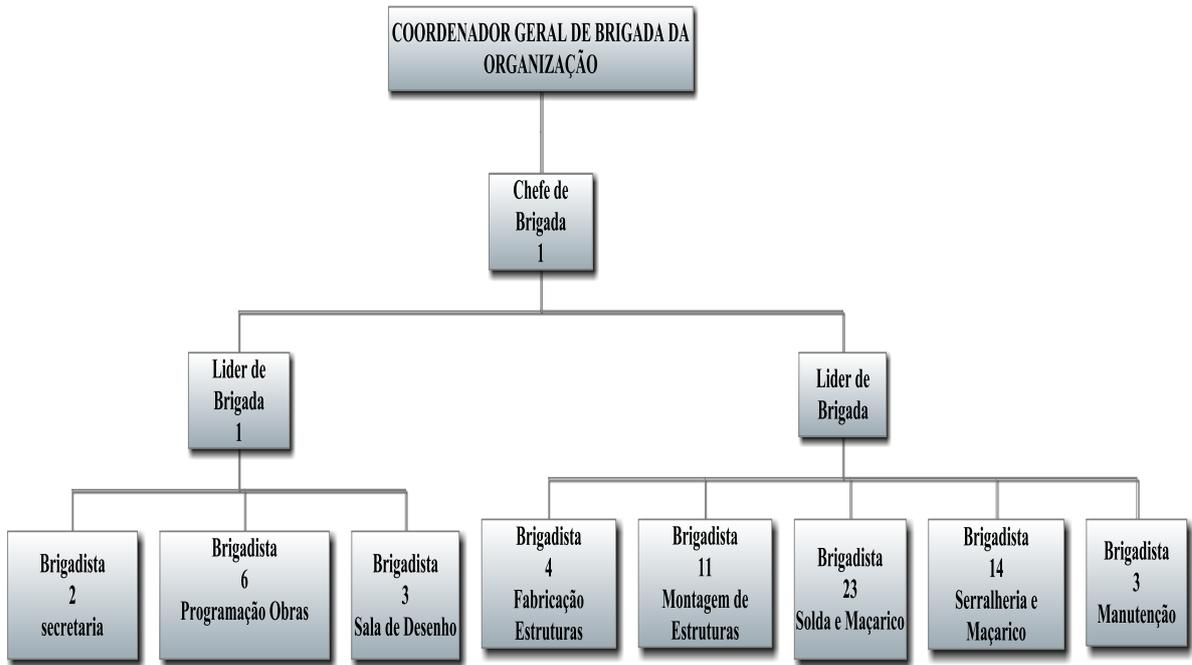


Figura 8.4 Organograma da Oficina de Construção de Estruturas Navais. Fonte: confecção própria.

#### 8.3.7.1 Cálculo dos brigadistas

A composição da brigada de incêndio leva em consideração a população fixa do estabelecimento e levando-se em conta a classe e a subclasse de ocupação da planta (NBR 14276, 1999) como mostrada no quadro 8.1 abaixo.

Metodologia utilizada para cálculo do número de brigadistas.

1º condição determinação da população fixa da edificação: 550 pessoas;

2º condição: a população fixa é menor que 10? Não;

3º condição: a população fixa é maior que 10? Sim, é o caso.

A fórmula utilizada leva em consideração:

$$\text{N}^\circ \text{ de brigadistas por pavimento ou compartimento} = [10 \times \% \text{ C1}] + [(\text{PF}-10) \times \% \text{ C2}]$$

Onde: C1= população fixa por pavimento até 10 pessoas e C2= população fixa por pavimento acima de 10 pessoas. PF = população fixa. O % é obtido de acordo com o quadro 8.1.

Ocupação			População fixa por Pavimento	
Classe	Subclasse	Descrição	C1	C2
			Até 10	Acima de 10
Industriais	VIII-1	Atividades que manipulam materiais ou produtos classificados como de baixo risco de incêndio. Exemplo: cimento, líquidos não inflamáveis.	40%	5%
	VIII-2	Atividades que durante o processo industrial, apresentam médio potencial de risco de incêndio. Exemplo: indústrias metalúrgicas, mecânicas.	50%	7%
	VIII-3	Atividades que durante o processo industrial apresentam grande potencial de risco de incêndio. Exemplo: marcenarias, colchões, gráficas, papéis, refinarias, produção de líquidos ou gases inflamáveis, mobiliário em geral, tintas, plásticos, têxteis e usinas.	60%	10%

Quadro 8.1 Percentual da população fixa do estabelecimento levando-se em conta a classe e a subclasse de ocupação da planta. Fonte: (NBR 14276, 1999).

No presente caso a classificação do estabelecimento corresponde à classe industrial subclasse VIII-3.

Cálculo para o 2º pavimento:  $10 \times 0,6 + (58-10) \times 0,10 = 10,8 = 11$  brigadistas.

Cálculo para o térreo:  $10 \times 0,6 + (500-10) \times 0,10 = 6 + 49 = 55$  brigadistas.

Setores- 2º pavimento		Nº de brigadistas
secretaria		2
Programação de obras		6
Sala de desenho		3
Setores – Térreo		Nº de brigadistas
Fabricação de estruturas		4
Montagem de estruturas		11
Solda e Maçarico		23
Serralheria e Funilaria		14
Manutenção		3
<b>TOTAL</b>		<b>66</b>

Quadro 8.2 Distribuição do nº de brigadistas por setor. Fonte: confecção própria.

O corpo de bombeiros do estado de São Paulo através de sua Instrução Técnica 17 (2011) cita algumas recomendações gerais para procedimentos em caso de simulado ou incêndio. Dentre estas recomendações constam:

- a) manter a calma;
- b) caminhar em ordem sem atropelos;
- c) não correr e não empurrar;
- d) não gritar e não fazer algazarras;
- e) não ficar na frente de pessoas em pânico, se não puder acalmá-las, evite-as. Se possível, avisar a um brigadista;
- f) todos os empregados, independente do cargo que ocupar na empresa, devem seguir rigorosamente as instruções do brigadista;
- g) nunca voltar para apanhar objetos; ao sair de um lugar, fechar as portas e janelas sem trancá-las;
- h) não se afastar dos outros e não parar nos andares;
- i) levar consigo os visitantes que estiverem em seu local de trabalho;
- j) sapatos de salto alto devem ser retirados;
- k) não acender ou apagar luzes, principalmente se sentir cheiro de gás;
- l) deixar a rua e as entradas livres para a ação dos bombeiros e do pessoal de socorro médico;
- m) dirigir-se para um local seguro, pré-determinado pela brigada, e aguardar novas instruções.

Em locais com mais de um pavimento:

- a) nunca utilizar o elevador;
- b) não subir, procurar sempre descer;
- c) utilizar as escadas de emergência, descer sempre utilizando o lado direito da escada;

Em situações extremas:

- a) nunca retirar as roupas, procurar molhá-las a fim de proteger a pele da temperatura elevada (exceto em simulados);
- b) se houver necessidade de atravessar uma barreira de fogo, molhar todo o corpo, roupas, sapatos e cabelo. Proteger a respiração com um lenço molhado junto à boca e o nariz, manter-se sempre o mais próximo do chão, já que é o local com menor concentração de fumaça;
- c) sempre que precisar abrir uma porta, verificar se ela não está quente, e mesmo assim só abrir vagarosamente;
- d) se ficar preso em algum ambiente, procurar inundar o local com água, sempre se mantendo molhado;
- e) não saltar, mesmo que esteja com queimaduras ou intoxicações.

O Quadro 8.3 mostra a resposta de ação a vazamento de acetileno seguido incêndio ou explosão na oficina de fabricação de estruturas navais.

Nº	RESPOSTA AO SINISTRO COM GÁS OXIACETILÉNICO					
	O QUE FAZER ?	QUEM FAZ ?	QUANDO FAZ ?	ONDE FAZ ?	PORQUE FAZ ?	COMO FAZ ?
01	CONSTATAR E NOTIFICAR O TIPO E O LOCAL DA IRREGULARIDADE A: -CENTRAL DE COMUNICAÇÃO -AO BRIGADISTA DO SETOR	QUALQUER PESSOA	APÓS DETECÇÃO DO FATO	NO LOCAL MAIS PRÓXIMO DA OCORRÊNCIA	PARA SOAR O ALERTA	VIA TELEPHONE OU OUTRO MEIO DE COMUNICAÇÃO
02	RECEBER, REGISTRAR ACIONAR A SIRENE DO ALARME POR TRÊS VEZES CONSECUTIVAS COM TOQUES LONGOS DE APROXIMADAMENTE 15 SEGUNDOS	CENTRAL DE COMUNICAÇÃO	APÓS RECEBIMENTO DA NOTIFICAÇÃO DA IRREGULARIDADE	NA CENTRAL DE COMUNICAÇÃO	PARA SOAR O ALERTA	VIA ALARME SONORO
03	NOTIFICAR A IRREGULARIDADE AO: CORPO DE BOMBEIROS INTERINO BRIGADA DE INCÊNDIO SEGURANÇA DO TRABALHO GRUPO DE AVARIAS SERVIÇO MÉDICO	CENTRAL DE COMUNICAÇÃO	APÓS RECEBIMENTO DA NOTIFICAÇÃO DA IRREGULARIDADE	NA CENTRAL DE COMUNICAÇÃO	PARA ACIONAR AS EQUIPES	VIA TELEFONE OU RÁDIO DE COMUNICAÇÃO INTERNA
04	NOTIFICAR A IRREGULARIDADE AO COORDENADOR DO PLANO DE EMERGÊNCIA	CENTRAL DE COMUNICAÇÃO	APÓS RECEBIMENTO DA NOTIFICAÇÃO DA IRREGULARIDADE	NA CENTRAL DE COMUNICAÇÃO	PARA DAR CIÊNCIA AOS FATOS	VIA TELEPHONE OU RÁDIO DE COMUNICAÇÃO INTERNA
05	NOTIFICAR A IRREGULARIDADE AO DIRETOR DA ORGANIZAÇÃO	CENTRAL DE COMUNICAÇÃO	APÓS RECEBIMENTO DA NOTIFICAÇÃO DA IRREGULARIDADE	NA CENTRAL DE COMUNICAÇÃO	PARA DAR CIÊNCIA AOS FATOS	VIA TELEFONE OU RÁDIO DE COMUNICAÇÃO INTERNA
06	DESLIGAR QUADRO ELÉTRICO DO SETOR MÁQUINAS E APARELHOS ELÉTRICOS QUANDO A OPERAÇÃO NÃO ENVOLVER RISCOS ADICIONAIS	BRIGADISTAS DO SETOR OPERADORES DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	APÓS O RECEBIMENTO DA NOTIFICAÇÃO DA IRREGULARIDADE	NO SETOR DA OCORRÊNCIA	PARA EVITAR RISCOS ADICIONAIS	ACIONANDO OS CONTROLES NECESSÁRIOS
07	COMUNICAR O SINISTRO AO CHEFE DA BRIGADA E AO SÍNDICO DO EDIFÍCIO	BRIGADISTAS DO SETOR	APÓS RECEBIMENTO DA NOTIFICAÇÃO	NO SETOR DA OCORRÊNCIA	PARA ACIONAR A BRIGADA E O SÍNDICO DO EDIFÍCIO	VIA COMUNICAÇÃO TELEFÔNICA OU PESSOALMENTE
08	AVALIAR A SITUAÇÃO IDENTIFICAR PRODUTO SEPARAR FISPQ	TÉCNICO DE SEGURANÇA DA ÁREA, CORPO DE BOMBEIROS	APÓS RECEBIMENTO DA NOTIFICAÇÃO	NO LOCAL DA OCORRÊNCIA	PARA TOMAR AS PROVIDÊNCIAS NECESSÁRIAS	AVALIAÇÃO NO LOCAL E ACESSO AO ARQUIVO DE DADOS
09	DESCONECTAR ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DO EDIFÍCIO	ELETRICISTA DA SEÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	APÓS RECEBIMENTO DA NOTIFICAÇÃO DA NECESSIDADE DE DESCONECTAR ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DO PRÉDIO.	SUB-ESTAÇÃO ELÉTRICA	PARA EVITAR RISCOS MAIORES	DESLIGA A CHAVE QUE ALIMENTA O PRÉDIO.
10	ATACAR PRINCÍPIO DE INCÊNDIO	BRIGADISTA DO SETOR	IMEDIATAMENTE APÓS INÍCIO DE INCÊNDIO	NO LOCAL DA OCORRÊNCIA	PARA CONTROLAR O INCÊNDIO E REFRIAR O CILINDRO	UTILIZAR CILINDRO DE ÁGUA
11	ISOLAR ÁREA DENTRO DA OFICINA COM RAIO MÍNIMO DE 22M	TÉCNICO DE SEGURANÇA CORPO DE BOMBEIRO BRIGADISTA	LOGO APÓS A CHEGADA AO LOCAL	NO LOCAL DA OCORRÊNCIA	PARA CONTROLAR ÁREA DE AÇÃO	UTILIZA FITA ZEBRADA E EVACUA PESSOAS DO SETOR
12	CASA HAJAM FERIDOS REMOVER PARA LOCAL DISTANTE DO CENTRO DE INCIDENTE E ESPERAR SOCORRO MÉDICO	SERVIÇO MÉDICO	LOGO APÓS CHEGADA AO LOCAL	NO LOCAL DA OCORRÊNCIA	PARA PRESTAR SOCORRO	COM UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS DISPONÍVEIS
13	ESTABELECE MEDIDAS DE CONTROLE DE CIRCULAÇÃO NO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO DE MODO A PERMITIR UMA EVACUAÇÃO CONTROLADA	SÍNDICO DO EDIFÍCIO BRIGADISTAS	APÓS RECEBER NOTIFICAÇÃO	NO EDIFÍCIO DE OCORRÊNCIA DO SINISTRO	PARA FACILITAR A EVACUAÇÃO E E AÇÃO DAS EQUIPES DE SOCORRO	ORIENTANDO AS PESSOAS
14	ORIENTAR A EVACUAÇÃO EM DIREÇÃO AOS PONTOS DE ENCONTRO PRÉ-ESTABELECIDOS	BRIGADISTAS	APÓS RECEBIMENTO DA ORDEM DE EVACUAÇÃO	NO EDIFÍCIO DA OCORRÊNCIA DO SINISTRO	PARA EFETUAR UMA EVACUAÇÃO ORDENADA	ORIENTANDO AS PESSOAS
15	ISOLAR A ÁREA PROVIDENCIAR A REMOÇÃO DOS CARROS NAS IMEDIAÇÕES DA EDIFICAÇÃO	SEGURANÇA PATRIMONIAL	APÓS RECEBIMENTO DA NOTIFICAÇÃO	NAS IMEDIAÇÕES DO SINISTRO	PARA FACILITAR AÇÃO DAS EQUIPES DE SOCORRO E EVITAR MAIORES DANOS MATERIAIS	IDENTIFICANDO OS VEÍCULOS E CONTACTANDO E ORIENTANDO OS PROPRIETÁRIOS
16	ISOLAR A ÁREA E PROVIDENCIAR A REMOÇÃO DAS EMBARCAÇÕES ATRACADAS DENTRO DO RAIO DE RISCO	SEGURANÇA PATRIMONIAL	APÓS RECEBIMENTO DA NOTIFICAÇÃO	NAS IMEDIAÇÕES DO SINISTRO	PARA EVITAR MAIORES DANOS	COMUNICANDO AOS COMANDANTES DAS EMBARCAÇÕES
17	DESLLOCAR O CAMINHÃO DE COMBATE A INCÊNDIO PARA O LOCAL DO SINISTRO	CORPO DE BOMBEIROS	APÓS RECEBIMENTO DA NOTIFICAÇÃO	NO LOCAL DA OCORRÊNCIA	PARA COMBATE AO INCÊNDIO	SE DIRIGE AO PRÉDIO SINISTRADO
18	MANTER OS CILINDROS ADJACENTES REFRIADOS ATRAVÉS DE FORNECIMENTO DE GRANDES QUANTIDADES DE ÁGUA ATÉ QUE O FOGO DESAPAREÇA E OS CILINDROS ESTEJAM RESFRIADOS	CORPO DE BOMBEIROS	LOGO APÓS CHEGADA AO LOCAL	NO LOCAL DO SINISTRO	PARA EVITAR EXPLOSÕES	ACIONANDO O MATERIAL DE COMBATE A INCÊNDIO
19	ENCERRAR AÇÃO DE EMERGÊNCIA	COORDENADOR DO PAE	AO TÉRMINO DA AÇÃO	NO LOCAL DO SINISTRO	PARA DAR FIM A AÇÃO	COMUNICAR AO DIRETOR DA ORGANIZAÇÃO
20	EMITIR RELATÓRIO	EQUIPE DO PAE	AO TÉRMINO DA AÇÃO		PARA DAR CONHECIMENTO DAS CAUSAS E TOMAR AÇÕES PREVENTIVAS	ATRAVÉS DE EMISSÃO DE RELATÓRIO

Quadro 8.3 Resposta de ação a vazamento de acetileno seguido de incêndio ou explosão. Fonte: confecção própria.

A figura 8.5 mostra as rotas de fuga em direção aos pontos de encontro 1 e 2 dentro do parque industrial.

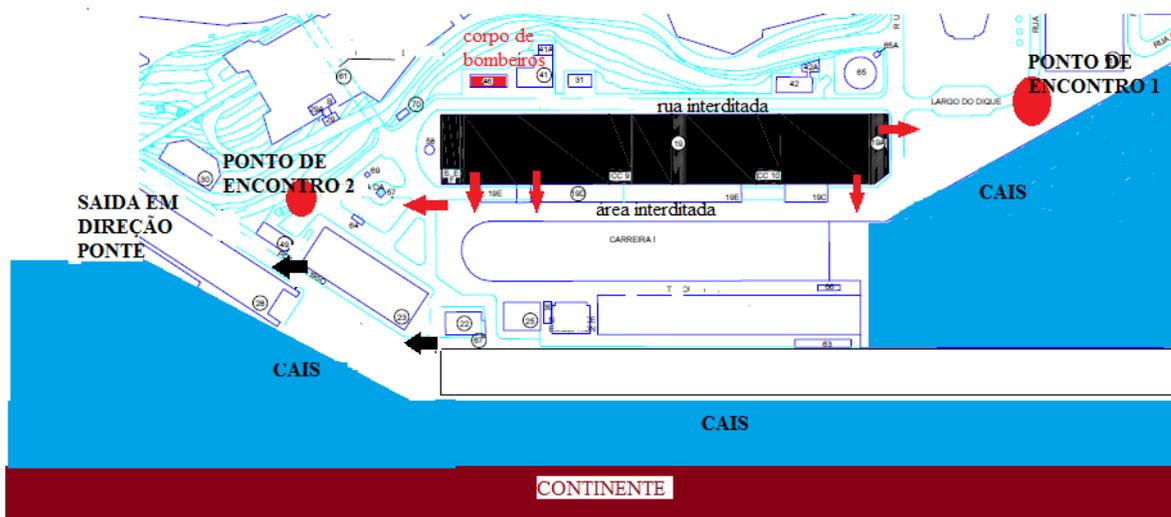


Figura 8.5 Rotas de fuga em direção aos pontos de encontro 1 e 2. Fonte: confecção própria.

A Figura 8.6 mostra as rotas de fuga do primeiro pavimento em direção ao térreo.

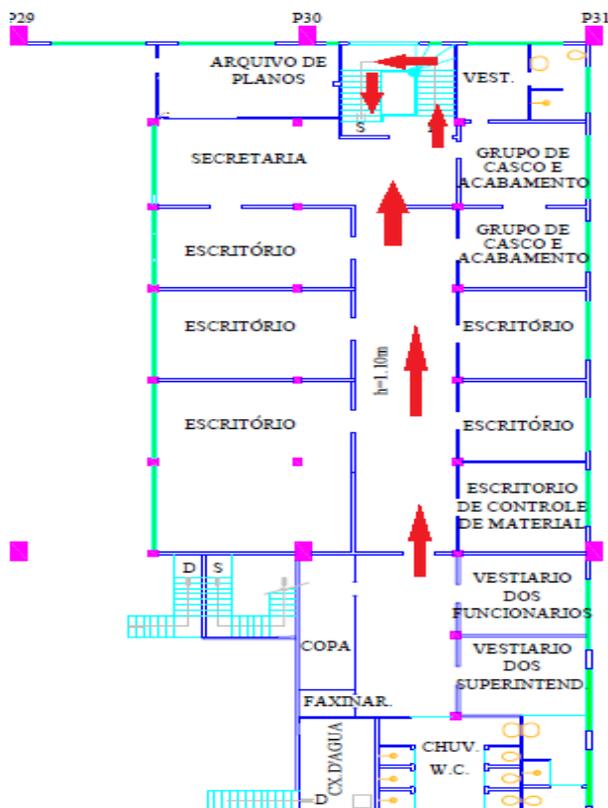


Figura 8.6 Rota de fuga do primeiro pavimento em direção ao térreo. Fonte: confecção própria.

A figura 8.7 mostrada a seguir representa as rotas de fuga em direção às saídas de forma a alcançar os pontos de encontro definidos. Representa também a área isolada em decorrência do sinistro.

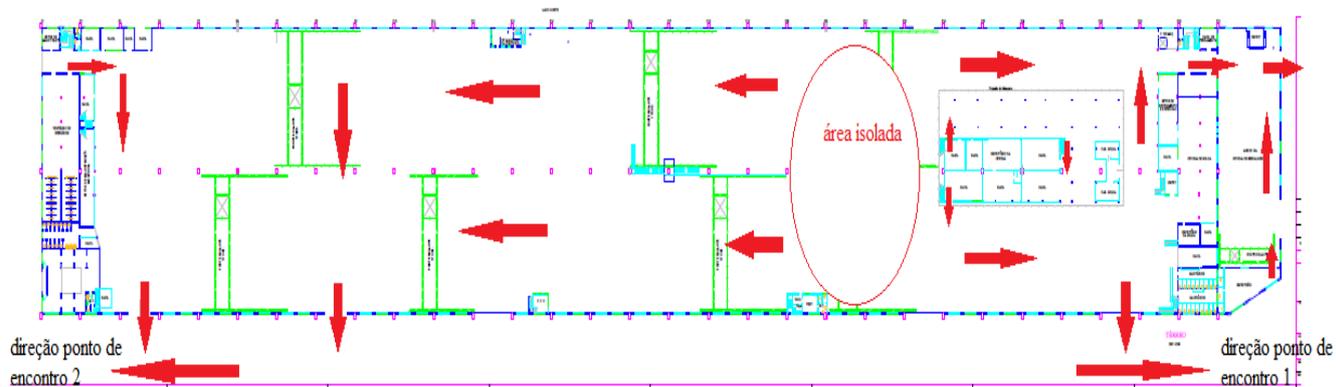


Figura 8.7 Rota de fuga do térreo em direção ao exterior. Fonte: confecção própria

## 9 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

### 9.1 CONCLUSÕES

A metodologia utilizada no estudo realizado na Oficina de Fabricação de Estruturas Navais permitiu a confecção do Plano de Evacuação de Emergência de maneira a possibilitar ações de controle e minimização de perdas na eventualidade de ocorrência de acidentes.

A partir da caracterização do empreendimento, dos processos envolvidos do reconhecimento dos setores de maior percentual de risco e dos agentes mais significantes, foi possível identificar os cenários mais prováveis de acidentes e suas possíveis consequências utilizando a técnica de análise preliminar de risco e obter, como resultado, as distâncias seguras que devem ser obedecida no processo de evacuação de emergência.

Ao se lançar mão do software EVACNET4 de forma a permitir a simulação do processo de evacuação de emergência, sem, no entanto, levar em consideração fatores de interferência tais como fatores humanos, foi possível identificar o número mínimo de saídas de emergência necessárias para a evacuação total da edificação assim como o tempo ótimo de uma evacuação ordenada o que permitiu a estruturação do plano de evacuação de emergência da oficina em estudo considerando os cenários e as falhas identificadas nas simulações. Este estudo preliminar serve de base para referências comparativas entre o tempo de evacuação obtido nos exercícios simulados a serem implantados pela organização e o tempo “ideal” obtido através da simulação do software EVACNET4, de forma a estabelecer um percentual entre uma situação real e uma situação simulada e abrir campo para investigações futuras, desta vez levando em consideração os fatores humanos que ocorrem em exercícios de simulação real.

Como resultado, esta avaliação conduziu ao aprofundamento do conhecimento da companhia acerca dos riscos do processo das atividades exercidas na oficina de fabricação de estruturas tornando-a mais apta a fazer a escolha pelos melhores mecanismos para evacuação de pessoal em caso de emergência de forma a agir prontamente caso ocorra a materialização dos cenários de acidentes possíveis. O estudo sugere que para o planejamento de uma evacuação de emergência faz-se necessário a antecipação e reconhecimento dos riscos encontrados na planta industrial.

## 9.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A seguir apresentamos algumas propostas para trabalhos futuros:

- estender o estudo realizado para os demais departamentos do setor naval analisado, de modo que ocorra uma integração entre os planos de retirada de emergência;
- utilizar ferramentas computacionais mais avançadas, que incorporem aspectos do comportamento humano em situação de emergência;
- incorporar nestas ferramentas computacionais diversos tipos de eventos, tais como: fogo com fumaça tóxica; incêndio com predominância de fumaça, etc.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Thaissa Santos de Sá. **Avaliação de Segurança de processo aplicada à indústria de gases**. 2011. XIX, 181 p. Dissertação ( pós graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

ARAÚJO, Giovanni Moraes. Normas Regulamentadoras Comentadas. Rio de Janeiro: **Gerenciamento Verde Editora e Livraria Virtual**, 2007.

AS/NZ 4360:2004 **Risk Management**, Sydney Standards Australia International Ltd, 2004.

BENTHORN, Lars; FRANTZICH, Hakan. Managing evacuating people from facilities during a fire emergency. (1999). 17. Number 9/10. 325 -330. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/02632779910278737>. Acesso em: 23/05/2012.

BLANCHARD,R; FLETCHER, J E; HILL, JAGGER, & D K. Safety of acetylene containing cylinders during and after involvement in a fire, London **Queen’s Printer and Controller of Her Majesty’s Stationery Office**, 2007. Disponível em: < [http://collections.europarchive.org/tna/20070129145643/communities.gov.uk/pub/963/12007/SafetyofAcetyleneContainingCylindersDuringandAfterInvolvementinafire\\_id1505963.pdf](http://collections.europarchive.org/tna/20070129145643/communities.gov.uk/pub/963/12007/SafetyofAcetyleneContainingCylindersDuringandAfterInvolvementinafire_id1505963.pdf)>. Acesso em: 21 abril 2013.

BRITISH COLUMBIA MINISTRY OF ENVIRONMENT. B.C. Guidelines for Industry Emergency Response Plans. Disponível em < <http://www.env.gov.bc.ca/eemp/resources/guidelines/bc.htm>>. Acesso em: fev. 2012.

CARDELLA, Benedito. **Segurança no Trabalho e Prevenção de Acidentes: Uma Abordagem Holística**. São Paulo, Editora Atlas, 2009.

CETESB, NORMA TÉCNICA P4.261 **Manual de orientação para a elaboração de estudos de análise de riscos**. São Paulo: CETESB 2003. Disponível em : < <http://cetesb.sp.gov.br> >. Acesso em: março 2012.

DE CICCIO, Francesco; FANTAZZINI, Mario Luiz. **Tecnologias Consagradas de Gestão de Riscos**. São Paulo, Risk Tecnologia Editora Ltda, 2003.

DERECZYNSK, OLIVEIRA, & MACHADO, 2009. Climatologia da precipitação no município do Rio de Janeiro **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, n.1, 24-38, 2009.

DIMATTIA, Dino G; KHAN, Faisal I.; AMYOTTE, Paul R. Determination of human error probabilities for offshore platform musters. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries** 18 (2005) 488–501. Disponível em: < [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)>. Acesso em julho 2011.

DIRETIVA 2003/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2003 amending Council Directive 96/82/EC on the control of major-accident hazards involving dangerous substance.

DUARTE, Moacyr. **Etapas para a Investigação e a Prevenção de Acidentes** Rio de Janeiro:Funenseg 2002. 340p.

FAVARIN, Julio Vicente Rinaldi et al, **Delineamento de políticas de estímulo à competitividade para a construção naval brasileira** 2009. Disponível em: <http://www.gestaonaval.org.br/arquivos/Documentos/COPINAVAL%20-%20Tiffany%20Hashiba.pdf> >. Acesso em: 21 abril 2013.

FEMA, **Emergency Management Guide for Business and Industry A Step-by-Step Approach to Emergency Planning**, Response and Recovery for Companies of All Sizes. FEMA 141/October 1993. Disponível em <[www.fema.gov/pdf/library/bizindst.pdf](http://www.fema.gov/pdf/library/bizindst.pdf)>. Acesso em: 21 abril 2013.

FILHO, E Torre & Silva, BATALHA, Gilmar Ferreira, **Conformação plástica de metais**. Ed. Dig.- São Paulo: EPUSP, 2011. Disponível em: <<http://www.fem.unicamp.br/~sergio1/CONFORMACAOPLASTICADOSMETAIS.pdf>>. Acesso em março 2012.

FUNDACENTRO. (1980). **Curso de Supervisores de Segurança do Trabalho; textos complementares**. São Paulo: Fundacentro.

GITAHY, Claudiana Guedes de; JESUS, Leda Maria Caira; **Transformações na Indústria de Construção Naval Brasileira e seus Impactos no Mercado de Trabalho (1997-2007)**. In: **1º CONGRESSO REGIONAL DE CABO VERDE, 15º CONGRESSO APDR**, Cabo Verde 6-11 julho 2009. Disponível em [www.apdr.pt/congresso/2009/pdf/Sessão%2039/79A.pdf](http://www.apdr.pt/congresso/2009/pdf/Sessão%2039/79A.pdf)>. Acesso em: 21 abril 2013.

JÚNIOR Edson Rocha, COSTA Maria Carolina Maggiotti , GODINI, Maria Doritéa **Acidentes ampliados e as normas internacionais: “Diretiva Seveso” e a convenção 174 da organização internacional do trabalho- OIT**. In: **II workshop Gestão integrada: Risco e Suficiência** –São Paulo, 19 a 20 maio de 2006. Centro universitário SENAC.

KENNEDY, Brian. **A Human Factors Analysis of Evacuation, Escape and Rescue from Offshore Installations**. **Health and Safe Executive** (1993) OTO 93004. Disponível em: <<http://www.hse.gov.uk/research/otohtm/1993/index.htm>>. Acesso em: maio 2012.

KIRWAN, B. (1998). **Human Error Identification Techniques for Risk Assessment of High Risk**. **Applied Ergonomics** , v.29, no.3, p. 157-177, jun. 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687098000106>>. Acesso em: maio 2010.

KOWALSKI, Kathleen M. Trakofler ; VAUGHT, Charles; SCHARF, T. **Judgment and decision making under stress: an overview for emergency managers**, (2003) **International Journal of Emergency Management**, Vol. 1, No. 3, pp.278.289.

KOWALSKI, K. M. **A human component to consider in your emergency management plans: the critical incident stress factor**. **SAFETY SCIENCE**, vol.20, no. 1, pp. 115-123. Julho/ 1995. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/09257535/20/1>>. Acesso em: junho 2012.

KULIGOWSKI, Erica D **The Evaluation of a Performance-Based Design Process for a Hotel Building: the comparison of two egress models** 2003. Dissertação (Master of Science) Universidade de Maryland, 2003. Disponível em : <[fire.nist.gov/bfrlpubs/fire04/PDF/f04105.pdf](http://fire.nist.gov/bfrlpubs/fire04/PDF/f04105.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2012.

MARRA, Elysio. Princípios para um Oxicorte Eficiente. **Siderurgia Brasil**, ed. 32, nov. 2006. Disponível em: <<http://www.siderurgiabrasil.com.br/novosb/component/content/article/186-materiassb/531-oxicorte-eficiente>>. Acesso em: 16 junho 2011.

MORGADO, Cláudia do Rosário Vaz; GUEIROS, João Marcus Sampaio; HADDAD, Carlos de Melo, Avaliação de riscos para priorização do plano de segurança. In: **CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO** - 22 e 23 de novembro de 2002.

MTE NR 15 - **Atividades e operações insalubres** 1978. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A36A27C140136A8089B344C39/NR-15%20\(atualizada%202011\)%20II.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A36A27C140136A8089B344C39/NR-15%20(atualizada%202011)%20II.pdf)> Acesso em: setembro 2011.

M.T.E, NR5. **Comissão interna de prevenção de acidentes** 1978. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm> > Acesso em: 21 abr. 2013.

MTE, NR34 - **Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção e reparação naval** 2011. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A36A27C14013750E887B25674/NR-34%20\(Atualizada%202012\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A36A27C14013750E887B25674/NR-34%20(Atualizada%202012).pdf) > Acesso em: 21 abr. 2013.

MTE, NR7 **Programa de controle médico de saúde ocupacional** 1978. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D308E21660130E0819FC102ED/nr\\_07.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D308E21660130E0819FC102ED/nr_07.pdf)>. Acesso em junho 2011.

MTE NR 9 - **Programa de Prevenção de Riscos Ambientais** 1978. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1CA0393B27/nr\\_09\\_at.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1CA0393B27/nr_09_at.pdf)>. Acesso em junho 2011.

NBR 14280:2001. Cadastro de Acidente de Trabalho Procedimento e Classificação. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro. Brasil. fev/2001.

NBR-14276 **Programa de Brigada de Incêndio**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1999 Rio de Janeiro ABNT

NFPA 130 **Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems 2010**. Disponível em <<http://www.nfpa.org/assets/files/AboutTheCodes/130/FI130-2010.pdf>>. Acesso em julho 2013.

N.K Fong, Ma C.Y. Research on evacuation design: railway station as an example **International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes**, Volume 6, Number 4, p.188-196, 2004.

NUREG -0711, Rev. 2. U.S.NRC. Human Factors Engineering Program Review Model. Jan./2004, disponível em: < <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/staff/sr0711/sr0711r2.pdf>>. Acesso em: 22 junho 2012.

OR-OSHA 212 **Workplace Emergency Action Plan**. Disponível <[www.cbs.state.or.us/external/osha/educate/workshops/1080w.pdf](http://www.cbs.state.or.us/external/osha/educate/workshops/1080w.pdf)>. Acesso em: 21 abril 2013.

OZEL, F. Time pressure and stress as a factor during emergency egress **safety science** (2001) 38 , 95-107. Disponível em <[www.elsevier.com/locate/ssci](http://www.elsevier.com/locate/ssci)>. Acesso em: 28 fev. 2011.

PROULX , Guylène. A Stress Model for People facing a Fire. **Journal of Environmental Psychology** (1993) 13, 137-147. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S027249440580146X>>. Acesso em: 01 março 2012.

PUC Minas, **Mapa de Risco**. 2008. Disponível em: <[http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC\\_DSC\\_NOME\\_ARQUI2008110414362\\_2.pdf](http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI2008110414362_2.pdf)> Acesso em: 21 abr. 2013.

QUARANTELLI, E. L. Evacuation behavior and problems: Findings and implications from the Research literature Department of Sociology Disaster Research Center The Ohio State University. Disponível em: <<http://dspace.udel.edu:8080/dspace/handle/19716/1283>>. Acesso em setembro 2011.

RAMALHO, José. O moderno conceito de oxicorte. **Siderurgia Brasil**, ed. 26, out 2005. Disponível em: <<http://www.siderurgiabrasil.com.br/novosb/component/content/article/186-materiassb/617-oxicorte>>. Acesso em: 10 maio 2010.

RANGEL, Márcia Rocha; ALVES, Gilson Brito Lima Sistemática para gestão do processo de controle de emergência: uma aplicação em terminal terrestre de distribuição de petróleo e derivados **V CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO**. Niterói, RJ, Brasil, 2, 3 e 4 de julho de 2009.

REASON, J. Managing the risks of organizational accidents. Hampshire: Ashgate Publishing Limited, 1997

SANTOS, Gabriel; AGUIRRE, Benigno E. A Critical Review of Emergency Evacuation Simulation Models. In: **NIST WORKSHOP ON BUILDING OCCUPANT MOVEMENT DURING FIRE EMERGENCIES. June 9-10, 2004. Disponível em <[fire.nist.gov/bfrlpubs/fire05/PDF/f05023.pdf](http://fire.nist.gov/bfrlpubs/fire05/PDF/f05023.pdf)>**. Acesso em: 21 abr. 2013.

SERPA, Ricardo Rodrigues. 2012 **Plano de Ação de Emergência**. Disponível em: <[http://www.bvsde.paho.org/cursode/p/modulos/modulo\\_2.4.pdf](http://www.bvsde.paho.org/cursode/p/modulos/modulo_2.4.pdf)>. Acesso em março 2012.

SILVA, José Manuel. **Análise de factores condicionante da evacuação de trabalhadores numa unidade industrial**. 2007. XII, 66, [16] f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais).- Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto, Porto, 2007. Disponível em <<http://hdl.handle.net/10216/12948>>. Acesso em: 21 abr. 2013.

SILVA, Ricardo Luís; ADISSI, Paulo Luís José. Plano de controle de emergência: um roteiro para elaboração. In: **XXV ENCONTRO NAC. DE ENG. DE PRODUÇÃO** – Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out a 01 de nov de 2005.

SINAVAL, **Visão Geral da Construção Naval Brasileira** – março 2012. Disponível em <<http://www.sinaval.org.br/docs/SINAVAL-VisaoGeral-Mar2012.pdf>>. Acesso em março 2012.

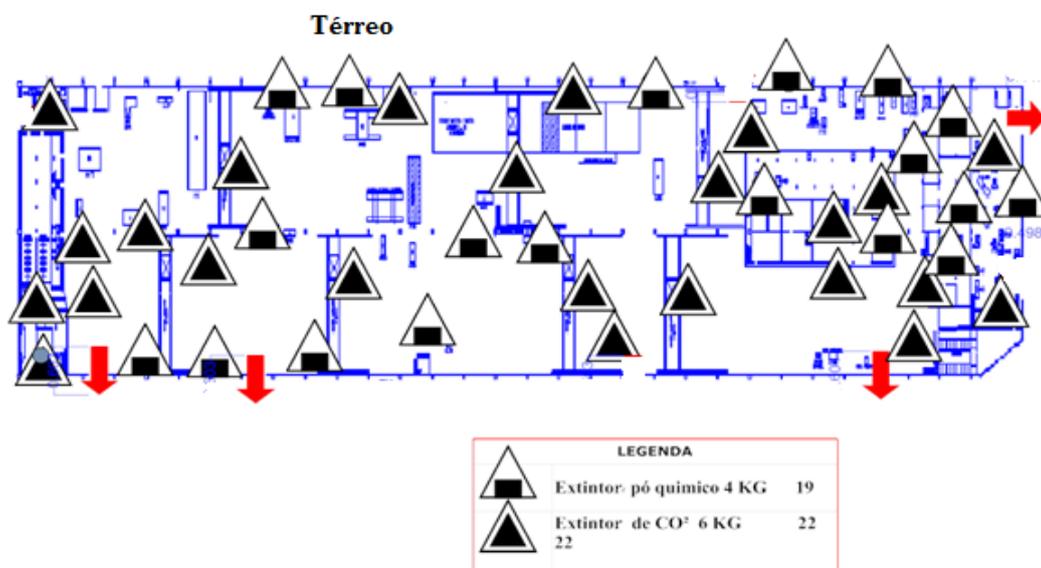
STUPELLO, Bruno; ANDERSON, Valdir Lopes; PINTO, Marcos Mendes de Oliveira  
**Definição da estrutura analítica de produto de um navio SUEZMAX em função dos ativos disponíveis no estaleiro.** 22º Congresso Nacional de Transporte Aquaviário, Construção Naval e Offshore Disponível em: <<http://www.gestaonaval.org.br/Estudos.aspx?area=IndustriaNaval&id=25>>. Acesso em junho 2012.

TONG, David; CANTER, David. The Decision to Evacuate: a Study of the Motivations which Contribute to Evacuation in the Event of Fire. **Fire Safety Journal**, 9 (1985) 257 – 265.

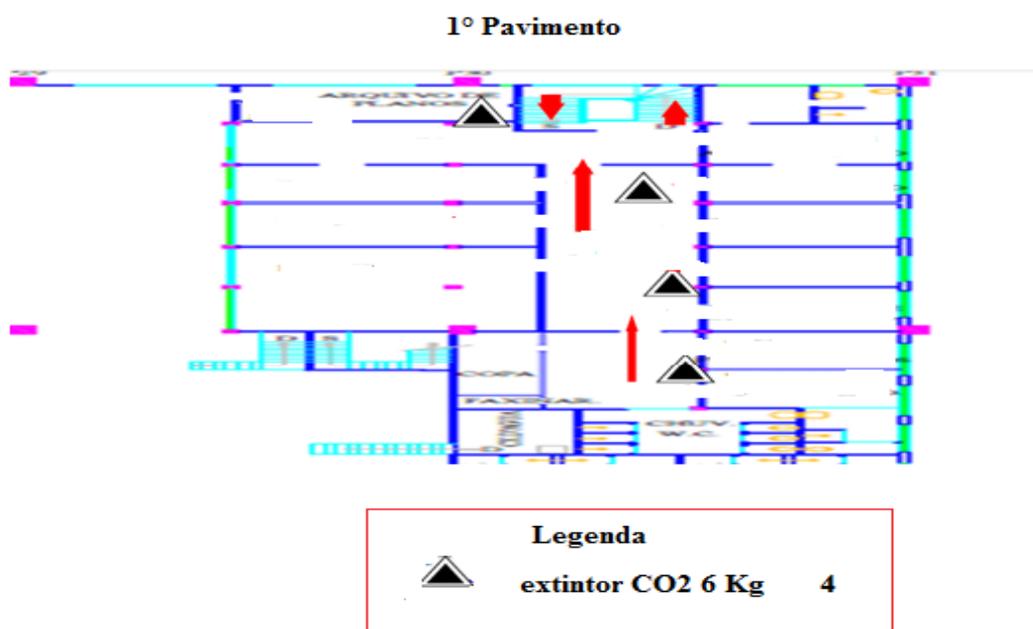
## ANEXO 1

## INSTALAÇÕES E RECURSOS MATERIAIS

## DISTRIBUIÇÃO DOS EXTINTORES DE INCÊNDIO



Fonte: confecção própria documentos internos da organização.



Fonte: confecção própria documentos internos da organização.

## TELEFONES DE EMERGÊNCIA

TELEFONES DE EMERGÊNCIA	
SEGURANÇA DO TRABALHO	9665
MANUTENÇÃO ELÉTRICA	4849
PORTARIA SEGURANÇA PATRIMONIAL	5323/6626/6602/2203
HOSPITAL	4786
CORPO DE BOMBEIRO INDUSTRIAL	5193

## ROTINA DE MANUTENÇÃO DO CAV

Rotina de Manutenção do CAV..					
Local	Equipamento.	Período	Ação	Responsável	Providências
Todas as edificações	extintores	mensal	Inspeção visual	Síndico dos edifícios em conjunto com os- membros da CIPA.	Caso haja não conformidade - substituir
		anual	Teste e recarga		
		quinzenal	reteste		
		semestral	Revisão e pesagem		
Área interna do complexo industrial	Hidrantes	semanal	Inspeção e teste		Caso seja detectado não conformidade - reparar
Seção de Combate a Incêndio	Caminhões de Combate a incêndio	Diário	Inspeção geral, teste e verificação do material		Caso seja detectado não conformidade reparar
	Bomba de incêndio		Inspeção geral e teste		
Seção de combate a incêndio	Mangueiras de incêndio	trimestral	Inspeção geral		Caso estejam sujas, lavar Caso estejam avariadas substituir.
		Anual	Ensaio Hidrostático		

MATERIAL E FERRAMENTAS EXISTENTES NA SEÇÃO DE COMBATE A INCÊNDIO QUE PODEM SER TRANSPORTADAS NOS CAMINHÕES.

Dotação de Material de Combate a Incêndio			
ITEM	NOMENCLATURA	UF	QUANTIDADE
001	mangueira de 1 ½ “	un	08
002	mangueira de 2 ½”	un	04
003	machado para CAV	un	02
004	vai e vem com três mangueiras de 1 ½” e com uma mangueira de 2 ½”	un	01
005	enxada	un	01
006	pá	un	01
007	ancinho	un	01
008	mangotes de 5”	un	02
009	Redução Y STORZ		01
010	Conexão STORZ de 2 ½” para ½”		01
011	Esguicho VR de 1 ½”		01
012	Esguicho VR de 2 ½”		01
013	Extintores de CO2		05
014	Extintores de Pó químico		02
015	Extintores de água pressurizada		03
016	Lanternas de antepara		04
017	Alicates de corte frio		03
018	Cobertor de abafamento		01
019	Roupas de aproximação comum		06
020	Roupas de aproximação de alumínio		01
021	Bombonas de Aero foam		03
022	Canhão de água		01
023	Mangotes de 2”		02
024	Escada simples		01
025	Escada de dois lances		01
026	Capacetes		06
027	Botas especiais		06
028	Casacos protetores		03
029	Rádios transmissores		03
030	Retinida		01
031	Lanterna fixa de caminhão		01
032	Pés de carneiro		02
033	Chave de tampão de esgoto		01
034	Máscara com cilindro		03

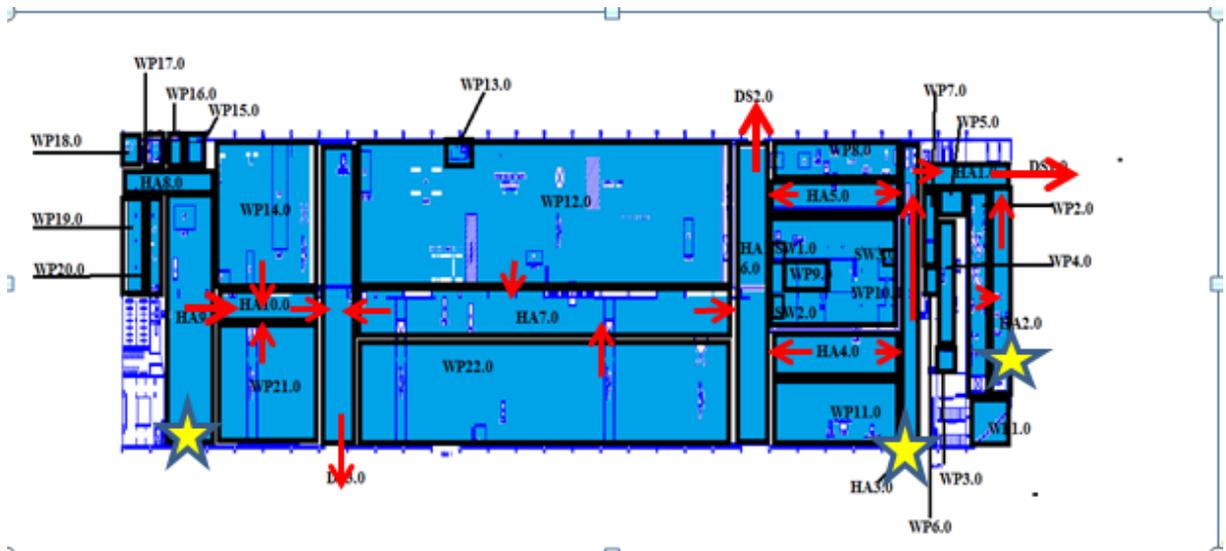
## ANEXO 2

## SIMULAÇÕES DO PROGRAMA EVACNET4

## 1º SIMULAÇÃO

Premissas:

- a) 3 saídas estão disponíveis: DS1.0, DS 2.0, DS3.0;
- b) Não ocorre incidente;
- c) evacuação do térreo e do 1º pavimento;
- e) não são utilizadas as saídas de emergência;
- f) tempo de evacuação definido com 4 minutos, cada período de tempo definido como 5 segundos.



CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA

PRIMARY SYSTEM ATTRIBUTES		
OPTION NUMBER	DEFINITION	CURRENT VALUE
1	MAXIMUM NUMBER OF PERIODS TO ALLOW FOR BUILDING EVACUATION.	= 48
2	NUMBER OF PEOPLE PER ASTERISK FOR HISTOGRAMS	0
3	LENGTH OF EACH TIME PERIOD <IN SECONDS>	5
4	OUTPUT IS BEING SENT TO :	SCREEN
5	MODEL ID = SIMILAÇÃO 1	

RESULTADOS GERAIS

```

EVACNET+ SUMMARY OF RESULTS FOR MODEL ID 'SIMILAÇÃO 1'
  48 TIME PERIODS TO EVACUATE BUILDING < 240 SECONDS>
  26 TIME PERIODS FOR UNCONGESTED BUILDING EVACUATION < 130 SECONDS>
  1.8 CONGESTION FACTOR <RATIO OF BUILDING EVACUATION TIME TO
      UNCONGESTED BUILDING EVACUATION TIME>
  21.2 AVERAGE # OF PERIODS FOR AN EVACUEE TO EVACUATE < 106 SECONDS>
  10.8 AVERAGE NUMBER OF EVACUEES PER TIME PERIOD
  520 NUMBER OF SUCCESSFUL EVACUEES
  49 NUMBER OF OCCUPANTS NOT ABLE TO EVACUATE IN ALLOWED TIME
  569 NUMBER OF OCCUPANTS PRIOR TO EVACUATION
  48 MAXIMUM # OF TIME PERIODS ALLOWED FOR EVACUATION < 240 SECONDS>
    
```

DESTINOS

```

          DESTINATION ALLOCATION:
          NUMBER OF EVACUEES BY DESTINATION
          FOR MODEL ID 'SIMILAÇÃO 1'
          # OF          EACH * REPRESENTS    5 PERSON(S)
DESTINATION EVACUEES-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
S01.000      224  *****
S02.000      242  *****
S03.000       54  *****
    
```

GARGALOS

```

      BOTTLENECKS :
      IDENTIFICATION OF BOTTLENECK ARCS
      FOR MODEL ID 'SIMILAÇÃO 1'
  
```

ARC SPECIFICATION	# OF TIME PERIODS ARC IS A BOTTLENECK	TOTAL BOTTLENECK MAGNITUDE
HA02.000-HA01.000	7	28
HA03.000-HA01.000	22	253
HA04.000-HA06.000	5	15
HA05.000-HA06.000	17	153
HA07.000-HA06.000	8	36
HA07.000-HA11.000	8	36
HA09.000-HA10.000	12	78
HA10.000-HA11.000	3	6
SW03.000-HA04.000	4	4
WP05.000-HA01.000	2	3
WP10.000-SW03.000	11	62
WP20.000-HA09.000	4	7
LA01.001-SW01.000	13	91

ENTER 'B' TO PRINT ABOVE RESULTS OR 'C' TO CONTINUE:

PERFIL DE EVACUAÇÃO

```

      BUILDING EVACUATION PROFILE:
      NUMBER OF EVACUEES BY TIME PERIOD
      FOR MODEL ID 'SIMILAÇÃO 1'
  
```

TIME PERIOD	# OF EVACUEES	EACH * REPRESENTS 1 PERSON(S)
1	0	
2	0	
3	0	
4	0	
5	0	***
6	0	***
7	0	
8	0	*****
9	1	*****
10	1	*****
11	1	*****
12	2	*****
13	3	*****
14	4	*****
15	3	*****

ENTER 'C' TO CONTINUE:

16	3	*****
17	3	*****
18	4	*****
19	4	*****
20	3	*****
21	2	*****
22	2	*****
23	2	*****
24	1	*****
25	1	*****
26	1	*****
27	1	*****
28	1	*****
29	1	*****
30	1	*****
31	1	*****
32	2	***
33	2	***
34	2	***
35	2	***
36	2	***

ENTER 'C' TO CONTINUE:

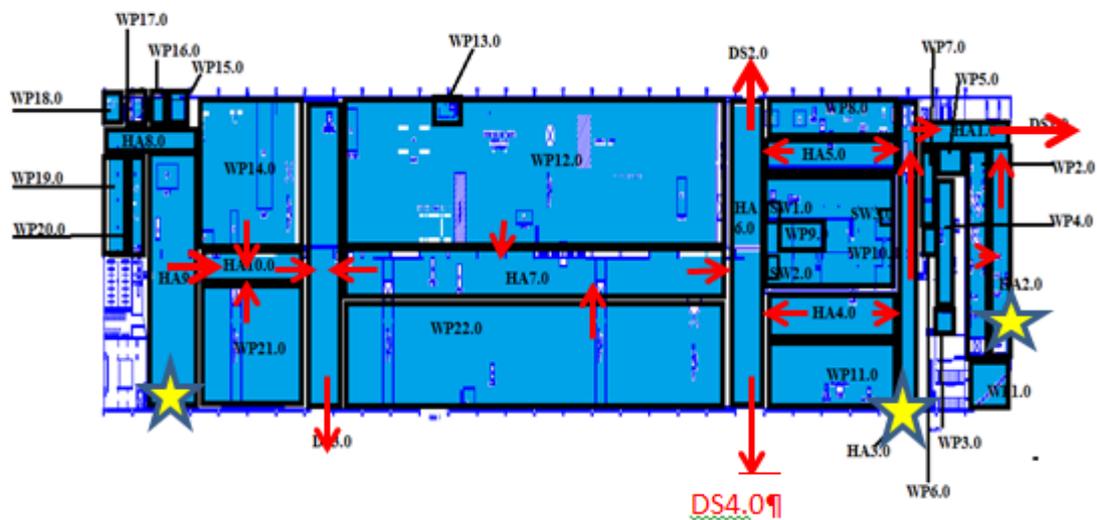
37

TIME PERIOD = 5 SECONDS

## 2° SIMULAÇÃO

### PREMISSAS

- a) 4 saídas estão disponíveis: DS1.0, DS 2.0, DS3.0 DS4.0;
- b) Não ocorre incidente;
- c) evacuação do térreo e do 1° pavimento;
- d) HA7.0 tem duas opções de saída, HA5.0 tem duas opções de saída, HA4.0 tem duas opções de saída;
- e) saídas de emergência não são utilizadas;
- f) tempo definido para evacuação 4 minutos.( equivalente a 48 períodos de tempo de 5 segundos).



CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA

PRIMARY SYSTEM ATTRIBUTES		
OPTION NUMBER	DEFINITION	CURRENT VALUE
1	MAXIMUM NUMBER OF PERIODS TO ALLOW FOR BUILDING EVACUATION.	= 48
2	NUMBER OF PEOPLE PER ASTERISK FOR HISTOGRAMS	0
3	LENGTH OF EACH TIME PERIOD <IN SECONDS>	5
4	OUTPUT IS BEING SENT TO :	SCREEN
5	MODEL ID	= SIMILAÇÃO 1

RESULTADOS GERAIS

```

ENTER OPTION NUMBER, OR 'END' TO RETURN TO MAIN MENU: 1
EVACNET+ SUMMARY OF RESULTS FOR MODEL ID 'SIMILAÇÃO 1'
  37 TIME PERIODS TO EVACUATE BUILDING < 185 SECONDS>
  26 TIME PERIODS FOR UNCONGESTED BUILDING EVACUATION < 130 SECONDS>
  1.4 CONGESTION FACTOR <RATIO OF BUILDING EVACUATION TIME TO
      UNCONGESTED BUILDING EVACUATION TIME>
 19.2 AVERAGE # OF PERIODS FOR AN EVACUEE TO EVACUATE < 96 SECONDS>
 15.4 AVERAGE NUMBER OF EVACUEES PER TIME PERIOD
 569 NUMBER OF SUCCESSFUL EVACUEES
   48 MAXIMUM # OF TIME PERIODS ALLOWED FOR EVACUATION < 240 SECONDS>
   11 UNNECESSARY TIME PERIODS < 55 SECONDS>
    
```

DESTINOS

```

              DESTINATION ALLOCATION:
              NUMBER OF EVACUEES BY DESTINATION
              FOR MODEL ID 'SIMILAÇÃO 1'
DESTINATION  # OF      EACH * REPRESENTS      6 PERSON(S)
              EUACUEES-----|-----|-----|-----|-----|
DS01.000    254    *****
DS02.000    157    *****
DS03.000    117    *****
DS04.000     41    *****
    
```

GARGALOS

```

      BOTTLENECKS -
      IDENTIFICATION OF BOTTLENECK ARCS
      FOR MODEL ID 'SIMILAÇÃO 1'

```

ARC SPECIFICATION	# OF TIME PERIODS ARC IS A BOTTLENECK	TOTAL BOTTLENECK MAGNITUDE
HA02.000-HA01.000	7	28
HA03.000-HA01.000	22	253
HA04.000-HA06.000	5	15
HA05.000-HA06.000	17	153
HA07.000-HA06.000	8	36
HA07.000-HA11.000	8	36
HA09.000-HA10.000	13	79
HA10.000-HA11.000	3	6
SW03.000-HA04.000	4	4
WP05.000-HA01.000	2	3
WP10.000-SW03.000	11	62
WP20.000-HA09.000	3	6
LA01.001-SW01.000	13	91

PERFIL DE EVACUAÇÃO

```

      BUILDING EVACUATION PROFILE:
      NUMBER OF EVACUEES BY TIME PERIOD
      FOR MODEL ID 'SIMILAÇÃO 1'

```

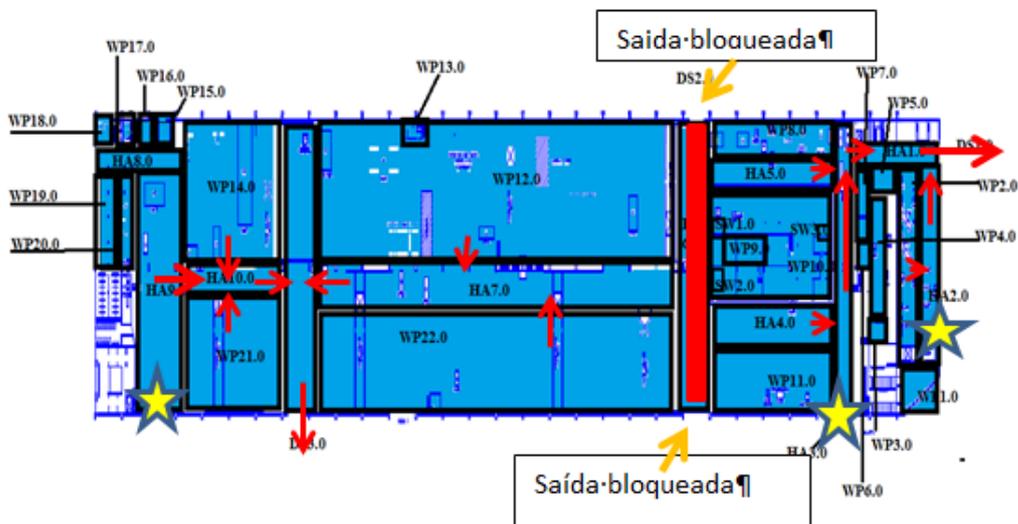
TIME PERIOD	# OF EVACUEES	EACH * REPRESENTS 1 PERSON(S)
1	0	
2	0	
3	0	
4	0	
5	2	***
6	2	***
7	0	
8	9	*****
9	13	*****
10	12	*****
11	12	*****
12	26	*****
13	30	*****
14	40	*****
15	36	*****
ENTER 'C' TO CONTINUE:		
16	35	*****
17	35	*****
18	42	*****
19	42	*****
20	37	*****
21	23	*****
22	20	*****
23	20	*****
24	18	*****
25	18	*****
26	17	*****
27	16	*****
28	16	*****
29	16	*****
30	16	*****
31	15	*****
32	2	***
33	2	***
34	2	***
35	2	***
36	2	***
ENTER 'C' TO CONTINUE:		
37	2	***

TIME PERIOD = 5 SECONDS

### 3° SIMULAÇÃO

#### PREMISSAS.

- a) 2 saídas estão disponíveis: DS1.0, DS 3.0;
- b) ocorre incidente. HA6.0, DS2.0, DS4.0 estão bloqueadas;
- c) evacuação do térreo e do 1° pavimento;
- e) 4 escadas ligam a oficina de solda ao térreo;
- f) HA7.0 tem uma opções de saída, HA5.0 tem uma opções de saída, HA4.0 tem uma opções de saída;
- g) saídas de emergências não são utilizadas;
- h) tempo estimado para a evacuação 4 minutos, períodos de tempo de 5 segundos.



## DEFINIÇÃO DO SISTEMA

PRIMARY SYSTEM ATTRIBUTES		
OPTION NUMBER	DEFINITION	CURRENT VALUE
1	MAXIMUM NUMBER OF PERIODS TO ALLOW FOR BUILDING EVACUATION.	= 48
2	NUMBER OF PEOPLE PER ASTERISK FOR HISTOGRAMS	0
3	LENGTH OF EACH TIME PERIOD <IN SECONDS>	5
4	OUTPUT IS BEING SENT TO :	SCREEN
5	MODEL ID	= SIMULAÇÃO 1

## RESULTADOS GERAIS

```

>>>>> WARNING: NOT ALL OCCUPANTS COULD BE
          EVACUATED IN ALLOTTED TIME

          NUMBER OF PEOPLE UNABLE TO EVACUATE = 20
          CURRENT MAXIMUM # OF TIME PERIODS = 48

ENTER 101 TO CONTINUE:

```

4° SIMULAÇÃO

PREMISSAS

As mesmas anteriores somente alterando o tempo de evacuação para 5 minutos (300 segundos).

RESULTADOS

```

51 TIME PERIODS TO EVACUATE BUILDING < 255 SECONDS>
26 TIME PERIODS FOR UNCONGESTED BUILDING EVACUATION < 130 SECONDS>
2.0 CONGESTION FACTOR <RATIO OF BUILDING EVACUATION TIME TO
UNCONGESTED BUILDING EVACUATION TIME>
25.0 AVERAGE # OF PERIODS FOR AN EVACUEE TO EVACUATE < 125 SECONDS>
11.2 AVERAGE NUMBER OF EVACUEES PER TIME PERIOD
569 NUMBER OF SUCCESSFUL EVACUEES
60 MAXIMUM # OF TIME PERIODS ALLOWED FOR EVACUATION < 300 SECONDS>
9 UNNECESSARY TIME PERIODS < 45 SECONDS>
    
```

DESTINO

```

          DESTINATION ALLOCATION:
          NUMBER OF EVACUEES BY DESTINATION
          FOR MODEL ID 'SIMULAÇÃO 1'

DESTINATION  # OF          EACH * REPRESENTS      8 PERSON(S)
-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
DS01.000      393      *****
DS03.000      176      *****
    
```

GARGALOS

```

          BOTTLENECKS:
          IDENTIFICATION OF BOTTLENECK ARCS
          FOR MODEL ID 'SIMULAÇÃO 1'

ARC          # OF TIME PERIODS      TOTAL BOTTLENECK
SPECIFICATION  ARC IS A BOTTLENECK      MAGNITUDE
-----
HA02.000-HA01.000      7      28
HA03.000-HA01.000      42     903
HA07.000-HA11.000      17     153
HA09.000-HA10.000      12     78
HA10.000-HA11.000      3      6
WP05.000-HA01.000      2      3
WP20.000-HA09.000      4      7
LA01.001-SW01.000      13     91
    
```

PERFIL DE EVACUAÇÃO

TIME PERIOD	# OF EVACUEES	EACH * REPRESENTS	1 PERSON(S)
1	0		
2	0		
3	0		
4	0		
5	2	**	
6	2	**	
7	0		
8	5	*****	
9	12	*****	
10	12	*****	
11	12	*****	
12	19	*****	
13	23	*****	
14	23	*****	
15	19	*****	

ENTER 'C' TO CONTINUE:

16	18	*****	
17	18	*****	
18	25	*****	
19	25	*****	
20	25	*****	
21	23	*****	
22	20	*****	
23	20	*****	
24	18	*****	
25	18	*****	
26	17	*****	
27	16	*****	
28	16	*****	
29	12	*****	
30	9	*****	
31	9	*****	
32	9	*****	
33	9	*****	
34	9	*****	
35	9	*****	
36	9	*****	

ENTER 'C' TO CONTINUE:

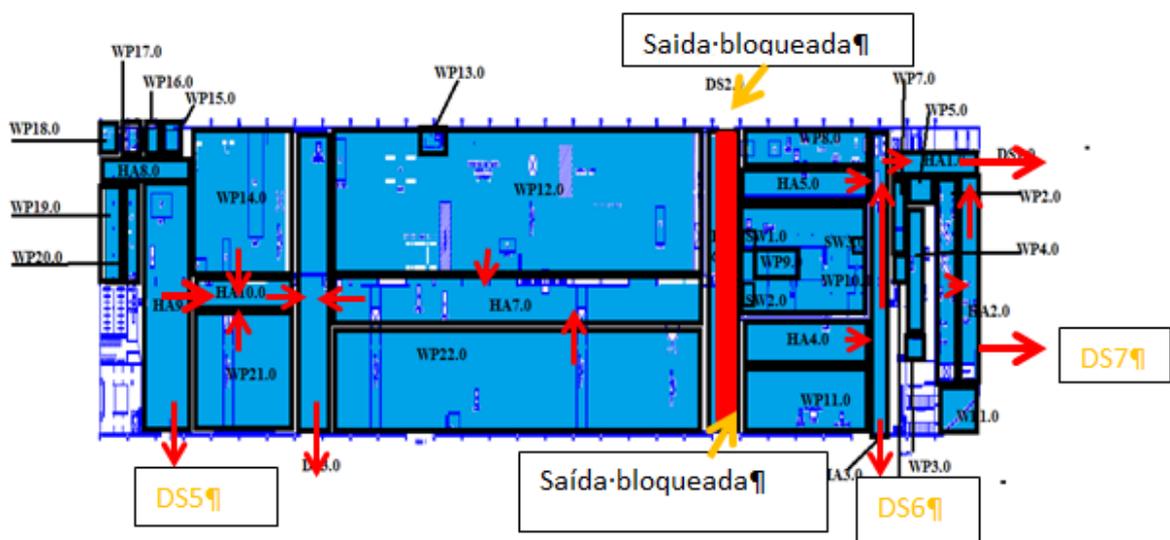
37	9	*****	
38	7	*****	
39	7	*****	
40	7	*****	
41	7	*****	
42	7	*****	
43	7	*****	
44	7	*****	
45	7	*****	
46	7	*****	
47	7	*****	
48	7	*****	
49	7	*****	
50	7	*****	
51	6	*****	

TIME PERIOD = 5 SECONDS

## 5° SIMULAÇÃO

Premissas.

- a) 2 saídas estão disponíveis: DS1.0, DS 3.0;
- b) ocorre incidente. HA6.0, DS2.0, DS4.0. estão bloqueadas;
- c) evacuação do térreo e do 1° pavimento;
- e) HA7.0 tem somente uma direção de saída, HA5.0 tem uma opções de saída, HA4.0 tem uma opções de saída;
- f) saídas de emergências são utilizadas;
- g) tempo estimado para a evacuação 4 minutos período de tempo de 5 segundos.



## RESULTADOS GERAIS

```

29 TIME PERIODS TO EVACUATE BUILDING < 145 SECONDS >
18 TIME PERIODS FOR UNCONGESTED BUILDING EVACUATION < 90 SECONDS >
1.6 CONGESTION FACTOR <RATIO OF BUILDING EVACUATION TIME TO
UNCONGESTED BUILDING EVACUATION TIME>
16.9 AVERAGE # OF PERIODS FOR AN EVACUEE TO EVACUATE < 84 SECONDS >
19.6 AVERAGE NUMBER OF EVACUEES PER TIME PERIOD
569 NUMBER OF SUCCESSFUL EVACUEES
60 MAXIMUM # OF TIME PERIODS ALLOWED FOR EVACUATION < 300 SECONDS >
31 UNNECESSARY TIME PERIODS < 155 SECONDS >

```

DESTINOS

```

          DESTINATION ALLOCATION:
    NUMBER OF EUACUEES BY DESTINATION
    FOR MODEL ID 'SIMILAçãO 1'

    DESTINATION  # OF      EACH * REPRESENTS    7 PERSON(S)
    EUACUEES-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
DS01.000        63  *****
DS03.000       142  *****
DS05.000        34  *****
DS06.000       300  *****
DS07.000        30  *****
    
```

ENTER 'P' TO PRINT ABOVE RESULTS OR 'C' TO CONTINUE:

GARGALOS

```

          BOTTLENECKS:
    IDENTIFICATION OF BOTTLENECK ARCS
    FOR MODEL ID 'SIMILAçãO 1'

    ARC          # OF TIME PERIODS    TOTAL BOTTLENECK
    SPECIFICATION  ARC IS A BOTTLENECK    MAGNITUDE
HA02.000-DS07.000      5              15
HA02.000-HA01.000      1              1
HA04.000-HA03.000      6              21
HA05.000-HA03.000     15             120
HA07.000-HA11.000     17             153
HA10.000-HA11.000      2              3
SW01.000-HA01.000      1              1
SW03.000-HA04.000      5              5
SW04.000-HA03.000      7              7
WP04.000-HA03.000     18             171
WP05.000-HA01.000      2              3
WP06.000-HA03.000      2              3
WP07.000-HA03.000      2              3
WP10.000-SW03.000     11             61

ENTER 'C' TO CONTINUE: 1
WP10.000-SW04.000     15             129
WP18.000-HA08.000      9              45
WP20.000-HA09.000      5              15
LA01.001-SW01.000     13             90
    
```

PERFIL DE EVACUAÇÃO DO EDIFÍCIO

```

      BUILDING EVACUATION PROFILE:
      NUMBER OF EUACUEES BY TIME PERIOD
      FOR MODEL ID 'SIMILAÇÃO 1'

TIME  # OF      EACH * REPRESENTS  1 PERSON(S)
PERIOD EUACUEES  ----|----|----|----|----|----|----|----|----|
  1         0
  2         0
  3         0
  4         5      *****
  5        18      *****
  6        18      *****
  7        12      *****
  8        19      *****
  9        15      *****
 10         9      *****
 11        14      *****
 12        23      *****
 13        30      *****
 14        30      *****
 15        38      *****

ENTER 'C' TO CONTINUE:
 16        32      *****
 17        29      *****
 18        36      *****
 19        36      *****
 20        35      *****
 21        29      *****
 22        29      *****
 23        25      *****
 24        20      *****
 25        20      *****
 26        17      *****
 27        16      *****
 28        11      *****
 29         3      ***

1 TIME PERIOD = 5 SECONDS
    
```