

DANIELLY DE ANDRADE MELLO FREIRE

USO DO MÉTODO *WHAT-IF* PARA ANALISAR OS RISCOS ASSOCIADOS A  
OPERAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE UMA CASA DE MÁQUINAS – UM ESTUDO  
DE CASO

São Paulo

2016

DANIELLY DE ANDRADE MELLO FREIRE

USO DO MÉTODO *WHAT-IF* PARA ANALISAR OS RISCOS ASSOCIADOS A  
OPERAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE UMA CASA DE MÁQUINAS – UM ESTUDO  
DE CASO

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho

São Paulo

2016

Dedico esta monografia ao meu pai Antônio Roberto Siqueira Mello Freire e a minha mãe Rosemeire de Andrade Gonçalves Mello Freire.

## AGRADECIMENTOS

Por meio deste Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho venho agradecer os incentivadores desta jornada, como Vitor Correa, o qual inicialmente acreditou e patrocinou meu ingresso neste curso de pós-graduação.

Aos amigos Calvin lost e Talita Esturba, pois suportaram meus estudos com apoio contínuo a seguir sempre me esforçando e buscando mais conhecimento nessa área de atuação.

A minha gestora Haydée Moreira, quem autorizou e acreditou que eu poderia fazer parte do projeto de renovação e melhoria das casas de máquinas do prédio corporativo, com base nos requerimentos Legais Brasileiros de Segurança do Trabalho.

Aos meus colegas de trabalho Henrique Campoi, Giovana Losso, Daniel Barbosa e todo time de contratados pelo apoio em todas as reuniões de planejamento e inspeções realizadas em conjunto nas casas de máquinas do prédio corporativo avaliado neste estudo de caso.

Dirijo meu reconhecimento e agradecimento à Universidade de São Paulo, pela acolhida e apoio recebido de todo quadro de funcionários do PECE, em especial a Professora Doutora Renata Stellin que me direcionou com este estudo para sua melhor forma de realização.

## RESUMO

Esta monografia visou elaborar e implementar um projeto utilizando análise de risco com emprego do método *What-If* para um sistema de ar condicionado localizada no interior de uma casa de máquinas de um prédio corporativo, com a justificativa de um entendimento geral sobre os perigos inerentes às atividades e equipamentos para reduzir suas condições inseguras. Por se tratar de um estudo de caso, diversas recomendações foram elaboradas e listadas na planilha de verificação, usando como métodos, inspeções em campo, fotos dos equipamentos, estudo dos procedimentos operacionais e manuais de fabricantes, com todas estas informações em mãos foi possível chegar a seis recomendações de alto risco, concluindo que se implementadas dariam uma maior segurança aos operadores deste sistema de ar condicionado.

**Palavras Chaves:** Análise de risco, *What-if*, ar condicionado, casa de máquinas, proteção de máquinas.

## ABSTRACT

This monograph aimed the elaboration and implementation of a pilot project using the risk analysis with the use of the What-If method for the air heating unit – AHU – located inside the corporate building, in order to reduce unsafe conditions and inherent hazards to the equipment and processes already established in the local. As it is a case study, various recommendations were elaborated and listed in the verification sheet through the methodology of inspections in the field, study of the operational procedures and equipment manuals from the manufacturers, with all these informations in hands it was possible to get to six high risk recommendations, concluding that whether implemented, would create a safer workstation to the operators of this air conditioning system.

**Key words:** Risk Analysis, What-if, air conditioning system, machinery room, machines protection.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema de uma Unidade de tratamento de ar (AHU).....	15
Figura 2 – Fluxograma exemplificando sistema de gestão de risco dentro do ambiente corporativo.....	18
Figura 3 – Fluxo para análise de risco .....	20
Figura 4 – Fluxo para elaboração de análise de risco com técnica HAZOP. .....	23
Figura 5 – Fluxo para elaboração de relatório <i>What-If</i> . .....	24
Figura 6 – Partes rotativas expostas, com pontos de pega.....	26
Figura 7 – Processo interativo para o alcance de segurança.....	27
Figura 8 – Prédio corporativo usado como base de estudo. .....	28
Figura 9 – Acesso a cobertura onde se localiza a casa de máquinas 3.....	29
Figura 10 – Planta baixa da alvenaria da casa de máquinas 3. ....	30
Figura 11 – <i>Chiller</i> do sistema de ar condicionado do prédio em estudo. ....	31
Figura 12 – Porta de acesso a casa de máquinas 3. ....	36
Figura 13 – Eixo central da voluta do ventilador exposto, parte rotativa. ....	36
Figura 14 – Correia da voluta do ventilador exposto, parte rotativa. ....	37
Figura 15 – Sistema de Emergência com falha operacional .....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo de Matriz de Risco .....	25
Tabela 2 – Formulário padrão para elaboração de análise <i>What-if</i> para projetos realizados na empresa do Estudo de Caso.....	32
Tabela 3 – Número de ordens de serviço referente a conforto térmico, abertas por usuários internos .....	33
Tabela 4 – Descrição técnica dos equipamentos da casa de máquinas 3 .....	35
Tabela 5 – Relação de perigos inerentes a Casa de Máquinas 3 .....	38
Tabela 6 – Relação dos tipos de ordens de serviço para manutenção preditiva e preventiva das casas de máquinas da empresa do estudo de caso. ....	40
Tabela 7 – Recomendações com grau de risco 1 e 2. ....	41

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NR 12	Norma Regulamentadora de Número 12
NR 17	Norma Regulamentadora de Número 17
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
SWIFT	<i>Structured What If Technique</i>
AHU	<i>Air Handling Unit</i>
SHE	<i>Safety, Health and Environmental</i>
AHU	<i>Air Handling Unit</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
GIS	<i>Geographic Information Systems</i>
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment Series</i>
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i>
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1. OBJETIVO .....	12
1.2. JUSTIFICATIVA.....	12
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
2.1. DELIMITAÇÃO DA ÁREA .....	14
2.2. CONFORTO TÉRMICO .....	16
2.3. GESTÃO DE RISCO .....	17
<b>2.3.1. Avaliação de Risco.....</b>	<b>18</b>
2.3.1.1. Análise preliminar de riscos / perigos (APR / APP) .....	21
2.3.1.2. Análise de modos de falhas e efeitos (FMEA).....	21
2.3.1.3. Análise de operabilidade de perigos (HAZOP).....	22
2.3.1.4. Técnica <i>What-If</i> para análise de risco .....	23
<b>2.3.2. Matriz de Risco Severidade X Probabilidade .....</b>	<b>25</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>28</b>
3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	28
3.2. APLICAÇÃO DO MÉTODO <i>WHAT-IF</i> DE ANÁLISE DE RISCO.....	31
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>44</b>
<b>GLOSSÁRIO.....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>49</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>52</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Existe uma preocupação crescente com a segurança dos trabalhadores e através das normatizações é possível definir exigências mínimas para minimizar os perigos inerentes aos ambientes de trabalho. Dito isto, é possível verificar também um aumento no rigor das fiscalizações e até mesmo denúncias anônimas, por parte de colaboradores ou mesmo cidadãos comuns, ao Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), e ainda assim é fácil encontrar empresas que relutam em enquadrar-se dentro dos requerimentos feitos por Normas Trabalhistas (SIQUEIRA, 2012).

Entretanto, há casos a que podem ser utilizados como exemplo de boas práticas a serem seguidas. O presente trabalho irá analisar uma empresa que possui um histórico de mais de 200 anos de existência e, já na inauguração da primeira fábrica, instituiu-se os princípios de atuação da companhia respeitando valores de segurança e saúde do trabalhador, com instalações que contemplavam alojamentos para os empregados e suas famílias, além de um projeto arquitetônico inovador para isolar e conter explosões acidentais. (FREIRE; ZIVIANI, 2011)

Este trabalho será de interesse para o setor corporativo, pois possibilitará a identificação de oportunidades de melhorias em relação à proteção de equipamentos baseado na nova norma regulamentadora NR 12 estabelecido pelo Ministério do Trabalho – MTE, podendo auxiliar tomadas de decisões voltadas para a proteção do trabalhador e produtividade dos colaboradores que realizam atividades administrativas diversas em um prédio corporativo.

Sendo esta monografia, do interior de uma casa de máquinas, que contém equipamentos, os quais quando integrados, formam um sistema de ventilação e tratamento de ar condicionado de um prédio corporativo construído no início da década de 80.

Uma das maneiras de se realizar o levantamento de oportunidades na área de Segurança do Trabalho, dentro de uma Organização, é através do desenvolvimento de uma Gestão de Risco, sendo o método *What-If* uma ferramenta para análise de riscos, a qual permite avaliar os perigos e riscos associados a um processo ou equipamento (PITAGORAS, 2012).

Uma vez que toda organização recebe influência de fatores internos e externos, é necessário um sistema de gestão que possibilite identificar, analisar, avaliar e tratar os riscos, para que então seja possível a mitigação destes riscos a níveis aceitáveis de acordo com a legislação vigente (PITAGORAS, 2012).

## 1.1. OBJETIVO

Analizar o risco associado aos processos operacionais em uma Casa de Máquinas e seus equipamentos, destinados ao sistema de condicionamento de ar de um prédio corporativo, utilizando o método *What-if*.

## 1.2. JUSTIFICATIVA

A motivação para a realização deste estudo de caso é poder avaliar como equipamentos instalados em casas de máquinas antigas podem ser adaptados às normas de segurança do trabalho, para que possam ser adaptadas a não expor nenhum trabalhador a riscos relacionados a sua operação.

A legislação atual prevê novas regulamentações e exigências em relação à proteção à Saúde e Segurança dos trabalhadores que tenham como tarefa acessar locais de trabalho que possam expô-los a um risco por conta de perigos inerentes aos processos ou equipamentos que tenham que realizar operações rotineiras e não rotineiras, como manutenção geral para funcionamento normal dos equipamentos ou mesmo para manter a refrigeração do prédio corporativo dentro dos padrões exigidos de conforto térmico pela Norma Regulamentadora 17 do Ministério do Trabalho – MTE.

A adequação da casa de máquinas às novas regulamentações vem de encontro ao objetivo da empresa tratada neste trabalho em continuar com a meta de Zero Evento em Segurança, Saúde e Meio Ambiente, ou, em sua versão em inglês, *Safety, Health and Environment – SHE*, pois além de trazer benefícios aos trabalha-

dores que acessam a Casa de Máquinas 3, em relação a sua integridade física é também possível realizar melhorias de processo em suas atividades com aplicação de tais recomendações.

A Casa de Máquinas 3, em estudo, deve estar em constante manutenção e inspeção para que possa manter o ambiente físico do prédio corporativo sob as condições de conforto térmico, bem como a proteção contra outros fatores de risco químico e físico, de acordo com o previsto na NR 17 e pela Resolução RE nº 176 – ANVISA (Agencia Nacional de Vigilância Sanitária), para evitar a “Síndrome do Edifício Enfermo” (SIT, 2002).

Através deste processo de análise de risco pelo método *What-If* será possível ter um entendimento geral dos perigos inerentes às atividades e equipamentos, assim como listar ações para mitigação dos riscos, por meio da aplicação das recomendações geradas por esta ferramenta.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. DELIMITAÇÃO DA ÁREA

As categorias mais frequentes de acidentes dentro de um prédio corporativo acontecem devido a um *design* predial inapropriado, falta de guarda-corpo e problemas de saída para evacuação. Equipamentos prediais são instalados sem a pré-avaliação do modo como os colaboradores irão realizar o acesso a estes equipamentos para limpar, manter, reparar ou mesmo substituir, prejudicando até mesmo a rota de fuga destes locais onde estas máquinas são instaladas em caso de emergência (ASFAHL, C. RAY, 1999).

Algumas proteções relacionadas a perímetros e guarda-corpos do telhado são necessárias quando se leva em conta a necessidade de acesso a estes locais por colaboradores. Verificando se o telhado tem um parapeito ou mesmo se é requerido uso de cinto de segurança atracado a uma linha de vida (ASFAHL, C. RAY, 1999).

Estes mesmos espaços também necessitam de uma rota de fuga e uma solução prática para portas de saída de emergência são as com barra anti-pânico, pois é um mecanismo que impossibilita o acesso pelo lado de fora, mas que pode ser aberta por quem está dentro do ambiente fechado, sendo uma barreira de engenharia de acesso apenas a pessoas autorizadas (ASFAHL, C. RAY, 1999).

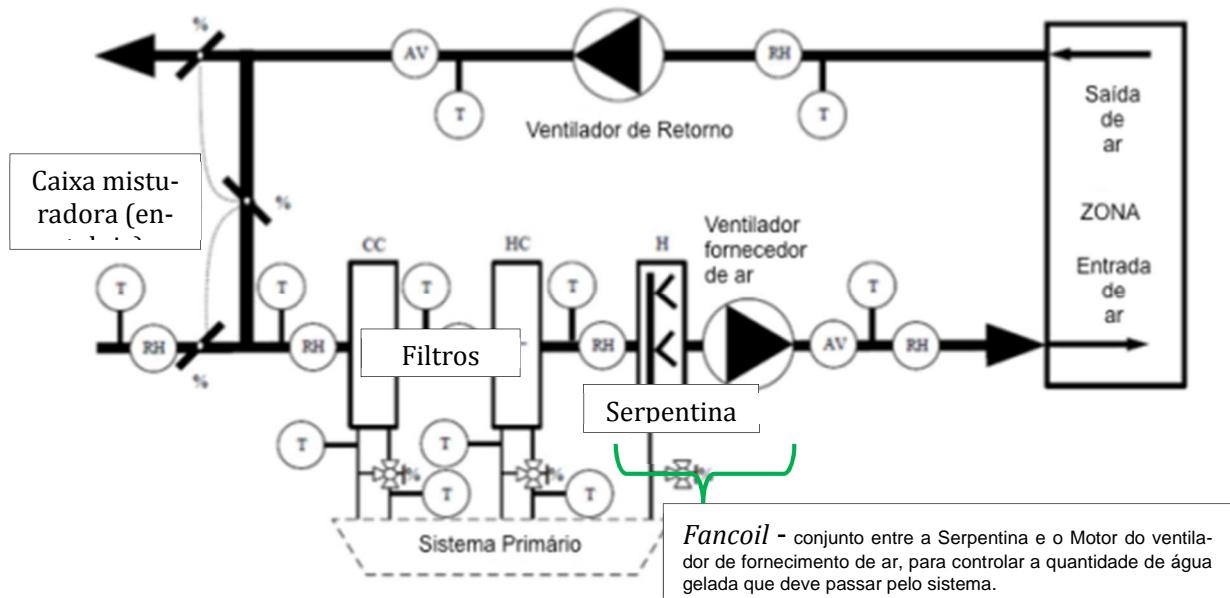
Em uma casa de máquinas comum, os equipamentos necessários para que seu sistema de condicionamento de ar devem ser devem ser fixados ao local de trabalho, no chão, isso para que se previna qualquer movimentação involuntária desta máquina ao longo do ambiente de trabalho, podendo então gerar um acidente (OSHA, 2013).

É necessária uma gestão de manutenção predial adequada, com técnicas administrativas que tenham o objetivo de atingir seus potenciais operacionais plenos, pois assim o desempenho, já pré-estabelecido pelo fornecedor e os requisitos exigidos por normas locais podem ser atingidos (MARAN, 2011).

### 2.1.1. Unidade de Tratamento de ar

Conforme apresentado na seção anterior, a principal funcionalidade dos equipamentos alocados na área de estudo é o condicionamento e tratamento de ar do prédio corporativo, desta forma esta seção apresentará conceitos sobre estes sistemas. Com isso, uma típica unidade de tratamento de ar compreende os seguintes componentes: uma caixa de mistura, a qual é usada para renovação de ar por entalpia e acesso aos filtros, uma serpentina de refrigeração, dutos, dois filtros e ventiladores. Estas unidades têm como papel fornecer ar ao prédio já dentro das condições de segurança e conforto ambiental, como por exemplo, temperatura e umidade dentro dos parâmetros exigidos por normas locais. E uma esquematização referente ao padrão de como uma unidade de tratamento para condicionar o ar funciona pode ser observada na Figura 1 abaixo (STERLKING, RAYMOND et al., 2014).

**Figura 1** – Esquema de uma Unidade de tratamento de ar (AHU)



**Fonte:** STERLKING, RAYMOND et al., 2014. (ADAPTADO PELO AUTOR)

Quando uma edificação faz uso deste tipo de unidade de tratamento de ar, há a intenção de compensar o calor no ambiente de trabalho, gerado pelos próprios

ocupantes. Com isso, o ar resfriado, realiza a troca deste calor por convecção (IKE-DA, 2008).

O sistema de ar condicionado mais comum é chamado de expansão indireta, composto por água refrigerada por um *chiller*, formando três circuitos: o circuito de ar, onde será resfriado pelo *fancoil* para então ser dissipado por todo prédio; o circuito do *chiller*, tendo o processo de resfriar a água do sistema fechado; e o terceiro composto pela torre de resfriamento, que dissipá o calor da água de condensação (SUZUKI, 2010).

Como já comentado na seção 2.1., a manutenção preventiva é essencial para que o funcionamento de uma unidade de tratamento de ar esteja de acordo com normas locais referente a qualidade do ar interno e o conforto térmico dos ocupantes do edifício, tópico este que será melhor detalhado em seção seguinte (MARAN, 2011).

## 2.2. CONFORTO TÉRMICO

Para se atingir os parâmetros de temperatura de conforto térmico em um ambiente é preciso uma manutenção do sistema de ar condicionado. Não atingir estas temperaturas no ambiente pode gerar mal súbito por conta da geração de calor intensa pelos ocupantes do espaço, queda de pressão, golpes de calor, desidratação ou câimbras de calor (DEWIS, 1996).

Em âmbito Federal, se dá pela NR 17, referente à Ergonomia no ambiente de trabalho recomenda que o índice de temperatura efetiva esteja entre 20°C (vinte) e 23°C (vinte e três graus Celsius), nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exigem o intelecto da população ocupante do prédio (NR-17, 2007).

Para que estes níveis sejam atingidos a gestão de manutenção deve ser realizada de modo organizado e planejado, caso contrário o prédio poderá apresentar a síndrome do edifício doente que é relacionada aos agentes presentes no ar do interior do prédio, sendo divididos em agentes químicos, físicos e biológicos (SUZUKI, 2010).

A adequada manutenção pode evitar a ocorrência da síndrome do edifício

doente, por meio do ajuste conveniente dos volumes de trocas de ar do ambiente, evitando a existência de contaminantes próximos de tomadas de ar, substituindo filtros e limpando linhas de dutos de distribuição, serpentinas e gabinetes de *fan-coils*, ajustando sensores e controladores de temperatura e de ar (MARAN, 2011).

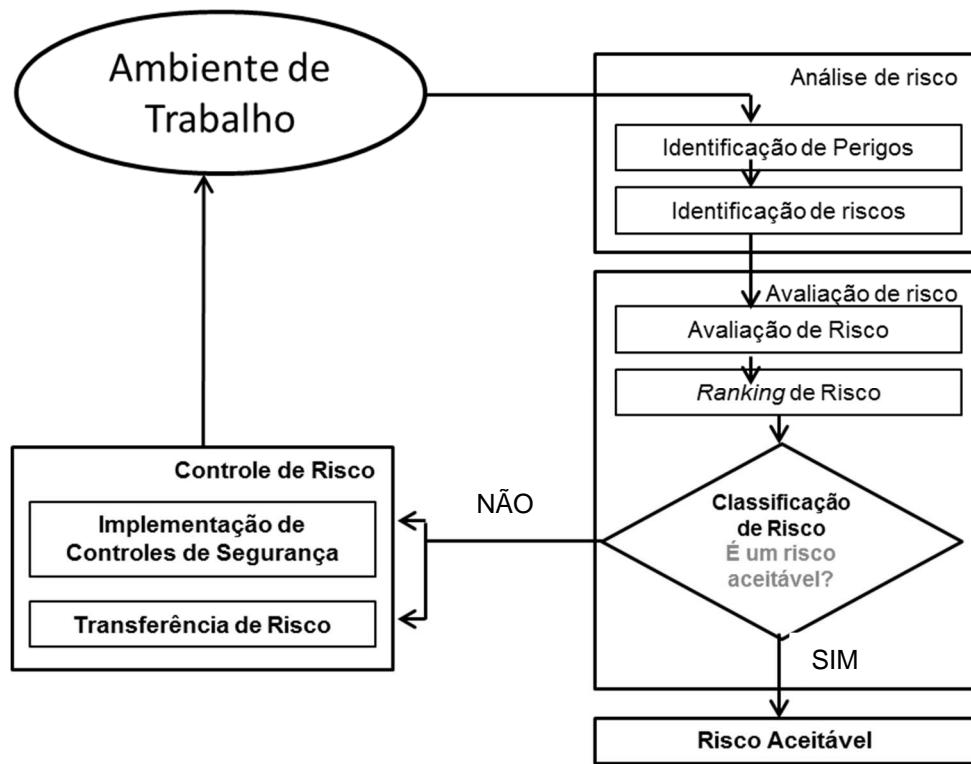
### 2.3. GESTÃO DE RISCO

Gerenciamento de riscos é um processo dinâmico, incluindo todos os aspectos como identificação, análise, avaliação e controle do risco. Tendo como objetivo a redução daquele que está inerente ao processo ou equipamento, de forma a enquadrá-lo em um nível aceitável de exposição. Com isso, este processo de gestão supre os requerimentos de segurança do trabalho, pois consegue controlar os riscos, identificando as vulnerabilidades do sistema em análise (AMARAL, M. M; et al., s.d.).

Através de técnicas de gestão de risco é possível atingir o objetivo de prevenção de acidentes além de redução de custo envolvido em acidentes de trabalho dentro do ambiente de trabalho (VAREJÃO, 2009).

Para melhor compreender como o sistema descrito acima funciona, dentro de um ambiente de trabalho, a figura 2 exemplifica o fluxo a ser seguido por uma gestão de risco.

**Figura 2** – Fluxograma exemplificando sistema de gestão de risco dentro do ambiente corporativo.



**Fonte** – NUNES, 2010 (ADAPTADO PELO AUTOR).

O ambiente de trabalho reflete o conceito de cultura organizacional, a qual é formada por agentes externos e internos, sendo variável dependendo de mudanças que podem ocorrer dentro da organização ou mesmo fatores políticos e econômicos. Levando este aspecto em conta é importante que as empresas tenham esta visão ampla e sistemática de um sistema de gestão de riscos, construindo um ambiente prevencionista e usando as relações interpessoais como um instrumento de construção de um ambiente saudável para se trabalhar (LAPA; GOES, 2011).

### 2.3.1. Avaliação de Risco

A partir da implementação de um sistema de gestão de riscos é possível identificar e mitigar as fontes de risco, áreas impactadas, eventos de segurança e saúde ocupacional, suas causas e consequências, a análise de risco tem por objetivo gerar

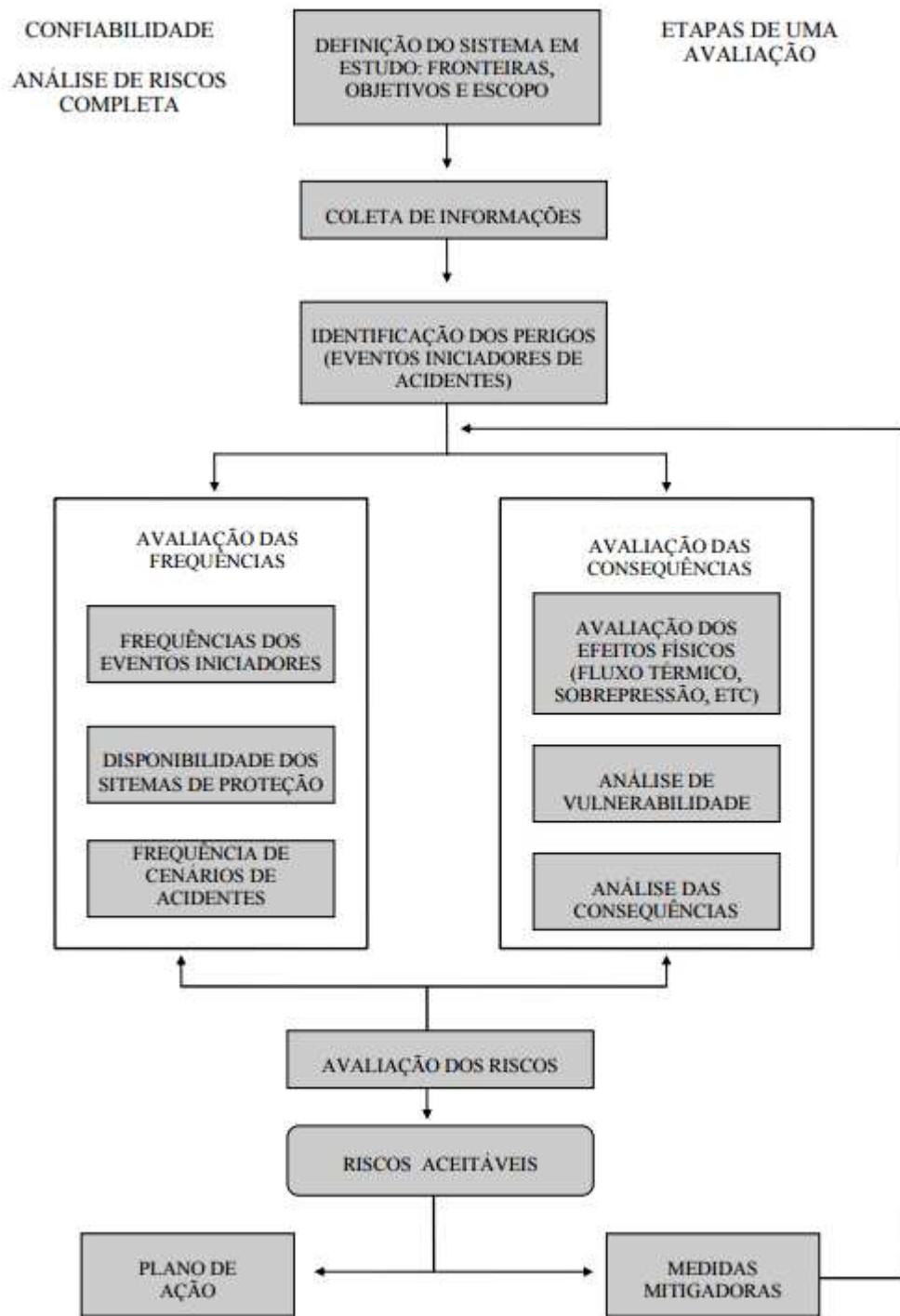
uma lista de possibilidades de acidentes que possam ocorrer em um processo ou equipamento (NUNES, 2010).

Independente do método usado para realizar uma análise de risco é necessário seguir uma sequência no ambiente de trabalho a ser estudado, tal como: identificação dos perigos e identificação das consequências com base no reconhecimento dos perigos (AGUIAR, s.d.).

Tal levantamento de dados pode ser realizado através de observações em campo, entrevista com colaboradores que executam atividades no local de análise, listas de verificação, análise preliminar de risco e pesquisas de satisfação (NUNES, 2010).

O fluxo da figura 3 abaixo é um exemplo que auxilia a captura de dados, e que pode ser usado para avaliar projetos ou processos críticos por um time multidisciplinar (BRASIL, et al., 2001 apud SILBERMAN, et al., 2008).

**Figura 3 – Fluxo para análise de risco**



**Fonte:** BRASIL, et al., 2001 apud SILBERMAN, et al., 2008.

Existem diversas metodologias de análise de risco, como as referenciadas a seguir: Análise Preliminar de Riscos / Perigos (APR / APP), Análise de Modos de Falhas e Efeitos (FMEA), Análise de Operabilidade de Perigos (HAZOP), e *What If – E*

Se? (SWIFT), e cada uma será brevemente explanada ao longo deste estudo de caso.

### 2.3.1.1. Análise preliminar de riscos / perigos (APR / APP)

Uma das técnicas a serem explanadas, já citadas acima é a APP – Análise Preliminar de Perigos ou APR – Análise Preliminar de Riscos é usada para identificação dos perigos de processo, equipamentos ou novos projetos, logo se busca com este método a origem das causas de possíveis eventos nos sistemas analisados, levando em consideração a falha humana. A matriz de risco, metodologia qualitativa a qual será mais bem definida na seção 2.3.2., também é usada para determinar o grau de exposição para cada perigo identificado (AGUIAR, s.d.).

Este método tem então como objetivo verificar todas as áreas, sistemas, procedimentos, projetos ou atividades, com um time multidisciplinar para avaliar as falhas que podem ser geradas em um destes elementos (SILVEIRA, 2014).

Suas vantagens são referente a possibilidade de comparação de problemas e desenvolve diretrizes a serem usadas pelas equipes para construção de um sistema, já as desvantagem é em relação a ser um método essencialmente qualitativo (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2015).

### 2.3.1.2. Análise de modos de falhas e efeitos (FMEA)

Enquanto os métodos *What-If* e HAZOP são técnicas mais maduras e baseadas em um sistema de *brainstorming* o FMEA se baseia em análises individuais de riscos e as falhas no sistema, logo o FMEA consegue priorizar os efeitos de falha através de um recurso desta própria ferramenta, logo também se faz uso de um sistema de avaliação da severidade, probabilidade de ocorrência além de detecção de um efeito de falha (DAVIS; TRAMMELL, s.d.).

Com estas priorizações e avaliações será possível verificar uma ocorrência em falha de equipamentos mecânicos, sistemas de informação, disposição de postos de trabalho, isso tudo sendo realizado por um time multifuncional (DAVIS; TRAMMELL, s.d.).

Mesmo tendo as vantagens apresentadas acima o FMEA dificulta a obtenção de taxas confiáveis e não leva em conta falhas ergonômicas (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2015).

#### 2.3.1.3. Análise de operabilidade de perigos (HAZOP)

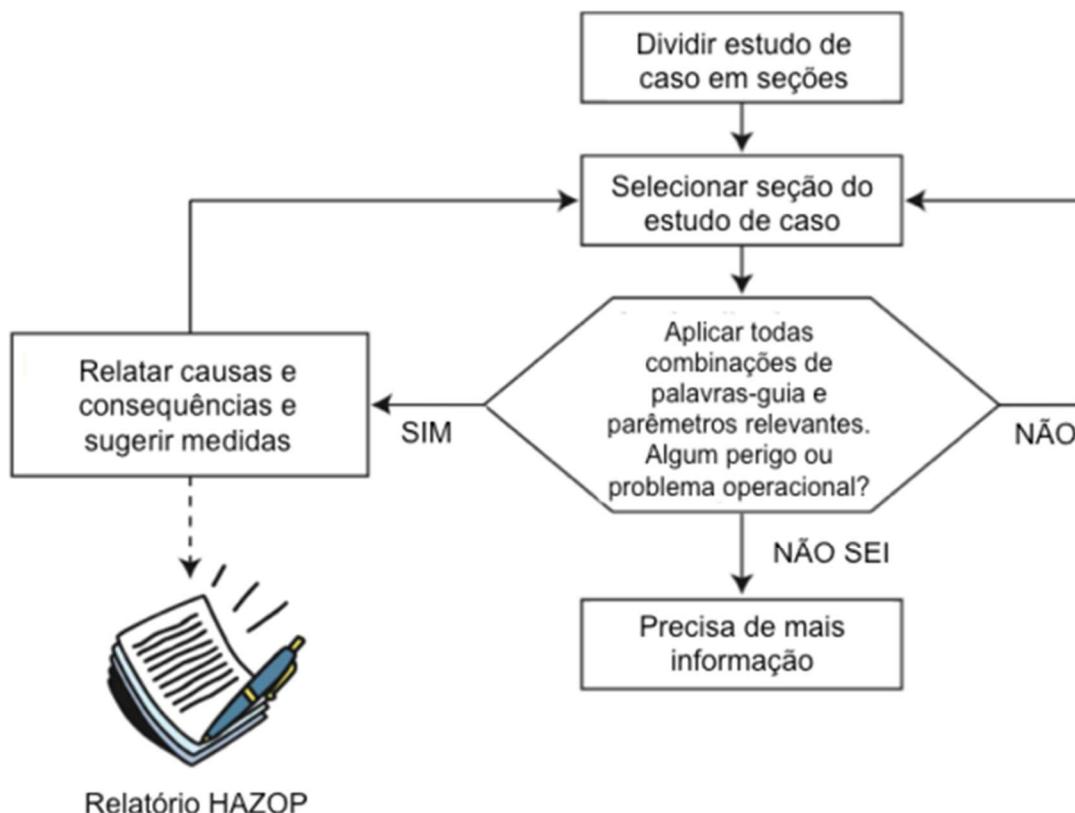
Esta técnica estruturada de análise de risco, chamada HAZOP (*Hazard and Operability Studies*) – Estudos de Perigo e Operabilidade foi inicialmente desenvolvida para analisar processos químicos que logo se estendeu para análise de outros sistemas operacionais (AGUIAR, s.d.).

Sua principal função é identificar os perigos de uma operação ou processo. Ao longo desta análise de risco, todos os desvios possíveis dentro de uma operação ou processo são listados, e com estes dados em mãos é possível definir causas e consequências para cada desvio, sendo então possível recomendar meios para eliminação ou mitigação dos perigos listados (AGUIAR, s.d.).

Por ser uma ferramenta de análise com um maior foco em indústria, fábricas e operações de manutenção, gera recomendações para solucionar não só perigos para a integridade física do colaborador, mas também consegue mitigar causas que gerem perda de continuidade operacional (AGUIAR, s.d.).

Para melhor referenciar este método a Figura 4 mostra o fluxo de como realizar uma análise de risco usando a técnica HAZOP. Mostrando que esta técnica, por ser um método qualitativo, baseada em guias de palavras-chave, precisa ser elaborada por um time multidisciplinar, o qual deve se reunir por um período de tempo até chegar em um relatório final (MARVIN, 2011).

**Figura 4** – Fluxo para elaboração de análise de risco com técnica HAZOP.



**Fonte:** MARVIN, 2011. (ADAPTADO PELO AUTOR)

#### 2.3.1.4. Técnica *What-If* para análise de risco

Seguindo a conceituação das metodologias de análise, o que pode ser chamado de *What-If*, ou de SWIFT (*Structured What If Technique*) – “Técnica Estruturada E Se?”, surgiu para suportar análise de dados GIS na geração de mapas, pois é necessária a geração de diferentes cenários baseados em diferentes dados teóricos e analíticos (ASGARY, KLOSTERMAN, RAZANI; 2007).

Este tipo de metodologia cria cenários com o intuito de verificar diferentes possibilidades para mitigar riscos analisados em um determinado processo ou equipamento, com o objetivo final de proteger a segurança e a saúde dos colaboradores, sendo considerada uma medida prevencionista dentro da Engenharia de Segurança do Trabalho (BATALHA, 2012).

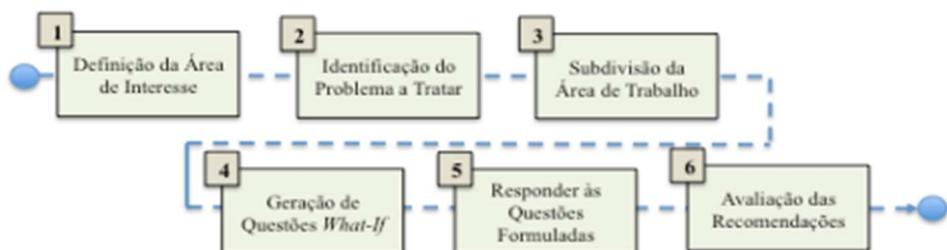
Esta técnica *What-If* (E Se?) possibilita ao time de envolvidos, a verificação os

perigos dos equipamentos e/ou processos que vem trabalhando, realizando questionamentos em casos de falhas e associando com possíveis acidentes caso nenhuma barreira seja colocada no local, logo os cenários criados conseguem relacionar possíveis recomendações de melhoria e mitigação de riscos (PITAGORAS, 2012).

O relatório final gerado a partir deste trabalho em equipe consegue mostrar de uma maneira clara e objetiva as situações de perigo existentes, operacionais ou não, sendo possível a compreensão por pessoas leigas que podem não ter feito parte da análise de risco (PONTES, et al., s.d.). Sendo assim a alta liderança envolvida com o processo de tomada de decisão conseguem ter um relatório confiável que permite avaliar o que pode acontecer nos seus processos e estabelecer como resultado, mudanças de cultura e aprovação de aplicação das barreiras recomendadas pelo relatório *What-If* (CARVALHO; BELO, s.d.).

Esta técnica de análise de risco descrita como *What-If* pode ser aplicada como mostra a Figura 5 abaixo.

**Figura 5** – Fluxo para elaboração de relatório *What-If*.



**Fonte** – CARVALHO; BELO, Centro de I&D ALGORITMI, s.d.

As vantagens desta técnica estão em conseguir identificar os perigos inerentes através de identificação de sistemas ou subáreas, sendo possível também relacionar diferentes ações de melhoria para atingir um grau aceitável de risco no ambiente de trabalho analisado. As desvantagens da aplicação de um método *What-If* é a necessidade de compor uma equipe com alto grau de conhecimento, pois tem um caráter não sistemático para composição da análise de risco (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2015).

### 2.3.2. Matriz de Risco Severidade X Probabilidade

Para realizar essa combinação, entre severidade e probabilidade, uma matriz de risco deve ser elaborada como tentativa de método qualitativo. Para a construção dessa matriz é necessária uma capacidade para avaliar a efetividade das medidas de mitigação de risco propostas pela análise *What-If*. Um exemplo de matriz de probabilidade e consequência pode ser encontrado na Tabela 1 abaixo (ioMosaic Corporation, 2009).

**Tabela 1 – Exemplo de Matriz de Risco**

		Consequência	1	2	3	4
		Frequência				
4	4	IV	II	I	I	
	3	IV	III	II	I	
	2	IV	IV	III	II	
	1	IV	IV	IV	III	

**Fonte:** ioMosaic Corporation, 2009. (ADAPTADO PELO AUTOR)

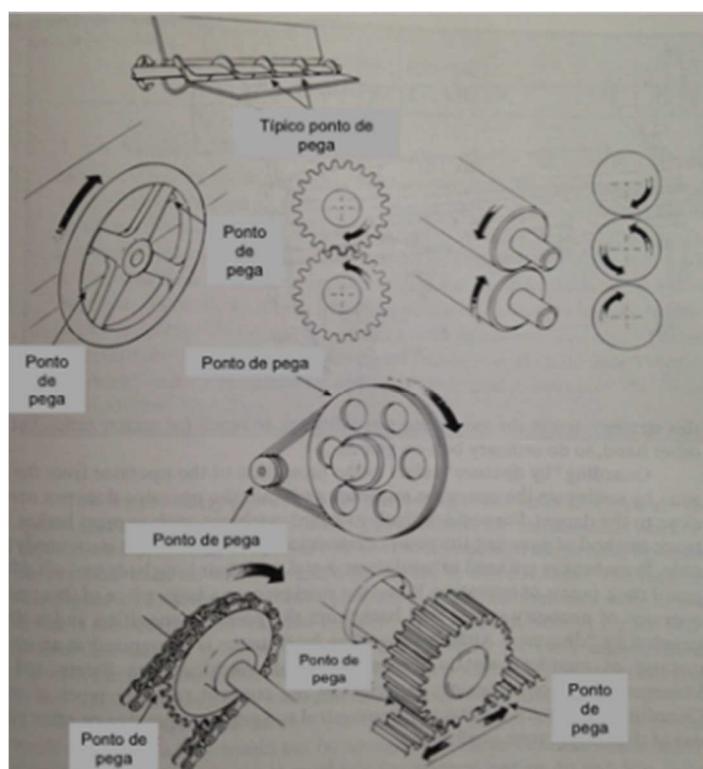
Com base nos dados levantados ao longo de uma análise de risco, levando em consideração a severidade e a probabilidade de se ocorrer um evento, as medidas de mitigação devem ser desenvolvidas com base na classificação referenciada na matriz mostrada pela tabela 1 acima.

## 2.4. PROTEÇÃO DE MÁQUINAS

O Ministério do Trabalho e Emprego – MTE – publicou a Portaria 211 de 9 de dezembro de 2015, alterando a norma regulamentadora NR 12 referente a Segurança do Trabalho em Máquinas e Equipamentos, aprovada pela Portaria número 3.214/1978, com redação dada pela Portaria no 197, de 17 de dezembro de 2010. A nova NR12 conta com novos itens, ampliando sua regulamentação sobre vários tipos de equipamentos e máquinas (NR-12, 2015).

Os perigos mecânicos de uma máquina podem ser listados como pontos de operação, pontos de transmissão de força, pontos de pega, partes rotativas da máquina, entre outros perigos relacionados a máquina, que são ruído, sistema elétrico, superfície quente, questões controladas por métodos não listadas por proteção de máquina, como requerido pela NR 12. Estes diversos perigos mecânicos inerentes a uma máquina podem ser observados na Figura 6 abaixo (SIQUEIRA, 2012).

**Figura 6** – Partes rotativas expostas, com pontos de pega.



**Fonte:** ASFAHL, C. RAY, 1999. (ADAPTADO PELO AUTOR)

Os procedimentos de trabalho e segurança não podem ser as únicas medidas de proteção adotadas para se prevenir acidentes, sendo considerados complementos e não substitutos das medidas de proteção coletivas necessárias para a garantia da segurança e saúde dos trabalhadores. (NR-12, 2015), sendo assim, existem vários meios de proteção, além de colocar anteparos, proteções fixas ou móveis, pois outras formas de proteção podem ser usadas concomitantemente, tendo, toda empresa, obrigação de ter um plano de manutenção de cada equipamento assim como ter uma metodologia de registro para quando estas ocorrerem (PEREIRA, 2005).

Para melhor realizar um gerenciamento de risco completo, os perigos associados aos equipamentos e acesso a uma unidade de tratamento de ar devem ser levantados, pois todo e qualquer tipo de equipamento oferece algum tipo de risco (McCONNELL, 2003).

Levando em consideração este aspecto de gestão de risco, a norma NBR 14009 sugere que as adequações de uma máquina sejam feitas através de uma análise de risco, ou seja, identificando os perigos inerentes aos equipamentos ou processos, a figura 7 abaixo mostra este fluxo de trabalho com base nesta Norma (NETO, 2014).

**Figura 7** – Processo interativo para o alcance de segurança



**Fonte** – ABNT NBR 14009, 1997 apud NETO, 2014.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A casa de máquinas 3 em estudo, ou como chamada pela empresa referenciada neste trabalho, AHU03 – *Air Handling Unit* – encontra-se na cobertura de um prédio corporativo, de três pavimentos, construído na década de 80, no bairro de Alphaville, em concreto armado, como indicado na Figura 8, e a cobertura é a superfície de trabalho que serve de acesso às casas de máquinas 1 (AHU-01), 2 (AHU-02), 3 (AHU-03) e 4 (AHU-04).

**Figura 8** – Prédio corporativo usado como base de estudo.



**FONTE:** arquivo pessoal.

Escolheu-se a casa de máquinas 3 para se desenvolver, inicialmente um projeto piloto de análise de risco e aplicação de recomendações de segurança, e se, se tornar um caso de sucesso será então replicado, pelo time multidisciplinar da empresa em estudo, até o final do ano de 2016, nas outras 10 casas de máquinas existentes no prédio corporativo estudado, sendo que as de número 1, 2, 3 e 4 possuem o mesmo acesso, por uma porta na cobertura, como mostrada na Figura 9, já sinalizada como uma área de acesso restrito à apenas a pessoas autorizadas, no caso apenas nove pessoas, do time da manutenção e segurança do trabalho.

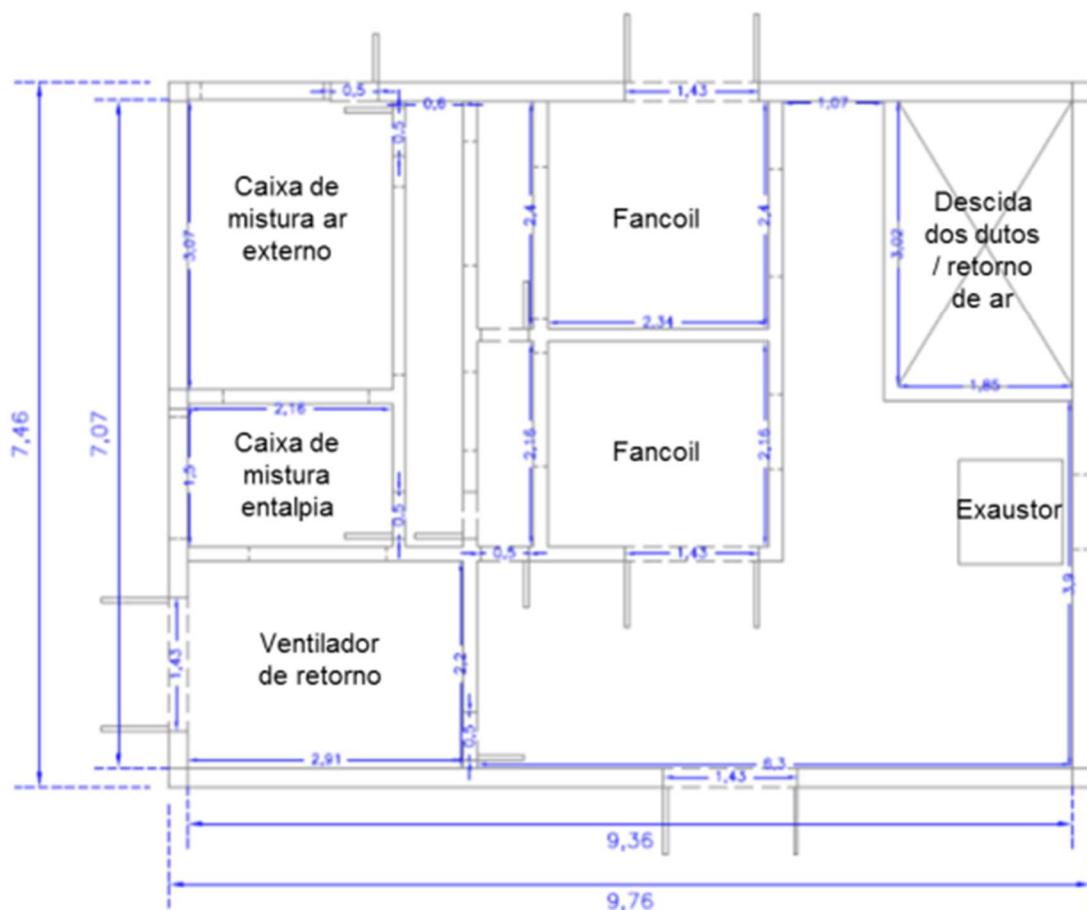
**Figura 9** – Acesso a cobertura onde se localiza a casa de máquinas 3.



**Fonte** – arquivo pessoal.

As cotas da casa de máquinas 3 podem ser encontradas na Figura 10, a qual representa a planta baixa deste espaço analisado, com uma área total de 72,80 m<sup>2</sup>.

**Figura 10** – Planta baixa da alvenaria da casa de máquinas 3.



**FONTE:** arquivo pessoal.

Os equipamentos analisados foram um exaustor e dois *fancoils*, os quais estão listados em um inventário, que também foi desenvolvido para este projeto piloto em conjunto com o mesmo time multidisciplinar de aplicação da técnica *What-If*. Estas máquinas podem então ser encontradas no APÊNDICE A, com a representação de acesso a eles e também os seus respectivos componentes de operação. Além destes equipamentos há também o *chiller* que realiza a refrigeração de todo sistema de ar condicionado do prédio em estudo e pode ser visto na Figura 11.

**Figura 11 – Chiller do sistema de ar condicionado do prédio em estudo.**



**FONTE:** arquivo pessoal.

O equipamento indicado na figura 11 acima, não fica representado dentro da figura 10, pois não se encontra na cobertura, mas é parte fundamental, pois é o sistema que refrigerará a água que passará pela serpentina e realizará a refrigeração do ar que irá para a zona de entrada de ar, sendo o próprio prédio corporativo.

### 3.2. APLICAÇÃO DO MÉTODO *WHAT-IF* DE ANÁLISE DE RISCO

Foi escolhido então o método *What-If* para realizar a análise de risco, se baseando nas vantagens e desvantagens das técnicas estudadas, pois a equipe multi-disciplinar montada para este projeto detinha alto grau de conhecimento sobre o ambiente de trabalho, sendo possível estruturar uma análise de risco baseada em

técnicas já amplamente utilizadas, por exemplo, avaliação do espaço de estudo, através de auditorias e inspeções realizadas por trabalhadores de diferentes áreas de atuação.

Com estas visitas técnicas, seguidas de inspeções, foi possível, como parte do fluxo de gestão de risco apresentado na seção 2.3.1., exemplificar através da figura 3, a relevância de criar um inventário de equipamentos da casa de máquinas 3, o qual foi usado como base para aplicação da técnica *What-If*, pela planilha apresentada na Tabela 2 representada abaixo, desenvolvida com base em referências bibliográficas diversas, já apresentadas neste trabalho, para que se chegasse a um formulário padrão a ser usado em quaisquer outros projetos dentro desta empresa, e que se tenha a necessidade de realizar uma análise de risco.

**Tabela 2** – Formulário padrão para elaboração de análise *What-if* para projetos realizados na empresa do Estudo de Caso.

Companhia				Time de Análise de Risco			
Site							
Área							
Data							
Metodologia							
Projeto							
Objetivos				Listar os riscos envolvidos, avaliar as consequências desses riscos, identificar as salvaguardas e propor recomendações quando necessário para projetos.			
Sistema		What-if (E Se?)	Perigo	Riscos	Barreira	Oportunidades de Melhoria	C P R
						C1	P1 R4
						C3	P3 R2
						C4	P4 R1
						C2	P3 R3

Para melhor entender como utilizar a tabela 2 apresentada acima, é possível seguir com o preenchimento das colunas com alguns dos exemplos a seguir, como em Sistema definir uma parte do todo, ou seja, uma parte do ambiente de trabalho em análise, como por exemplo, sistema de resposta da emergência.

Na coluna *What-If* é necessário se fazer perguntas passíveis de respostas, como “e se o sistema de resposta emergencia falhar?”, com esta pergunta formulada os perigos inerentes a este sistema são definidos, como inoperabilidade de sistema de emergência seguida dos riscos como não evasão do ambiente de trabalho por inaudibilidade de alerta sonoro no ambiente de trabalho. As barreiras existentes podem ser manutenções preventivas controladas através de cronograma de time de manutenção da empresa e oportunidades de melhorias implementar procedimento com inspeções semanais do sistema de emergencia do ambiente de trabalho.

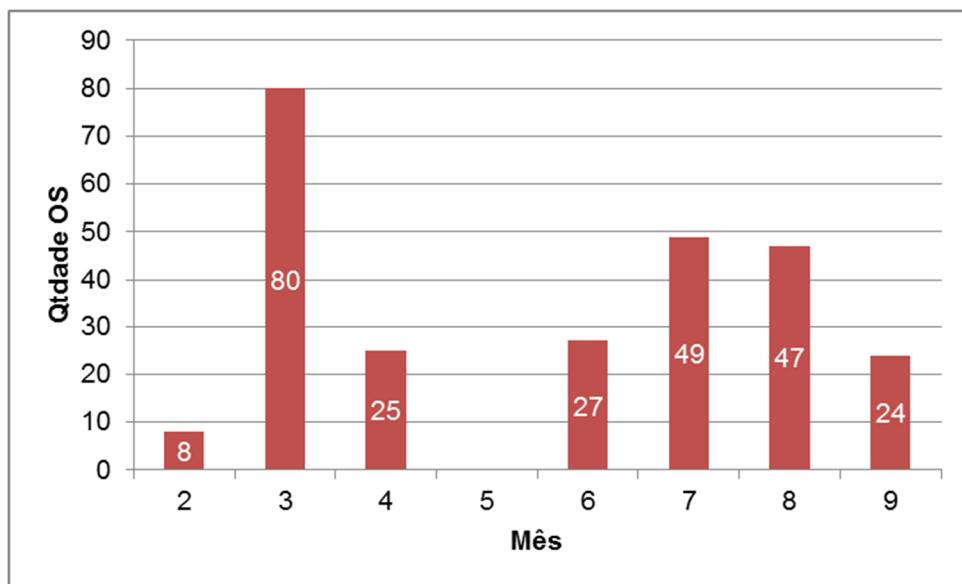
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para um maior embasamento para realização deste projeto piloto, foi usado o relatório de satisfação do usuário interno, no caso os ocupantes do prédio corporativo em estudo, referente a conforto térmico. Os dados desta pesquisa de satisfação interna podem ser encontrados no ANEXO A, de forma sucinta de como é gerado este relatório e, então foram compilados na Tabela 3 e melhor distribuídos no Gráfico 1, apresentados abaixo, estes dados são a tradução dos números de ordens de serviço relacionados a solicitação de ajuste de temperatura. Com apenas uma observação de que não foi possível ter a quantidade de ordens de serviço – OS – abertas no mês de maio por falha no sistema operacional de controle de satisfação de cliente interno.

**Tabela 3** – Número de ordens de serviço referente a conforto térmico, abertas por usuários internos.

Mês	Quantidade OS
2	8
3	80
4	25
5	-
6	27
7	49
8	47
9	24

**Gráfico 1:** Número de ordens de serviço abertas referente a conforto térmico.



**Fonte:** arquivo pessoal

Todas as ordens de serviço abertas são geradas através de um sistema de atendimento ao usuário interno e, estas ordens de serviço seguem diretamente ao time da empresa contratada residente na empresa de estudo para que realizem todos os serviços relacionados a manutenção do sistema de ar condicionado do prédio corporativo e questão.

É perceptível a diminuição no numero de abertura de ordens de chamado por conta de desconforto térmico, isso porque ao longo da avaliação deste processo, foi possível também melhorar o sistema de atendimento por parte dos operadores que realizavam as manutenções, melhorando suas rotinas e seus procedimentos de acesso.

Dito isso, para melhor avaliar como analisar os riscos destas atividades necessárias por abertura de ordens de serviço destes contratados, reuniões de time foram feitas, sendo convidados: engenheira eletricista responsável pela manutenção, médica do trabalho, técnico de segurança e engenheira ambiental e de energia da empresa.

Além de reuniões realizando simulados de mesa, ou seja, levantando problemas sem a visita ao campo de análise, também visitas rotineiras às casas de máquinas para monitorar tanto projeto em andamento nestas casas, quanto para avaliar o que seria necessário aprimorar de acordo com recomendações legais, os aspectos

da casa de máquinas 3. A descrição técnica dos equipamentos analisados por este time pode ser verificada na Tabela 4 abaixo.

**Tabela 4 – Descrição técnica dos equipamentos da casa de máquinas 3.**

AHU 3	Tag	Marca	Modelo	Rolamento	Motor	Potência	Rotação	Rolamento (motor)	Correia
VAV	VENT -0015	Ventilex	BLL-75-C3	ROLMAX UCR-213-40	GE	20 cv	1130 rpm	6309 zz	4 correias AXS-105
FIXO	VENT -0008	Ventilex	BLL-50-C3	ROLMAX NA 209-28	GE	7,5 cv	1600 rpm	6308 zz	2 correias AXS-76
Exaustor de retorno	VENT -0007	Ventilex	BSS-90-C3		GE	10 cv	1293 rpm	6309 zz	3 correias B-144
Exaustor de banheiro				YAR 206-2F				6206 zz	2 correias AX-39

Referente a proteções de máquinas e outras exigências feitas pela NR 12 do MTE, foram levantados, por registro fotográfico, algumas necessidades mais urgentes dentro da casa de máquinas 3 e todas estas recomendações, geradas por uma análise de risco, devem ser inseridas no sistema de gestão de não conformidades para que todo o time responsável pelo projeto tenha como acompanhar as ações necessárias para implementação das melhorias. É um sistema interno gerenciado pelo responsável por segurança, saúde e meio ambiente, no caso a engenheira ambiental da empresa, junto à liderança da empresa.

A figura 12 mostra a necessidade de se melhorar a sinalização da casa de máquinas 3, assim como seu acesso, pois a porta não é anti-pânico nem mesmo corta-fogo, além de ser antiga, pesada e projetada a criar um ambiente hermeticamente fechado, logo gera-se uma pressurização, dificultando a abertura da porta por quem está do lado de fora, caso seja necessário algum resgate ou combate a alguma emergência dentro da casa de máquinas 3 e, internamente não existe barramento anti-pânico para que quem estiver dentro trabalhando possa rapidamente sair do ambiente.

**Figura 12** – Porta de acesso a casa de máquinas 3.



**Fonte:** arquivo pessoal

Quanto a figura 13, existe um eixo central na voluta do ventilador exposto, como parte rotativa, expondo os trabalhadores que acessam tal local para realizar manutenção preditiva neste equipamento.

**Figura 13** – Eixo central da voluta do ventilador exposto, parte rotativa.



**Fonte:** arquivo pessoal

Caso similar ao apresentado anteriormente é encontrado na correia da voluta do ventilador, exibido abaixo pela figura 14.

**Figura 14** – Correia da voluta do ventilador exposto, parte rotativa.



**Fonte:** arquivo pessoal

Já a figura 15 representa um dispositivo de sistema de emergência com falha operacional, ou seja, em simulado de abandono foi verificada ineficiência em alerta sonoro deste equipamento.

**Figura 15** – Sistema de Emergência com falha operacional



**Fonte:** arquivo pessoal

A partir dos dados obtidos através das inspeções, auditorias e reuniões semanais com o time multifuncional formado, trabalhou-se no projeto piloto de adequação da casa de máquinas 3, na cobertura de acesso do prédio corporativo, para chegar a possíveis recomendações e, mesmo ainda sendo um estudo de caso, todas estas oportunidades de melhorias foram inseridas como *General SHE CAPAs – Conformity action pending items* (Itens pendentes de ação de conformidade), ou seja, dentro do sistema de gestão de segurança de trabalho da empresa, que se insere todos itens pendentes para ação de conformidade, logo a liderança tem oportunidade de receber estas notificações, comentá-las e até mesmo estabelecer prazos de cumprimento destas melhorias, caso aprovem sua aplicabilidade.

Com esta mesma equipe multidisciplinar, avaliou-se os riscos associados a casa de máquinas 3, desenvolvendo então, em conjunto, um inventário com todos os equipamentos e máquinas desta unidade tratadora de ar, para que este material fosse usado como base de aplicação da técnica *What-If*. Esta listagem, com descrições e imagens das máquinas, pode ser vista no APÊNDICE A.

Usando como base estas mesmas reuniões multidisciplinares, foi levantado uma série de perigos já inerentes ao local de acesso à casa de máquinas 3, como pode ser verificado na tabela 5 abaixo.

**Tabela 5 – Relação de perigos inerentes a Casa de Máquinas 3**

SISTEMA	EQUIPAMENTO	PERIGOS
Telhado	Entrada casa de máquinas.	Queda de nível 3º piso do prédio de estudo, trabalho em altura, possível trabalho em espaço confinado, escorregamento (quando em época de chuva)
Manutenções preventivas	Porta com fechamento a vácuo.	Inacessibilidade de saída do local do serviço, dificuldade de evasão.
Manutenções preventivas	Exposição a equipamentos ( <i>fancoils</i> , ventiladores, serpentinas, filtros, painéis de controle).	Partes rotativas, partes cortantes expostas, desníveis, curto circuito, superaquecimento, parada sistema ar condicionado, chicoteamento da correia, exposição a agentes patogênicos, choque mecânico, incêndio.

Os exemplos listados na Tabela 5 acima são algumas das sub-áreas definidas para a realização da análise de risco através do método escolhido *What-If*. Sendo definidos como sistemas e então buscando os perigos inerentes e possíveis riscos atrelados a cada um dos itens, melhor definidos no APÊNDICE B, isso para que esta própria técnica fosse melhor aplicada, ou seja, de uma forma mais eficaz, mostrando assim a realidade da casa de máquinas 3.

Para melhor verificar quais melhorias poderiam ser aplicáveis a cada um dos perigos então mapeados, foram levantadas as atividades realizadas na casa de máquinas 3, a partir de entrevista e reuniões feita com o time de análise de risco e com os contratados residentes responsáveis pelas manutenções do sistema de ar condicionado do prédio corporativo em estudo. Em geral, são atividades rotineiras para conservação deste sistema, considerado também de tratamento de ar, para manutenções preventivas e preditivas.

Algumas destas atividades estão relacionadas nas ordens de serviço, emitidas pela empresa contratante deste estudo a empresa contratada para realizar manutenção dos equipamentos da casa de máquinas 3, sendo relacionado na Tabela 6 abaixo.

**Tabela 6** – Relação dos tipos de ordens de serviço para manutenção preditiva e preventiva das casas de máquinas da empresa do estudo de caso.

ATIVIDADE	TIPO DE MANUTENÇÃO
Troca dos filtros, através da verificação da saturação do filtro por diferencial de pressão.	Inspeção mensal.
Análise de vibração dos motores dos equipamentos de acordo com PMOC da empresa.	Manutenção preditiva trimestral.
Limpeza das casas de máquinas, com varredura, logo equipamentos devem estar desligados para não afetar sistema de tratamento do ar condicionado.	Limpeza mensal.
Verificação diária de pressão de entrada e saída da água dentro da serpentina, realizando também a verificação se equipamentos estão ligados.	Três rondas diárias.
Medição de temperaturas do ar insuflado, tanto de entrada quanto de saída da água no sistema.	Três rondas diárias.
Ajuste da correia mecânica, com checagem de tensão, também realizado dentro do escopo das inspeções programadas dentro do programa de gerenciamento de manutenção.	Inspeção mensal.

Com todas estas informações foi possível aplicar o método *What-If* para se realizar uma análise de risco completa para um sistema de ar condicionado dentro de uma casa de máquinas de um prédio corporativo. O resultado final e completo desta avaliação pode ser encontrado no APÊNDICE B e, o resumo com os riscos prioritários estão referenciados na Tabela 7 abaixo.

**Tabela 7** – Recomendações com grau de risco 1 e 2.

Método	Sistema	Risco	Número de Recomendações
Ferramenta <i>What-If</i> (E Se?)	Casa de Máquinas	R1	Falta corrimão, uma escada fixa, um nivelamento e, rampa de acesso. Existe uma chave dentro da bocalina de emergência no acesso as casas de máquina.
	Resposta a Emergência	R1	Necessária identificação das rotas de fuga, dentro e fora das casas de máquina, sinalizações fotoluminescentes, saída de emergência identificada e lâmpadas de emergência em caso da falta de energia elétrica.
Ferramenta <i>What-If</i> (E Se?)	Casa de Máquinas	R2	Melhorar sinalização das casas de máquinas quanto aos painéis elétricos, falta identificação dos riscos das casas de riscos, instalar mapa de risco e porta documentos dentro dos ambientes.
	Casa de Máquinas	R2	Criar processo de trabalho para cada atividade com base em procedimentos de segurança (análises de risco, liberação de atividade), pedir laudo dos bombeiros sobre espaço confinado de cada casa de máquinas e instalar pontos de ancoragem para manutenção nos equipamentos.

Método	Sistema	Risco	Número de Recomendações
Ferramenta <i>What-If</i>	Equipamentos	R2	Melhorar proteção de máquina de acordo com requerimentos da NR 12, como sinalização de partes rotativas.
Se?)	Resposta a Emergência	R2	Melhorar manutenção preventiva mensal do sistema de emergência.
<b>Total de Recomendações geradas</b>			<b>6</b>

Estes riscos foram considerados como prioridade justamente pela aplicação da ferramenta de Matriz de Risco, e terão prioridade para levantamento de orçamentos com diferentes empresas que podem fornecer mãos-de-obra para desenvolvimento e implementação destas melhorias na casa de máquinas 3.

## 5. CONCLUSÕES

Concluindo, foi possível atingir o objetivo de elaboração de uma análise de risco, com a geração de 32 recomendações gerais a partir da aplicação da técnica *What-If*, levando em consideração diversos requerimentos legais de segurança do trabalho e, mesmo sendo um estudo de caso, muitas melhorias já foram feitas ao longo do projeto piloto.

Enquanto o time multidisciplinar de suporte a este projeto piloto realizava inspeções e auditorias na casa de máquinas 3, houve muitas aberturas de ordens de serviço, por conta da alteração da temperatura do prédio, pois o ar quente estava sendo insuflado para dentro do prédio com a necessidade de as portas de acesso ficarem abertas, pois por não serem adequadas a ficarem fechadas, enquanto as atividades estavam sendo realizadas pelos colaboradores dentro da área, poderia expor os colaboradores a algum risco a integridade física deles.

Esta situação fez a gerencia optar entre duas soluções disponíveis para continuar o estudo, ou se realizava as inspeções com a porta fechada para não afetar o conforto térmico das pessoas ocupantes do prédio corporativo ou deixaria continuar as atividades de inspeção e auditoria, mesmo afetando o conforto térmico, mas realizando um aviso geral sobre a necessidade de continuarmos o trabalho. A segunda opção foi escolhida, pois a maioria da população ocupante do site já se encontrava de férias e a diferença de temperatura era mínima e em casos extremos de desconforto, salas com centrais de ar condicionado separados foram disponibilizadas a estas pessoas.

Portanto algumas dificuldades também foram encontradas, como por exemplo, referentes à revisão da NR 12, a qual ocorreu no dia 9 de dezembro de 2015, afetando o andamento do presente trabalho, pois já nesta época o rascunho da monografia estava elaborado e, ao conhecimento técnico específico, como conceitos mecânicos, o que dificultou o entendimento do sistema em estudo como um todo.

Outros objetos de trabalho também foram desenvolvidos ao longo deste projeto, como a criação de um inventário de máquinas, o que auxilia a manutenção preditiva destes equipamentos assim como a preventiva nas operações do sistema de ar condicionado. Fechando então com um parecer positivo o estudo de caso.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. A.; **Metodologias de análise de riscos APP & HAZOP**, RIO DE JANEIRO, s.d.

AMARAL, M. M.; NUNES, R. C.; AMARAL, E. H.; **Metodologias para cálculo do risco por comparação de métodos**, Santa Maria, s.d. 13p.

ASFAHL, C. R. **Industrial safety and health management**, 4<sup>th</sup> ed. Prentice Hall International Series in Industrial and Systems Engineering. New Jersey, 1999. 474p.

ASGARY, A., KLOSTERMAN, R., RAZANI, A.; **Sustainable urban growth management using What-If**, Atkinson Faculty of Liberal and Professional Studies, York University, Canadá; Department of Geography and Planning, University of Akron, EUA; Department of Urban & Regional Planning, Iran, 2007 <<https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/49336/1/er07028.pdf>>. Último acesso em Dezembro 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14009**: Segurança de máquina – Princípios para apreciação de risco. Rio de Janeiro, 1997. 14p.

BATALHA, A.; **Identificação de perigos e avaliação de riscos**, Portugal, 2012. 55p.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR 12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**. Portaria Nº 211, de 9 de Dezembro de 2015. Brasília. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR12/NR-12atualizada2015II.pdf>>. Último acesso em Fevereiro de 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR 17 – Ergonomia**. Portaria SIT Nº 13, de 21 de Junho de 207. Brasília. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR17.pdf>>. Último acesso em Fevereiro de 2016.

DEWIS, M.; **Tolley's health and safety at work 1997**. 9 ed. Croydon, Surrey; Tolley, 1996. 1 v. (várias paginações).

FREIRE, D. A. M. F.; ZIVIANI, J.; **Avaliação do ciclo de vida da produção de DuPont™ através de simulações feitas no software SIMAPRO™**, Sorocaba, 2011. 58 p.

**Hazard identification and risk assessment, Module 3**, Center for Dairy Farm Safety University of Wisconsin, EUA. Disponível em: <[https://www.osha.gov/dte/grant\\_materials/fy11/sh-22318-11/Mod\\_3\\_HazardIDInstructorNotes.pdf](https://www.osha.gov/dte/grant_materials/fy11/sh-22318-11/Mod_3_HazardIDInstructorNotes.pdf)>. Último acesso em Janeiro 2016.

**IKEDA, M. J.; Determinação de índices de ajuste no controle de sistema de condicionamento de ar do tipo “teto frio”**, São Paulo, 2008. 190 p.

ioMosaic Corporation Whitepaper; **Designing an effective risk matrix**, 2009.

**ISABEL L. N., Occupational safety and health risk assessment methodologies**, DEMI, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2010. Disponível em: <[http://oshwiki.eu/wiki/Occupational\\_safety\\_and\\_health\\_risk\\_assessment\\_methodologies](http://oshwiki.eu/wiki/Occupational_safety_and_health_risk_assessment_methodologies)>. Último acesso em Janeiro de 2016.

**LAPA, R. P.; GOES, M. L. S.; Investigação e análise de incidentes – Conhecendo o Incidente para prevenir**, 1 ed. – São Paulo, EDICON, 2011. 386 p.

**MARAN, M.; Manutenção baseada em condição aplicada a um sistema de ar condicionado como requisito para sustentabilidade de edifício de escritórios**, São Paulo, 2011. 121p.

**McCONNELL, S. M.; Building a successful machine safeguarding program**, Denver, 2003.

**NETO, O.; NR12 em máquinas operatrizes – aplicação das normas NBR14009 e NBR14153 em análise de risco e definição de categoria de proteção**, São Paulo, 2014. 59 p.

**OSHA. General requirements for all machines, 2013.** Disponível em: <[https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARD&p\\_id=9836](https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARD&p_id=9836)>. Acesso em Dezembro de 2015.

**PEREIRA, A. D.; Tratado de segurança e saúde ocupacional aspectos técnicos e jurídicos**, São Paulo, 2005. 2 v. 389 p.

**PONTES, R.; LEITE, M. S.; DUARTE, D.; Uma filosofia para o gerenciamento dos riscos na construção civil.** Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1998\\_art367.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1998_art367.pdf)>. Último acesso em Janeiro de 2016.

**RAUSAND, M. Hazard and operability study System Reliability Theory** 2a ed: Wiley, 2004. Páginas 42 / 44.

SANTOS, E. O.; **Dimensionamento e avaliação do ciclo de refrigeração de sistema de climatização automotivo**, São Paulo, 2005.

SECRETARIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO – SIT; **Manual de aplicação da Norma Regulamentadora N 17**. 2<sup>a</sup> ed. MTE, 2002. 111 p.

SILBERMAN, T. D. A.; MATTOS, U. A. O.; **Metodologia para análise de risco: estudo em uma unidade de co-geração de energia de um shopping center de macaé**, Niterói, RJ, 2008.

SILVEIRA, S. R. L.; **Aplicação da técnica de análise preliminar de risco (APR) – para avaliação de risco no trabalho de Tunnel Liner**, Curitiba, 2014. 71 p.

SIQUEIRA, L.; **Programa de adequação de equipamentos da área de corte e crimpagem de uma indústria de cabos elétricos à nova versão da NR-12**, São Paulo, 2012. 110p.

STERLKING, R. et al. **Model-based fault detection and diagnosis of air handling units: a comparison of methodologies**, 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABILITY IN ENERGY AND BUILDINGS, SEP-14, 2014.

SUZUKI, E. H.; **Avaliação do conforto térmico e do nível de CO<sub>2</sub> em edifícios de escritório com climatização artificial na cidade de São Paulo**, São Paulo, 2010. 146 p.

TRAMMELL, S. R.; DAVIS, B. J.; **Reducing process safety and environmental risks using a hybrid HAZOP and FMEA technique**, Environmental services, Austin, Texas.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – **Escola Politécnica da Universidade de São Paulo curso de especialização de Segurança do Trabalho. Disciplina gerência de risco**. Ano 2015. 269 p.

UNIVERSIDADE PITAGORAS; **Curso de especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Disciplina Gerência de Riscos I – Guia de estudo parte II – Norma ISO 31.000:2009**. Página 4. Ano 2012.

VAREJÃO, F. M. D.; **Modelo de gestão de segurança do trabalho pela atuação preventiva sobre causas de incidentes críticos em processos de produção industrial**, Recife, 2009. 85p.

## GLOSSÁRIO

**Consequência** – corresponde a seriedade de um efeito de uma potencial falha na ausência de barreira.

**Frequência** – uma avaliação da taxa de probabilidade que uma possível falha possa acontecer em decorrência da ausência de qualquer barreira.

**Detecção** – forma de mensurar quanto provável é de um controle detector uma possível falha ou prevenir uma antes que afete um colaborador, o processo ou a infraestrutura.

**Perigo** – é uma condição ou um conjunto de circunstâncias presentes que podem provocar uma lesão potencial. Os perigos são divididos em duas grandes categorias:

- Perigos a saúde (causa doença ocupacional)
- Perigos a segurança (causa dano físico – lesões).

**Risco** – combinação da probabilidade de ocorrência de um evento perigoso ou exposição com a gravidade da lesão ou doença que pode ser causada pelo evento ou exposição.

**Incidente** – evento relacionado ao trabalho no qual uma lesão, doença ou fatalidade ocorreu ou poderia ter ocorrido (inclui acidentes, quase acidentes e emergências).

**Acidente** – evento não planejado que resulta em morte, doença, lesão, dano ou outra perda.

**Entalpia** – pode ser determinada a partir dos valores de temperatura e umidade relativa por meio das propriedades do ar úmido.

## ANEXO A

<b>Mês</b>	<b>Ano</b>	<b>OS execução</b>	<b>Solicitante</b>	<b>Tipo Serviço</b>
2	2015	L52037	Funcionário 073	Ajuste temperatura
2	2015	L52033	Funcionário 001	Ajuste temperatura
3	2015	L51918	Funcionário 073	Ajuste temperatura
3	2015	L53018	Funcionário 073	Ajuste temperatura
4	2015	L53618	Funcionário 073	Ajuste temperatura
4	2015	L54146	Funcionário 073	Ajuste temperatura
6	2015	L57091	Funcionário 076	Ajuste temperatura
6	2015	I57450	Funcionário 076	Ajuste temperatura
7	2015	L57818	Funcionário 075	Ajuste temperatura
7	2015	L58580	Funcionário 076	Ajuste temperatura
8	2015	L59316	Funcionário 075	Ajuste temperatura
8	2015	L60145	Funcionário 075	Ajuste temperatura
9	2015	L60990	Funcionário 075	Ajuste temperatura
9	2015	L60245	Funcionário 001	Ajuste temperatura

## APÊNDICE A

Inventário de Máquinas e Equipamentos - NR12					
Nome da Máquina: Exaustor Sanitário 3		Capacidade: Vazão de 219 m <sup>3</sup> /min.			
Tipo da Máquina: Exaustor		Tensão Nominal: 380V			
Modelo: SVDL-400		Fabricante / Origem: Motovent			
Área / Setor: Casa de máquina 3		Número / TAG / Ativo: Inexistente			
Revisão	Data	Natureza da Inspeção			
0	14/06/15	Fazer levantamento dos equipamentos localizados na casa de máquina 3.			
PLANTA BAIXA COM A LOCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, TOMADAS E ILUMINAÇÃO					
					
Casa de Máquina – 3					
FOTO DA MÁQUINA / EQUIPAMENTO					
					
SISTEMAS DE SEGURANÇA					
Item	Descrição	Localização	Finalidade		
1	Chave seccionadora para bloqueio de energias perigosas.	No painel elétrico.	Permite realizar o bloqueio de energia elétrica para realizar intervenções no equipamento.		
2	Espaço para acesso.	Ao redor do equipamento.	Permite acesso seguro para realizar manutenção.		
3	Sinalização de segurança, para utilização de EPI.	Porta de entrada principal.	Sinalização para a utilização dos equipamentos de proteção individual ao realizar qualquer tarefa na casa de máquina.		

Inventário de Máquinas e Equipamentos - NR12					
Nome da Máquina: Fan Coil 0007				Capacidade: Vazão de 31.500m <sup>3</sup> /h	
Tipo da Máquina: Sistema de exaustão				Tensão Nominal: 380V	
Modelo: BLL-75-C3				Fabricante / Origem: Ventilex	
Área / Setor: Casa máquina 3				Número / TAG / Ativo: VENT0015	
Revisão	Data		Natureza da Inspeção		
0	14/08/15	Fazer levantamento dos equipamentos localizados na casa de máquina 3.			
FOTO DA MÁQUINA / EQUIPAMENTO					
					
SISTEMAS DE SEGURANÇA					
Item	Descrição	Localização	Finalidade	Foto	
1	Gaiola de proteção.	Escada tipo marinheiro.	Possibilitar a subida e descida com segurança.		
2	Sinalização de segurança, para utilização de EPI.	Parede, próximo à escada.	Sinalização para a utilização do cinto de segurança e talabarte duplo para subir as escadas.		
3	Proteção fixa.	Correia do motor.	Proteção do contato com as correias do motor em movimento.		
4	Proteção fixa.	Eixo da máquina.	Proteção do contato com o eixo em movimento da máquina.		
5	Espaço para acesso.	Ao redor do equipamento.	Permite acesso seguro para realizar manutenção.		
6	Chave seccionadora para bloqueio de energias perigosas.	No painel elétrico.	Permite realizar o bloqueio de energia elétrica para realizar intervenções no equipamento.		

Inventário de Máquinas e Equipamentos - NR12				
Nome da Máquina: Fan Coil 0008		Capacidade: Vazão de 13.688m <sup>3</sup> /h		
Tipo da Máquina: Sistema de ar condicionado		Tensão Nominal: 380V		
Modelo: BLL-50-C3		Fabricante / Origem: Ventilex		
Área / Setor: Casa máquina 3		Número / TAG / Ativo: VENT0008		
Revisão	Data	Natureza da Inspeção		
0	14/08/15	Fazer levantamento dos equipamentos localizados na casa de máquina 3.		
FOTO DA MÁQUINA / EQUIPAMENTO				
SISTEMAS DE SEGURANÇA				
Item	Descrição	Localização	Finalidade	Foto
1	Sinalização de segurança, para utilização de EPI.	Na porta de entrada principal.	Sinalização para a utilização dos equipamentos de proteção individual ao realizar qualquer tarefa na casa de máquina.	
2	Proteção fixa.	Na correia do motor.	Proteção do contato com as correias do motor em movimento.	
3	Proteção fixa.	Eixo da máquina.	Proteção do contato com o eixo em movimento da máquina.	
4	Escada de acesso.	Na porta de entrada de acesso ao equipamento.	Permite acesso seguro ao equipamento.	
5	Espaço para acesso.	Ao redor do equipamento.	Permite acesso seguro para realizar manutenção.	
6	Chave seccionadora para bloqueio de energias perigosas.	No painel elétrico.	Permite realizar o bloqueio de energia elétrica para realizar intervenções no equipamento.	

## APÊNDICE B

<b>Companhia</b>	Empresa de Estudo de Caso				<b>Time de Análise de Risco</b>				
<b>Local</b>	Alphaville				Engenheira Eletricista				
<b>Área</b>	Casa de Máquinas 3				Gerente de Facilidades				
<b>Data</b>	29/12/2015				Técnico de Segurança				
<b>Metodologia</b>	What-if (E Se?)				Engenheira de Energia				
<b>Objetivos</b>	Listar os riscos envolvidos, avaliar suas consequências, identificar as barreiras de proteção e propor recomendações quando necessário para as casas de máquina de tratamento de ar.				Engenheira Ambiental Supervisor empresa contratada de manutenção de sistema de ar condicionado				
<b>Sistema</b>	<b>What-if (E Se?)</b>	<b>Perigos</b>	<b>Riscos</b>	<b>Barreira</b>	<b>Oportunidades de Melhoria</b>	<b>C</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>Observações</b>
Equipamentos	As partes giratórias estiverem expostas (correias, eixo giratório)?	Partes giratórias sem proteção máquina	Corte ou pressamento, dilaceração de membros, enferratamento, morte.	Proteção de máquina	Melhorar proteção de máquina de acordo com requerimentos NR-12, sinalização de partes rotativas.	C4	P2	R2	
	As chapas das bandejas de água condensada das serpentinas não estiverem protegidas?	Partes cortantes expostas	Corte.	Proteção de quinas	Melhorar bandeja retirando quinas com aço inoxidável, deixando apenas arredondando as pontas.	C2	P2	R4	
	Cair água do sistema de refrigeração ou por infiltração no CCM?	Curto circuito	Explosão, princípio de incêndio, choque elétrico.	Vedaçāo dos conduites	Fechamento da passagem dos conduites até o CCM com placa corta-fogo e vedação.	C3	P2	R3	
	A serpentina for obstruída por sujidades?	Parada do sistema de ar condicionado	Desconforto térmico, fadiga, mal súbito.	Limpeza periódica e externa da serpentina		C2	P1	R4	

Sistema	What-if (E Se?)	Perigos	Riscos	Barreira	Oportunidades de Melhoria	C	P	R	Observações
	A correia estou-rar?	Chicoteamento da correia	Corte, dilacer-ação de mem-bros.	Proteção de má-quina e alarme no sistema de super-visão.	Melhorar proteção de máquina de acordo com requerimentos NR-12, sinalização de partes rotativas.	C3	P1	R4	
	Houver um ex-cesso de vibra-ção na voluta?	Sincronismo do sistema de ar con-dicionado	Desconforto térmico da popu-lação ocupante, fadiga, mal súbi-to.	Analise de vi-bração periódica		C2	P2	R4	
	Houver sobre-car-ga ou sobre ten-são no CCM - Centro de Con-tróle de Motores?	Curto circuito ou superaquecimento.	Explosão, princí-pio de incêndio, choque elétrico.	Fusível, disjun-tores, relé térmicos, detector de fuma-ça, manutenção preventiva anual no CCM e termo-grafia semestral.	N/A	C4	P1	R3	
	O motor travar?	Parada do sistema de ar condicionado e superaquecimen-to do motor.	Princípio de incêndio no mo-tor; desconforto térmico da popu-lação ocupante, fadiga, mal súbi-to.	Enclausuramento do motor, disjun-tor, relé térmico, fusíveis.	N/A	C2	P2	R4	
	Houver entupi-mento interno da serpentina?	Parada do sistema de ar condicionado, estouro da serpen-tina por sobre pres-são.	Desconforto térmico da popu-lação ocupante, fadiga, mal súbi-to; lesão.	Tratamento do sistema de água gelada e limpeza periódica do filtro Y.	N/A	C2	P1	R4	

Sistema	What-if (E Se?)	Perigos	Riscos	Barreira	Oportunidades de Melhoria	C	P	R	Observações
Casas de Máquinas	Os espaços para manutenção não forem o suficiente?	Não conseguir evadir do local de manutenção, baixa qualidade e produtividade do serviço a ser executado.	LER, problemas ergonômicos, mal súbitos.	N/A	Criar processo de trabalho para cada atividade com base em procedimentos de Segurança (análises de risco, liberação de atividade), laudo dos bombeiros sobre espaço confinado de cada casa de máquinas. Instalar pontos de ancoragem para manutenção nos equipamentos da casa de máquinas.	C3	P3	R2	
	O dreno estiver com vazamento ou se não houver escoamento através dos ralos?	Água nos equipamentos, curto circuito, queda de forro entre os pisos do prédio.	Queda, es-corregamento, choque elétrico.	Proteção contra sujidades nos ralos, inspeção periódica dos ralos,	Bandeja de contenção embaixo dos ralos	C2	P2	R4	
	Não houver energia elétrica?	Desnível, choque mecânico. Parada do sistema de ar condicionado.	Queda de nível, lesão. Desconforto térmico, fadiga e mal súbito.	Gerador.	Iluminação de emergência	C1	P3	R4	

Sistema	What-if (E Se?)	Perigos	Riscos	Barreira	Oportunidades de Melhoria	C	P	R	Observações
Componentes	As válvulas de água gelada emperrar?	Parada do sistema de ar condicionado e aumento de pressão na linha.	Desconforto térmico da população ocupante, fadiga, mal súbito.	Desvio de água pela diferença de pressão.	N/A	C2	P1	R4	
	Os filtros não forem trocados ou lavados de acordo com a periodicidade exigida pelo PMOC?	Presença de fungos, bactérias e material particulado.	Inalação de MP, parasitas e doenças respiratórias.	Lavagem e troca periódica dos filtros, análise de qualidade do ar.	Manter casas da máquina limpas e realizar análise de qualidade de ar dentro das casas de máquina.	C2	P2	R4	
	O manômetro e o termômetro da linha de água gelada não funcionarem?	Não ter leitura correta da pressão e temperatura do sistema, projeção de jato água, quebra de vidro do componente.	Corte (com estilhaços de vidro e jato), queimadura. Desconforto térmico pela população ocupante.	Sensor de pressão dentro da linha controlado pela automação e inspeção dos componentes diária.	N/A	C2	P1	R4	
	Baixar a pressão na tubulação de água gelada?	Baixo rendimento do sistema.	Desconforto térmico da população ocupante, fadiga, mal súbito.	Alertas no sistema de automação e parada de emergência.	Monitoramento e inspeção diária.	C2	P3	R3	
	O ventilador de retorno não funcionar?	Sem renovação de ar no predio com aumento de CO2 e temperatura	Desconforto térmico da população ocupante, fadiga, mal súbito.	Manutenção preventiva dos ventiladores e alarmes do sistema de automação	Monitoramento e inspeção diária.	C3	P2	R3	

Sistema	What-if (E Se?)	Perigos	Riscos	Barreira	Oportunidades de Melhoria	C	P	R	Observações
	Não houver portinhola nas escadas marinheiro?	Acesso a nível maior de 2,00 m sem qualificação para trabalho em altura e sem uso de EPIs (NR35).	Queda de nível, morte.	Sinalização de acesso restrito a cobertura e sistema de controle por vigilância de acesso.	Instalação de portinhola nas escadas marinheiro e controle de acesso por chave.	C3	P1	R4	Trabalho em altura a partir de 1,80 m de acordo com requerimento interno da empresa do estudo de caso.
	Os acessos (entrada e equipamentos) forem inadequados?	Degraus, desniveis, portas fora de padrão criando acessos aos corredores os quais são caracterizados como espaço confinado. (NR33)	Morte, tropeços, quedas, choque mecânico, torções, mal súbito.	Inexistente	Corrimão, escada fixa, nivelamento, rampa de acesso. Botão com chave para acesso de emergência.	C4	P3	R1	Realizar laudo com visita dos bombeiros para confirmação de espaço confinado.
	Não houver ou forem as sinalizações forem inadequadas?	Acesso de pessoas não autorizadas, desnível, falha de comunicação, dificuldade de evadir.	Choque elétrico, queda de nível, queimadura, tropeço, choque mecânico, ficar preso no local.	Acesso restrito, nomes das casas de máquinas, sinalização EPIs, sinalizações em apenas alguns painéis do CCM.	Melhorar sinalização das casas de máquinas, todos os painéis elétricos identificados, identificação dos riscos das casas de riscos, não ultrapassar linha amarela (queda da cobertura), mapa de risco, saída de emergência e rotas de fuga. Instalar porta documentos dentro das casas de máquinas.	C3	P3	R2	
	Shaft não estiver protegido?	Desnível	Morte, queda.	Gradeamento para barrar o acesso ao shaft.	N/A	C4	P1	R3	

Sistema	What-if (E Se?)	Perigos	Riscos	Barreira	Oportunidades de Melhoria	C	P	R	Observações
Cobertura	Uma porta emperrar?	Ficar preso*	Síndrome do pânico, mal súbito.	Inexistente	1. Portas corredores: deixar dentro dos padrões (pelo menos 1 m de largura e 2,10 de altura). 2. Portas de acesso geral a casa de máquinas: instalar sistema de barramento anti-pânico considerando ainda a necessidade de a casa permanecer hermeticamente fechada trancada a chave.	C1	P1	R4	
	Os acessos de entrada forem inadequados?	Pessoa não autorizada acessar	Choque elétrico, queda de nível, queimadura, tropeço, choque mecânico, ficar preso no local.	Sinalização de acesso restrito a cobertura e sistema de controle por vigilância de acesso e trancamento da porta.	Trocar boteira blindada para acesso de emergência e continuar com acesso controlado por chave.	C3	P2	R3	
	Houver obstáculos para acesso ou evacuação da cobertura?	Dificuldade de evasão	Queda, tropeços, choque mecânico, ficar preso no local.	Plataformas de circulação na cobertura.	N/A	C2	P1	R4	
	O piso for escorregadio?	Deslizamento	Queda, torção, quebra de membros.	Inexistente	Pintura antiderrapante.	C2	P3	R3	

Sistema	What-if (E Se?)	Perigos	Riscos	Barreira	Oportunidades de Melhoria	C	P	R	Observações
	O sistema de entalpia não funcionar?	Desbalanceamento do sistema do ar condicionado.	Desconforto térmico da população ocupante, fadiga, mal súbito.	Sistema de automação, manutenção preventiva, possibilidade de operação manual das aletas da caixa de mistura.	N/A	C2	P2	R4	
Processo de Refrigeração	O retorno de ar estiver subdimensionado (excesso de pessoas no prédio)?	Sem renovação de ar no prédio com aumento de CO <sub>2</sub> e temperatura.	Desconforto térmico da população ocupante, fadiga, mal súbito.	Sistema MAXIMO para ordens de serviço; comissionamento de projeto e balançamento.	Plano para revisão de projetos.	C2	P1	R4	
	O sistema de automação não funcionar?	Perda de controle do sistema de ar condicionado.	Desconforto térmico da população ocupante, fadiga, mal súbito.	Possibilidade de trabalho manual, rondas diárias no sistema.	N/A	C2	P1	R4	
Resposta a Emergência	Não houver iluminação de emergência?	Dificuldade de evadir, desnível, dificuldade de locomoção.	Queda, tropeços, choque mecânico, ficar preso no local.	Inexistente	Identificação das rotas de fuga, dentro e fora das casas de máquina, sinalizações fotoluminescentes, saída de emergência identificada, lâmpadas de emergência em caso de falta de energia elétrica.	C3	P4	R1	

Sistema	What-if (E Se?)	Perigos	Riscos	Barreira	Oportunidades de Melhoria	C	P	R	Observações
Houver um princípio de incêndio?	Incêndio		Queimadura, morte, asfixia, queda, falha da brigada.	Rádios para comunicação, procedimento operacional para manutenção, alertas sonoros e luminosos, hidrantes, extintores, detectores de fumaça e botoeiras.	Rotas de fuga, estudo de viabilidade do sistema de emergência por Bombeiros, manutenção corretiva dos sistemas de alarme e continuar com manutenção preventiva mensal. Manutenção das boas (teste) mensal.	C4	P1	R3	
Não houver time da Brigada?	Falha no atendimento a emergência		Morte, queimadura, falta de atendimento de incidente por falta de integrante em time da Brigada.	Parte da Brigada é composto pelo time da manutenção, inclusive trabalhadores que acessam a cobertura são treinados; realização de pelo menos dois simulados por ano no prédio corporativo.	Realizar simulados específicos em casas de máquinas a cada semestre, manter time da brigada qualificado com treinamentos anuais e reunião mensal do time da Brigada. 100% do time da manutenção fazer parte da Brigada.	C3	P1	R4	
O sistema de emergência não funcionar?	Não evasão do prédio, não acionamento da brigada.		Queimadura, queda, morte, asfixia, prensamento.	Rádio de comunicação (se houver trabalhador no local) e câmaras de vigilância.	Manutenção preventiva mensal do sistema de emergência.	C3	P3	R2	