

Renata Heidtmann-Bemvenuti  
Andria Lemos Huelsen Decio  
Carolina Paz da Cruz  
Luis Antonio dos Santos Franz



# GESTÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS

Técnicas para o processo de avaliação de riscos

2021

**Renata Heidtmann-Bemvenuti  
Andria Lemos Huelsen Decio  
Carolina Paz da Cruz  
Luis Antonio dos Santos Franz**

**GESTÃO DE RISCOS  
OCUPACIONAIS  
TÉCNICAS PARA O PROCESSO DE  
AVALIAÇÃO DE RISCOS**

**EDITORA PASCAL  
2021**

**2021 - Copyright© da Editora Pascal**

**Editor Chefe:** Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

**Edição e Diagramação:** Eduardo Mendonça Pinheiro

**Edição de Arte:** Marcos Clyver dos Santos Oliveira

**Bibliotecária:** Rayssa Cristhália Viana da Silva – CRB-13/904

**Revisão:** Autores

### **Conselho Editorial**

Dr. Aruanã Joaquim Matheus Costa Rodrigues Pinheiro

Dr. Fabio Antonio da Silva Arruda

Dr. Will Ribamar Mendes Almeida

Dr<sup>a</sup>. Helone Eloisa Frazão Guimarães

Dr<sup>a</sup>. Samantha Ariadne Alves de Freitas

Dr<sup>a</sup>. Aurea Maria Barbosa de Sousa

Dr<sup>a</sup>. Sinara de Fátima Freire dos Santos

Dr<sup>a</sup>. Mireilly Marques Resende

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

#### **H465t**

Heidtmann-Bemvenuti, Renata; Decio, Andria Lemos Huelsen; Cruz, Carolina Paz da; Franz, Luis Antonio dos Santos

Gestão de Riscos Ocupacionais: técnicas para o processo de avaliação de riscos / Renata Heidtmann-Bemvenuti, Andria Lemos Huelsen Decio, Carolina Paz da Cruz, Luis Antonio dos Santos Franz — São Luís: Editora Pascal, 2021.

f. ; il.:

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-86707-66-3

D.O.I.: 10.29327/542097

1. Segurança e Saúde do Trabalho. 2. Riscos Ocupacionais. 3. Ciclo PDCA. 4. Plano de ação e controle de risco. I. Heidtmann-Bemvenuti, Renata. II. Decio, Andria Lemos Huelsen. III. Cruz, Carolina Paz da. IV. Franz, Luis Antonio dos Santos. V. Título.

CDD: 331.461

Qualquer parte deste livro poderá ser reproduzida ou transmitida, sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros, desde que seja citado o autor.

**2021**

[www.editorapascal.com.br](http://www.editorapascal.com.br)



# AUTORES



## **Renata Heidtmann-Bemvenuti**

Possui graduação em Engenharia de Alimentos (2008), mestrado (2011) e doutorado (2014) em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Federal do Rio Grande, especialização em Gestão da Segurança de Alimentos pelo SENAC-RS (2012) e Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho (2016) pela Universidade Católica de Pelotas. Tem experiência na área de Segurança do Trabalho, com ênfase em Gestão de Riscos Ocupacionais e Higiene Ocupacional e na área de Qualidade de Processos e de Produtos.



## **Andria Lemos Huelsen Decio**

Graduanda dos cursos de Engenharia de Produção, na Universidade Federal de Pelotas, e de Odontologia, na Universidade Católica de Pelotas. Possui ensino médio pela Escola Estadual Érico Veríssimo (2014). Tem experiência na área de Avaliação de Riscos.



# AUTORES



## **Carolina Paz da Cruz**

Graduanda do curso de Engenharia de Produção, na Universidade Federal de Pelotas. Possui formação técnica em Segurança do Trabalho pelo Instituto Anglicano Mélanie Granier (2007), atuante nos ramos de construção civil, silvicultura, agricultura e energias renováveis, com experiência em gestão, identificação de riscos laborais, planos e procedimentos de segurança, medições e avaliações de riscos, com conhecimento em sistemas de gestão.



## **Luis Antonio dos Santos Franz**

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande (2001), Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2003) e doutorado em co-tutela em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brasil) e pela Universidade do Minho (Portugal) (2009). Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Garantia de Controle de Qualidade, Saúde e Segurança Ocupacional, atuando principalmente nos seguintes temas: Gerência da Produção, Qualidade, Gerência de Serviços, Seis Sigma, Gestão da Saúde e Segurança do Trabalho e Ergonomia.



# PREFÁCIO

O propósito deste livro é auxiliar estudantes e profissionais de Segurança e Saúde do Trabalho (SST) no desenvolvimento e cumprimento do Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (GRO), previsto como obrigatório pela Norma Regulamentadora no 1 (última atualização dada pela Portaria SEPRT n.º 8.873, de 23/07/21).

Duas referências foram pilares na elaboração deste livro. Uma delas foi a NBR ISO/IEC 31010, que é uma das normas de suporte da ISO 31000 de Gestão de Riscos e fornece orientação sobre a seleção e aplicação de técnicas sistemáticas para o processo de avaliação de todos os tipos de riscos (físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e mecânicos). E a segunda, mas não menos importante, foi a NR 1, a qual dispõe sobre Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais.

A partir da entrada em vigor das alterações da NR 1, que se dará em 2022, será necessário a gestão não só dos riscos ambientais (físicos, químicos e biológicos), que já eram previstos pela NR 9 desde a sua criação, em 1978, através do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), mas também dos ergonômicos e de acidentes do trabalho (BRASIL, 2019) através do chamado Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), que deve estar contido no GRO.

O livro abrange, respectivamente, os dois documentos base do Programa de Gerenciamento de Riscos: (1) Inventário de Riscos Ocupacionais: Técnicas para o Processo de Avaliação de Riscos e (2) Plano de Ação e Controle dos Riscos.

No item (1) estão contidos os tipos de técnicas possíveis de serem utilizadas no processo de análise de riscos, com a descrição da técnica e exemplos de sua aplicabilidade. A linguagem estruturada de acordo com a NR1 facilitará aos profissionais de SST o cumprimento da norma e contribuirá com a proteção dos trabalhadores no que tange à SST.

No item (2) é apresentado o Ciclo PDCA para melhoria contínua no gerenciamento de riscos ocupacionais.

Dessa forma, espera-se, com essa obra, contribuir para a segurança e saúde do trabalhador da nação brasileira.



# SUMÁRIO

<b>PREFÁCIO.....</b>	<b>6</b>
<b>GERENCIAMENTO DE RISCOS OCUPACIONAIS.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>9</b>
<b>INVENTÁRIO DE RISCOS OCUPACIONAIS: TÉCNICAS PARA O PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE RISCOS</b>	
1. <i>Brainstorming</i> .....	13
1.2 Aplicação da técnica de <i>Brainstorming</i> .....	14
2. Listas de Verificação ( <i>Checklist</i> ) .....	15
2.1 Aplicação da técnica Lista de Verificação .....	16
3. Análise Preliminar de Riscos (APR) .....	17
3.1 Aplicação da técnica APR.....	20
4. Estudo de Perigos e Operabilidade ( <i>Hazard and Operability Studies - HAZOP</i> ) .....	23
4.1 Aplicação da técnica HAZOP.....	24
5. Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) .....	26
5.1 Aplicação da técnica APPCC .....	28
6. Técnica Estruturada "E se?" ( <i>What if?</i> ).....	30
6.1 Aplicação da Técnica Estruturada "E se?" ( <i>What if?</i> ).....	31
7. Análise de Modo de Falha e Efeito ( <i>Failure Mode and Effects Analysis - FMEA</i> ) .....	32
7.1 Aplicação da FMEA .....	35
8. Análise de Árvore de Falhas – AAF ( <i>Fault Tree Analysis - FTA</i> ).....	37
8.1 Aplicação da AAF .....	39
9. Análise da Árvore de Eventos - AAE ( <i>Event Tree Analysis - ETA</i> ).....	44
9.1 Aplicação da AAE .....	45
10. Matriz de Probabilidade/Consequência .....	45
10.1 Técnica de Avaliação de Risco Proporcional (PRAT).....	46
10.2 Técnica de Avaliação da Matriz de Decisão (DMRA) .....	48
10.3 Método Inmetro .....	51
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>53</b>
<b>PLANO DE AÇÃO E CONTROLE DOS RISCOS</b>	
<b>Referências .....</b>	<b>57</b>



# GERENCIAMENTO DE RISCOS OCUPACIONAIS

**O** Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (GRO) deve constituir um Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), o qual deve conter dois documentos base: inventário de riscos e Plano de ação (BRASIL, 2020).

Os conteúdos desses dois documentos base do PGR serão explanados nos tópicos a seguir.

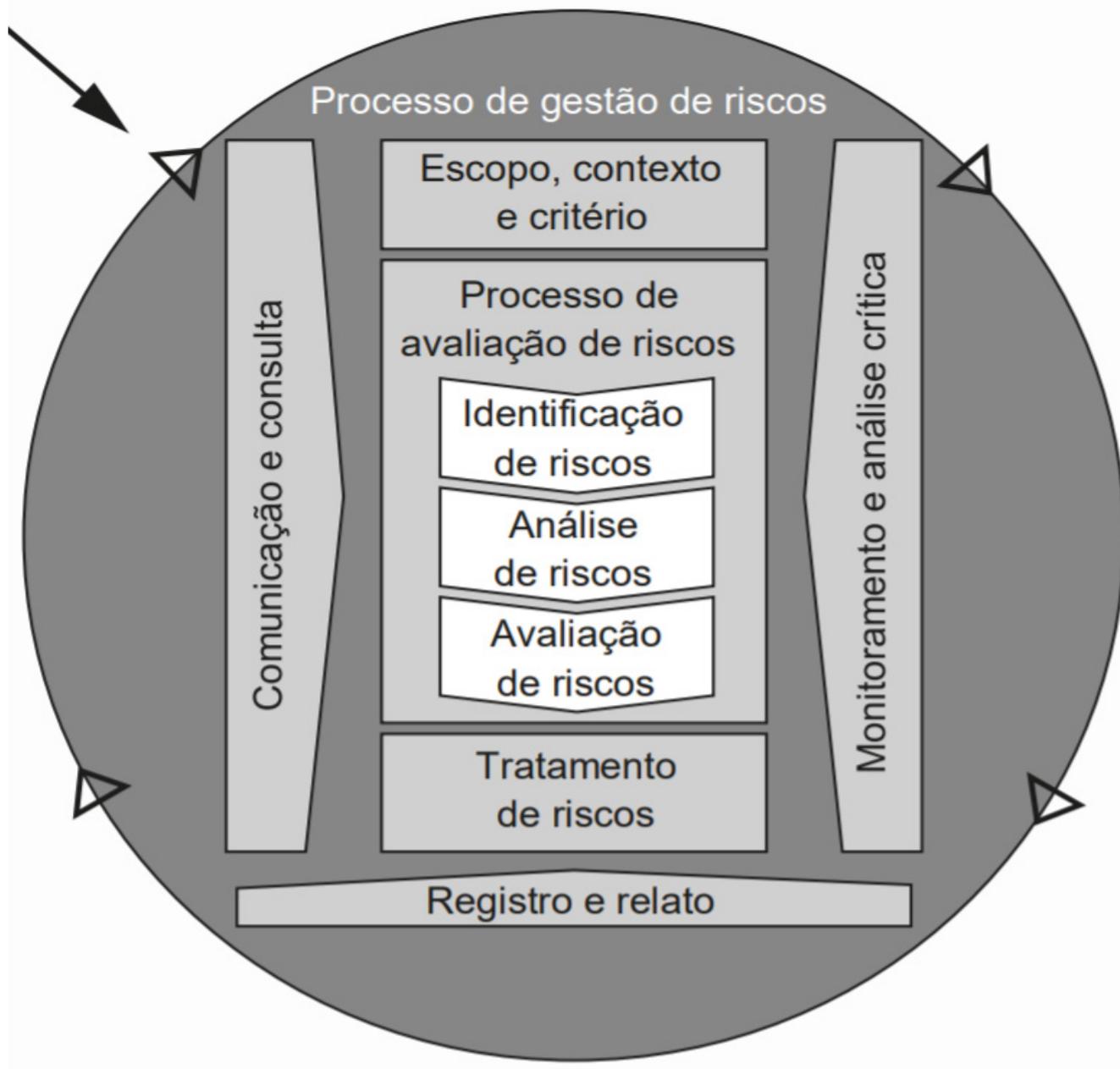


# CAPÍTULO 1

## **INVENTÁRIO DE RISCOS OCUPACIONAIS: TÉCNICAS PARA O PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE RISCOS**

**D**e acordo com a norma NBR ISO/IEC 31010, o processo de avaliação de riscos é o processo global que envolve as etapas de identificação de riscos, análise de riscos e a avaliação dos riscos propriamente dita, para decidir se o risco é tolerável ou aceitável, e possibilita um entendimento dos riscos, suas causas, consequências e probabilidades. A saída deste processo é a entrada para a tomada de decisão da organização sobre questões como se é conveniente que uma atividade seja realizada, se existe necessidade de tratamento dos riscos, sobre quais opções de tratamento de riscos devem ser priorizadas, sobre qual melhor estratégia de tratamento que trará os riscos adversos à níveis toleráveis etc. (Figura 1) (ABNT, 2012, ABNT, 2018a).

Figura 1: Processo de Gestão de Riscos



Fonte: ABNT (2018a)

Os dados obtidos na identificação, análise e avaliação dos riscos ocupacionais devem ser consolidados em um inventário de riscos ocupacionais (BRASIL, 2020), que deve contemplar, no mínimo, as seguintes informações:

- a) caracterização dos processos e ambientes de trabalho; b) caracterização das atividades; c) descrição de perigos e de possíveis lesões ou agravos à saúde dos trabalhadores, com a identificação das fontes ou circunstâncias, descrição de riscos gerados pelos perigos, com a indicação dos grupos de trabalhadores sujeitos a esses riscos, e descrição de medidas de prevenção implementadas; d) dados da análise preliminar ou do monitoramento das exposições a agentes físicos, químicos e biológicos e os resultados da avaliação de ergonomia nos termos da NR-17. e) avaliação dos riscos, incluindo a classificação para fins de elaboração do plano de ação; e f) critérios adotados para avaliação dos riscos e tomada de decisão (BRASIL, 2020, p.7).

Na identificação de perigos e riscos, o objetivo é levantar possíveis perigos (fontes) e riscos presentes em uma situação de trabalho e as pessoas que estão expostas a ele e, para isso pode-se fazer uso de algumas técnicas, como listas de verificação (*checklists*), "What if? / E se?", "*brainstorming*", entre outras (ABNT, 2012). A NBR ISO/IEC 31010 afirma ainda que podem ser utilizadas técnicas de raciocínio indutivo, como a ferramenta *Hazard and Operability Study* (HAZOP) (ABNT, 2012).

Pode-se começar pela inspeção de riscos, que nada mais é que a procura por riscos comuns, já descritos na bibliografia, o que facilita na prevenção de acidentes e na busca de possíveis soluções. Ruppenthal (2013) traz que dentre estes riscos mais comuns, alguns são: falta de proteção de máquinas e equipamentos, falta de ordem e limpeza, iluminação e instalações elétricas deficientes, falhas de operação, etc.

Segundo a NR 1, o importante é que a etapa de identificação inclua:

a) descrição dos perigos e possíveis lesões ou agravos à saúde; b) identificação das fontes ou circunstâncias; e c) indicação dos trabalhadores sujeitos aos riscos. Além disso, devem ser abordados inclusive os perigos externos previsíveis relacionados ao trabalho, que possam afetar a segurança do trabalhador (BRASIL, 2020, p. 5).

De acordo com a NR 1, todos os riscos ocupacionais relativos aos perigos levantados na etapa de identificação, devem ser analisados e avaliados, de modo que se obtenha informações para auxiliar na tomada de decisão sobre a adoção de medidas de prevenção. Para cada risco identificado, deverá ser indicado o nível de risco (BRASIL, 2020).

Na análise dos riscos, a determinação do nível de risco ocupacional é dada pela combinação da severidade das possíveis lesões ou agravos à saúde do trabalhador (consequência) com a probabilidade ou chance de ocorrência; devendo a gradação da severidade, levar em consideração a magnitude da consequência e o número de trabalhadores afetados. Já a gradação de probabilidade, deve levar em conta os requisitos estabelecidos nas NRs, as medidas de controle já implementadas, as exigências das atividades de trabalho e ainda a comparação do perfil de exposição ocupacional com os valores de referência da NR 9. Destaca-se que em alguns casos, como quando as consequências prováveis são insignificantes ou quando a probabilidade de ocorrência é muito baixa, uma única estimativa pode ser o suficiente para a tomada de decisão (ABNT, 2012; BRASIL, 2019).

Silva (2019) aponta que a análise de riscos fornece compreensão dos riscos identificados na etapa anterior, pois analisa as causas e fontes e as consequências de cada risco, bem como a probabilidade de ocorrência destas consequências; dados que serão importantes para a próxima etapa de avaliação dos riscos. O nível de risco estimado na análise, depende da adequação e eficácia dos controles existente, verificando se eles operam da forma pretendida e se são realmente capazes

de tratar o risco.

O nível de risco traz discernimento à organização para apoiar escolhas e a tomada de decisão, sendo a análise em si, uma entrada para a etapa de avaliação de riscos, que por sua vez auxilia em decisões como se há necessidade de tratamento dos riscos, como serão tratados e ainda sobre as estratégias e os métodos mais apropriados para isso (ABNT, 2012; ABNT, 2018a).

A etapa de avaliação de riscos envolve a comparação dos resultados da análise de riscos com os critérios de riscos estabelecidos para definir então, onde é necessário tratamento adicional. O propósito é apoiar decisões do tipo: se é necessário ou não fazer mais alguma coisa em relação à algum risco, considerar opções de tratamento de riscos, manter os controles existentes ou se é pertinente realizar uma análise adicional para compreender melhor estes riscos (ABNT, 2018a).

A avaliação de riscos deve ser um processo contínuo dentro da organização, devendo ser revista a cada dois anos (podendo este prazo ser de até 3 (três) anos em organizações com certificações em SST), ou então na ocorrência das seguintes situações:

- a) após implementação das medidas de prevenção, para avaliação de riscos residuais; b) após inovações e modificações nas tecnologias, ambientes, processos, condições, procedimentos e organização do trabalho que impliquem em novos riscos ou modifiquem os riscos existentes; c) quando identificadas inadequações, insuficiências ou ineficácias das medidas de prevenção; d) na ocorrência de acidentes ou doenças relacionadas ao trabalho; e) quando houver mudança nos requisitos legais aplicáveis (BRASIL, 2020, p. 5).

A BS 8800 afirma que o procedimento de avaliação de riscos tem a intenção de ser usado em situações em que o perigo parece constituir uma ameaça significativa e não se sabe se as medidas de controle planejadas ou existentes são realmente adequadas e, por organizações que buscam o aperfeiçoamento contínuo nos seus sistemas de segurança e saúde ocupacional, além dos requisitos mínimos legais (BSI, 1996).

A NR 1 dispõe que a organização deve selecionar as técnicas que mais se adequem ao risco ou situação avaliada (BRASIL, 2020). A NBR ISO/IEC 31010 corrobora esta afirmação, salientando ainda que o grau de detalhe requerido é particular da aplicação, dependendo da disponibilidade de informações confiáveis e da necessidade de tomada de decisão da organização (ABNT, 2012).

A NBR ISO/IEC 31010 apresenta várias técnicas que podem ser utilizadas no processo de avaliação de riscos, seguido de sua aplicabilidade nas etapas do gerenciamento de riscos, onde algumas delas são mostradas no Quadro 1 e serão explanadas ao longo deste livro.

Quadro 1: Aplicabilidade das ferramentas e técnicas para avaliação de risco

Ferramentas e Técnicas	Identificação de Riscos	Análise de Riscos			Avaliação de Riscos
		Probabilidade	Consequência	Nível de Risco	
<i>Brainstorming</i>	FA	NA	NA	NA	NA
Listas de Verificação ( <i>Checklist</i> )	FA	NA	NA	NA	NA
Análise Preliminar de Riscos (APR)	FA	NA	NA	NA	NA
Estudo de Perigos e Operabilidade (HAZOP)	FA	A	FA	A	A
Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)	FA	NA	FA	NA	FA
Técnica Estruturada "E se?"	FA	FA	FA	FA	FA
Análise de Modos de Falha e Efeito (FMEA)	FA	FA	FA	FA	FA
Análise de Árvore de Falhas (AAF)	FA	FA	NA	A	FA
Análise de Árvore de Eventos (AAE)	A	A	FA	A	A
Matriz de Probabilidade/Consequência	FA	FA	FA	FA	A

FA = Fortemente Aplicável; A = Aplicável; NA = Não Aplicável. Fonte: ABNT (2012)

## 1. *Brainstorming*

O "*brainstorming*", ou tempestade de ideias, é uma técnica de dinâmica de grupo que foi desenvolvida em 1950 e que estimula a livre conversação e surgimento de ideias dos indivíduos envolvidos. Essa técnica é muito útil tanto para análise, como entendimento e resolução do problema. No contexto da gestão de riscos é usada na identificação de perigos e riscos (ABNT, 2012; NOGUEIRA et al., 2010).

O *brainstorming* é uma técnica de criatividade em grupo, que busca a geração de ideias que estimulem outras novas ideias e subsídios, que quando isoladas ou até mesmo associadas, se direcionam à solução parcial ou total de um problema.

Neste contexto, é uma técnica simples e de fácil aplicação que estimula a discussão para identificar os perigos e riscos associados, envolvendo pessoas conhecedoras da organização, processos e atividades a serem avaliadas. A técnica apoia-se em princípios como foco em quantidade, inexistência de críticas às ideias e combinação de ideias. Pode ser inclusive aplicado em outras etapas do gerenciamento de riscos, como na obtenção de critérios de decisão e opções de tratamento e controle, pois se mostra um meio de coletar um amplo conjunto de ideias e opiniões, que podem ser estimuladas através de instruções ou por entrevistas estruturadas. À medida que o hábito do *brainstorming* vai se tornando mais frequente, conseqüentemente torna-se mais simples para os colaboradores (e para os próprios líderes) antecipar-se dos riscos e perigos do ambiente de trabalho, utilizando

a colaboração e a criatividade (ABNT, 2012).

É diferente da Técnica *Delphi*, que é formulada e, a partir disso, os analistas expressam suas opiniões de forma anônima e independente e, à medida que o processo avança, eles ganham acesso ao ponto de vista dos outros analistas, possibilitando que as ideias evoluam (ABNT, 2012).

Com efeito, ao procurar na literatura acadêmica, nota-se que alguns princípios fundamentais devem ser seguidos para que a técnica de *brainstorming* tenha maior probabilidade de êxito, sendo eles: agregar grande quantidade de ideias; evitar a crítica, pois o objetivo da técnica é estimular todos a participar, sem nenhum julgamento; apreciar ideias fora do comum, identificando novas abordagens de ideias que fogem dos conceitos conhecidos; combinar e melhorar ideias, entendendo a possibilidade de criar novas ideias a partir de combinações de várias ideias já propostas; colocar as ideias em ação, transformando as ideias e visões propostas em realidade; e por último, a evolução dos resultados, onde o líder apresenta aos participantes as ações tomadas em andamento com base nas ideias ali propostas e construídas (ORESTES-CARDOSO, 2018).

## 1.2 Aplicação da técnica de *Brainstorming*

As fases da aplicação do *brainstorming*, são (NOGUEIRA et al., 2010):

- a) Análise do tema: os participantes de uma equipe são encorajados a expor, sem censura, as suas ideias. Uma ideia pode levar a outra que, sozinha ou combinada, conduz à definição do problema e de suas causas. Não são permitidas críticas ou avaliações das ideias expostas.
- b) Apresentação das ideias: os esforços do grupo são direcionados para analisar e criticar o que já foi exposto. Cada integrante justifica e defende sua sugestão, tentando convencer o grupo de duas vantagens. As ideias e sugestões são filtradas e permanecem aquelas que foram bem fundamentadas e aceitas por todos e que serão priorizadas por um consenso entre o grupo.
- c) Para melhoria do problema, a equipe lida com os sintomas. Os participantes geram hipóteses para identificar as causas com expectativa de que uma ou mais se mostrem corretas. É gerado uma lista de hipóteses.
- d) Após a equipe identificar a solução a ser implementada, os obstáculos devem ser reconhecidos e removidos (o *brainstorming* é útil também nessa tarefa).

## 2. Listas de Verificação (*Checklist*)

As *checklists* são uma forma simples de identificação de riscos através de uma listagem pré-estabelecida de incertezas criadas com base em processos similares, levando em consideração o perfil e características da organização, que analisa diversos aspectos do sistema. O objetivo é identificar as possíveis deficiências do processo. Não fornece resultados quantitativos e apesar de serem criteriosas, apresentam chances de omissão (ABNT, 2012; ROSA, 2018).

São comumente utilizadas para identificar os riscos associados a um processo, bem como assegurar a concordância entre as atividades desenvolvidas e procedimentos operacionais padronizados. Representam o método mais simples para a etapa de identificação de perigos e é aplicável em qualquer atividade ou sistema, incluindo falhas de equipamentos ou por fatores humanos. É baseado principalmente por entrevistas, inspeções de campo e análise de documentação e pode ser usada para análises mais detalhadas e de alto nível, como causa-raiz. Fornece resultados apenas qualitativos e um ponto a ser considerado é que, se o desenvolvedor da lista deixar de lado alguma questão importante, a análise provavelmente não abordará fragilidades que podem ser importantes (MARHAVILAS, KOULOURIOTIS, 2008).

São listas de perigos, riscos ou falhas de controle que foram desenvolvidas normalmente a partir de experiência, como resultado de um processo de uma avaliação de riscos anterior ou como um resultado de falhas passadas. São usadas para identificar perigos e riscos ou para avaliar a eficácia de controles. Através das *checklists*, diversos aspectos do sistema são analisados, através da comparação com uma lista de itens pré-estabelecidos, criada com base em informações anteriores e no conhecimento de projetos anteriores com processos similares, na tentativa de descobrir e documentar as possíveis deficiências do sistema (ABNT, 2012; GUSMÃO, 2007).

## 2.1 Aplicação da técnica Lista de Verificação

A seguir será apresentado um exemplo sobre aplicação de *checklist* para proteção contra incêndios em uma unidade industrial (Quadro 2) (CICCO, FANTAZZINI, 2003).

Quadro 2: *Checklist* para proteção contra incêndios em uma unidade industrial

Item	Pergunta fechada		Pergunta aberta	Observação
	Sim	Não		
Foram instalados "sprinklers" automáticos? (se o edifício tem paredes fechadas, com difícil acesso e se a construção ou suas instalações abrigam materiais combustíveis)				
A proteção por hidrantes prevista é adequada? (se o edifício tem paredes abertas e a construção ou suas instalações encerram materiais combustíveis)				
Quais hidrantes servem a área?				
Quais unidades de canhão fixos ou portáteis (que fazem parte dos hidrantes ou não) foram fornecidos de modo a proporcionar uma cobertura adequada das instalações ou estocagem em áreas abertas (não dentro de edifícios de paredes fechadas ou abertas)?				
As linhas principais subterrâneas foram expandidas, ou integradas em anel para suprir sistemas adicionais de "sprinklers", hidrantes e unidades de canhão? As extremidades mortas devem ser evitadas. Que válvulas de controle de ramais são disponíveis?				
O interior do edifício conta com pontos de hidrantes com mangueiras?				
Que tipo, tamanho, localização e número de extintores de incêndio são necessários?				
Que tipo de proteção foi providenciada para os líquidos inflamáveis estocados em tanques? Espuma? Diques com válvulas de drenagem na parte externa?				
As estruturas metálicas que suportam cargas, e estariam potencialmente expostas a incêndios de gases ou líquidos inflamáveis, foram tornadas resistentes ao fogo até uma altura suficientemente acima do solo, de modo a proteger o metal?				
A drenagem foi dimensionada para acomodar derramamentos de líquidos inflamáveis, bem como a água utilizada para combate a incêndio, evitando que se atinjam os edifícios, tanques de estocagem e equipamentos?				
Qual são as medidas de proteção contra ignição de poeiras explosivas?				
Qual é a capacidade das reservas de água para o combate a incêndio? Qual a sua demanda máxima?				

Por quanto tempo o fornecimento de água suportará a demanda máxima?				
Qual a perda máxima provável estimada em caso de incêndio?				
Qual o "hold-up" aproximado de líquidos inflamáveis nos equipamentos? Suas quantidades são mantidas dentro dos níveis mínimos possíveis?				
Que atenção foi dada à proteção do equipamento contra incêndios externos?				
Os tanques do "inventário líquido" são localizados ao nível do solo ou enterrados, ao invés de estarem elevados?				
A área foi pavimentada de modo a conduzir e coletar líquidos derramados para longe de equipamentos? Quais são as medidas relativas à drenagem?				
Como os parques principais de estocagem estão localizados de modo a minimizar os riscos para equipamentos, meio ambiente e pessoas em caso de vazamentos com incêndio ou explosão?				
Todas as estruturas são feitas de materiais não inflamáveis e paredes corta-fogo, divisórias e outras barreiras, em áreas onde é necessário separar as áreas de valor importante da propriedade, operações de alto risco e unidades importantes para a continuidade da produção?				
As unidades de operação estão adequadamente espaçadas de forma a diminuir os danos potenciais de incêndios e explosões nas unidades adjacentes, e para permitir espaço para as atividades de combate a incêndio?				
Foram designadas localizações apropriadas para os alarmes de incêndio?				
Quais dados referentes a orientações foram desenvolvidos e que proteção foi providenciada para as áreas de estocagem de alto nível de empilhamento e adensamento de produtos e outros materiais?				

Fonte: Cicco e Fantazzini (2003)

### 3. Análise Preliminar de Riscos (APR)

A APR consiste no estudo, durante a fase de concepção ou desenvolvimento de um novo sistema, com a finalidade de determinar os riscos que poderão estar presentes na fase operacional do mesmo (CICCO, FANTAZZINI, 2003).

As etapas básicas da APR são (CICCO, FANTAZZINI, 2003):

- a) Rever problemas conhecidos em sistemas similares ou análogos para a determinação de riscos que poderão estar presentes no sistema que está sendo desenvolvido;



- b) Revisar as principais funções e procedimentos e ambientes onde se darão as operações;
- c) Determinar os principais riscos, com potencial para causar direta e imediatamente lesões, perda de função, danos a equipamentos e perda de material;
- d) Determinar os riscos iniciais e contribuintes para cada risco principal;
- e) Revisar os meios de eliminação ou controle dos riscos;
- f) Analisar os métodos de restrição de danos, no caso de perda de controle sobre os riscos;
- g) Indicar quem serão os responsáveis pelas ações corretivas.

O risco pode ser classificado em quatro categorias, conforme a consequência da falha (Quadro 3).

A seleção da probabilidade de ocorrência de um evento (A - D) e sua possível severidade (1 - 4) ocorrem com base nos Quadro 3 e Quadro 4, respectivamente.

Quadro 3: Probabilidade de ocorrência de um evento (A - D)

Grau	Denominação	Características
A	Extremamente Remoto	Extremamente remoto, mas possível; Não há notícia de ocorrência anterior; Exige falha de múltiplos sistemas (redundantes) de proteção, associadas ou não procedimentos; Intervalo entre ocorrência acima de 35 anos.
B	Remoto	Evento remoto, mas ocorre eventualmente; Pode ocorrer sob certas circunstâncias excepcionais; Há registro de ocorrência na empresa ou na indústria; Exige falhas múltiplas de componentes de um sistema de proteção ou várias camadas de proteção; Intervalo entre ocorrência de 15 a 35 anos.
C	Razoavelmente Provável	Evento razoavelmente provável (espere por ele); Pode-se esperar uma ocorrência, existe histórico; Pode ocorrer mais de uma vez no ciclo de vida da unidade; Pode ocorrer por falha localizada (um único componente); Pode ocorrer por desvio de procedimento localizado; Intervalo entre ocorrência de 1 a 15 anos.

D	Provável	Evento provável, recorrente; Ocorre com frequência no ciclo de vida da unidade; Pode ocorrer mais de uma vez ao ano na unidade.
---	----------	---

Fonte: Santos (2011)

Quadro 4: Severidade das consequências do evento

Severidade das Consequências do Evento	Danos à Pessoas	Danos Materiais ou Econômicos	Danos Ao Meio Ambiente	Danos à Imagem da Companhia
1	Lesão leve sem afastamento	Danos leves	Efeitos mínimos	Impacto Mínimo
2	Lesão temporária com afastamento	Danos moderados	Efeitos moderados e compensáveis	Impacto sensível, porém limitado
3	Lesão permanente ou doença ocupacional moderadas	Danos substanciais localizados	Efeitos substanciais localizados	Impacto considerável bem caracterizado
4	Lesão permanente ou doença grave ou fatalidades	Danos catastróficos	Efeitos catastróficos	Impacto severo nacional ou internacional

Fonte: Santos (2011)

O grau de risco (tolerável, moderado, substancial ou intolerável) é realizado conforme a Matriz Geral de Tolerabilidade de Riscos (Quadro 5) e sua denominação encontra-se no Quadro 6.

Quadro 5: Matriz geral de tolerabilidade de riscos

Severidade das Consequências do Evento	Probabilidade de Ocorrência do Evento			
	Extremamente Remoto	Remoto	Razoavelmente Provável	Provável
	A	B	C	D
1	TOLERÁVEL	MODERADO		
2			SUBSTANCIAL	
3				
4	INTOLERÁVEL			

Fonte: Santos (2011)

Quadro 6: Categorias de risco

Denominação	Descrição
Tolerável	A falha não irá resultar numa degradação maior do sistema, nem irá produzir danos funcionais ou lesões, ou contribuir com um risco ao sistema.
Moderado	A falha irá degradar o sistema numa certa extensão, porém sem envolver danos maiores ou lesões, que podem ser compensados ou controlados adequadamente.
Substancial	A falha irá degradar o sistema causando lesões, danos substanciais, ou irá resultar num risco inaceitável, necessitando ações corretivas imediatas.
Intolerável	A falha irá produzir severa degradação do sistema, resultando em sua perda total, lesões ou morte.

Fonte: Cicco e Fantazzini (2003)

Conforme a categoria enquadrada, são sugeridas medidas preventivas ou corretivas para o risco (CICCO, FANTAZZINI, 2003).

### 3.1 Aplicação da técnica APR

Na literatura acadêmica e técnica é possível encontrar várias referências a aplicações práticas da APR. Em um destes exemplos tem-se um levantamento dos principais riscos do setor de filtragem em uma indústria química utilizando as técnicas de análise de risco: *Checklist* e APR (RUPPENTHAL, 2013).

Mediante as respostas obtidas no *Checklist* foram identificados 15 riscos no setor de filtragem da empresa em estudo (Quadro 7).

O presente trabalho utilizou-se de uma metodologia qualitativa que pudesse auxiliar no programa de gerenciamento de riscos operacionais de uma empresa do ramo químico, utilizando ferramentas simples e que não necessitasse de uma equipe técnica especializada no setor. Dessa forma, foi possível prevenir com eficácia os riscos do setor de filtragem de uma indústria química e conscientização dos funcionários pela segurança no setor analisado.

Quadro 7: Análise Preliminar de Riscos (APR) do setor de filtragem de uma empresa química

Risco	Causas	Efeitos	Controles Existentes	Grau Risco* / Probabilidade** / Severidade***	Ações Tomadas
Materiais Inflamáveis (resina a base de solvente)	Superaquecimento da resina (condições extremas) e fonte de ignição	Danificar os equipamentos do setor	Treinamento e orientações para o manuseio dos equipamentos e materiais	M A 2	Elaborar um procedimento de trabalho no setor e dar treinamento periódico
		Causar queimaduras aos funcionários			
Vazamento em tubulação / válvulas	Manutenção dos equipamentos	Causar queimaduras nos funcionários	Manutenção corretiva	S C 3	Manutenção preventiva / preditiva
		Gerar alguma lesão ao funcionário quando a resina a alta temperatura entrar em contato com a pele ou olhos			
Tubulação / válvulas obstruídas	Manutenção e limpeza dos equipamentos e tubulações	Parada do sistema podendo causar algum dano	A cada troca de resina, faz-se a limpeza da tubulação com solvente	M B 2	Elaborar um procedimento de limpeza periódica do sistema e dar treinamento
		Pode causar vazamento			
Procedimentos operacionais e instruções de trabalho no setor	Falta de procedimento operacional no setor	Retenção do conhecimento por alguns funcionários	Não existe	S D 2	Elaborar procedimentos operacionais e instruções de trabalho
		Falta de padronização das atividades do setor			
"Reciclagem" dos funcionários quanto às atividades operacionais	Falta de treinamentos e instruções de trabalho	Riscos aos funcionários que operam os equipamentos	Não existe	S D 2	Elaboração de treinamentos periódicos e instruções de trabalho
Verificação da resistência da pressão dos tanques	Falta de um procedimento periódico de testes e de manutenção	Dano ao equipamento	Não existe	I D 4	Elaborar um procedimento periódico de testes e de manutenção
		Riscos aos funcionários que operam o equipamento			

Área de estocagem dos tambores inapropriada	Falta de espaço para a alocação dos tambores em áreas corretas	Riscos aos funcionários	Não existe	M D 1	Exigência do supervisor quanto ao destino dos tambores e suas disposições no local
		Obstrução da saída, em caso de emergência, do setor			
Visualização dos manômetros	Falta de limpeza do visor	Dificuldade na visualização da pressão, principalmente em casos de emergência	Não existe	I D 3	Procedimento de limpeza ou substituição do visor em períodos pré-determinados
	Substituição do visor do aparelho				
Falta de uma manutenção preventiva em equipamentos	Não há manutenção preventiva no setor	Preservação dos equipamentos	Manutenção corretiva	I D 3	Elaborar um programa de manutenção preventiva
		Perigo aos funcionários com relação à segurança			
Falta de testes contra falhas em equipamentos	Não há testes para detecção de falhas nos equipamentos	Preservação dos equipamentos	Não existe	S D 2	Elaborar um programa de testes para os equipamentos
Eixo da bomba sem proteção	Falta de proteção do eixo	Riscos de acidente dos funcionários	Proteção móvel	S D 2	Colocar uma proteção parafusada para o eixo
Contato da resina com a pele ou olhos	Falta de procedimentos quanto ao manuseio da resina	Lesões a saúde dos funcionários	No caso de contato tem-se o Procedimento de Segurança para Plano de Atendimento a Emergência	M C 1	Treinamentos, orientações e elaboração de procedimentos operacionais
	Não utilização dos EPIs				
Não utilização dos EPIs	Conscientização dos funcionários	Lesões a saúde dos funcionários	Fornecimento dos EPIs	S C 3	Treinamentos, conscientizações e orientações
Proteção do motor	Falta de proteção do motor	Pode gerar dano ao motor em longo prazo	Existe uma proteção, mas em alguns casos está em Desuso	M D 1	Exigência do supervisor para o uso da proteção

Treinamento para ligar o motor em sentido correto de giro (contato do eletricitista, pessoa terceirizado, e operador)	Falta de procedimento operacional	Vazamento da resina para fora da tubulação	Não existe	M B 1	Elaborar um procedimento para ligar o motor
---	-----------------------------------	--	------------	-------------	---

\* M=Moderado; S=Substancial; I=Intolerável. \*\*Probabilidade: A a D, conforme Quadro 3; Severidade: 1 a 4, conforme Quadro 4. Fonte: Santos (2011)

A importância que a APR apresentou no exemplo prático dado foi tornar possível detectar riscos substanciais e intoleráveis, que são notadamente os riscos que toda empresa deve evitar que aconteça, seja por um sistema preventivo, ou seja pela eliminação da atividade (RUPPENTHAL, 2013).

#### 4. Estudo de Perigos e Operabilidade (*Hazard and Operability Studies - HAZOP*)

O HAZOP é uma técnica para exame estruturado de um processo, procedimento ou sistema em planejamento ou modificações de um processo já existente, que permite identificar e documentar os perigos e riscos para pessoas, equipamentos, ambiente e/ou objetivos organizacionais, através da imaginação, estimulando o trabalho em equipe por pessoas de diferentes funções que pensam em todos os modos pelos quais um evento indesejado possa ocorrer (ABNT, 2012; MARHAVILAS, KOULOURIOTIS, 2008).

Para isso, a equipe utiliza um conjunto de “palavras-guia” para gerar os desvios da normalidade em um processo de forma qualitativa, que questionam como os objetivos podem não ser atingidos, prosseguindo então para questões sobre quais medidas preventivas estão em vigor, onde as medidas adicionais alteram o processo ou onde é necessário fazer mudanças de *design*. A ideia é que se consiga identificar os modos de falha e as causas possíveis para àqueles riscos identificados. Normalmente é aplicado na fase de detalhamento do projeto, enquanto mudanças e alterações ainda podem ser feitas sem alto custo, mas também pode ser realizado durante a operação, porém podem ter um custo maior neste estágio (ABNT, 2012; MARHAVILAS et al., 2020; ROSA, 2018).

Para que o estudo HAZOP seja efetivo, é necessário que se tenham informações atuais sobre o que será analisado e sobre as intenções do projeto, incluindo qualquer documento que apresente as funções e elementos do sistema ou procedimento estudado, para analisá-los criticamente a fim de encontrar desvios do pretendido, causas e consequências desse desvio, a partir das palavras-guias (que poderão ser elaboradas especificamente para uma situação específica ou utilizar as genéricas que englobam qualquer tipo de desvio). Algumas palavras-guias possíveis são apresentadas no Quadro 8.

Quadro 8: Exemplos de palavras-guia possíveis

<b>Termos</b>	<b>Definições</b>
Nenhum(a) ou não	Nenhuma parte do resultado pretendido é atingida ou condição pretendida está ausente
Mais (maior)	Aumento quantitativo na saída ou na condição operacional
Menos (menor)	Diminuição quantitativa
Bem como	Aumento quantitativo (por exemplo, material adicional)
Parte de	Diminuição quantitativa (por exemplo, somente um ou dois componentes em uma mistura)
Reverso/oposto	Oposto (por exemplo, retorno de fluxo)
Exceto	Nenhuma parte da intenção é atingida, algo completamente diferente acontece (por exemplo, fluxo ou material errado)
Compatibilidade	Material; ambiente
<b>As palavras-guia são aplicadas a parâmetros tais como:</b>	
	Propriedades físicas de um material ou processo
	Condições físicas tais como, temperatura, velocidade
	Uma intenção especificada de um componente de um sistema ou projeto (por exemplo, transferência de informações)
	Aspectos operacionais

Fonte: ABNT (2012)

Deve ser realizado por equipes multidisciplinares, diretamente envolvidas e não envolvidas no projeto ou processo. Com isso, o HAZOP permite o registro do desvio, das possíveis causas, das ações para tratar os problemas identificados e as pessoas responsáveis por tal. Para os desvios que não podem ser corrigidos, deve-se prosseguir para a avaliação deles. É uma técnica com alto nível de detalhamento e, por isso, pode ser onerosa e demorada (ABNT, 2012).

## 4.1 Aplicação da técnica HAZOP

Um modelo de relatório da técnica HAZOP foi apresentado por Quintella et al., (2011), onde os autores tiveram como meta avaliar os riscos nas dez etapas do processamento das bolsas de sangue do Hemocentro/UNICAMP, utilizando HAZOP (Quadro 9).

Quadro 9: Etapas do Processamento das Bolsas de Sangue - Hemocentro/UNICAMP

<b>Etapas</b>	<b>Descrição</b>
M1	Recebimento das bolsas de sangue
M2	Etiquetagem das bolsas de sangue
M3	Pesagem das bolsas de sangue
M4	Centrifugação dos hemocomponentes
M5	Extração de Plasma ou Plasma Rico em Plaquetas

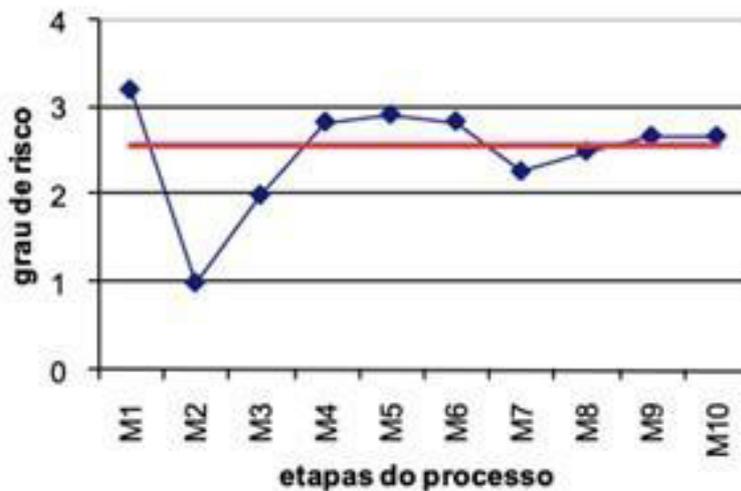
M6	M6.1	Armazenagem de Concentrado de Hemácias (CH)
	M6.2	Armazenagem de Plasma Fresco Congelado (PFC)
	M6.3	Armazenagem de Concentrado de Plaquetas (CP)
M7	M7.1	Liberação de Concentrado de Hemácias (CH)
	M7.2	Liberação de Plasma Fresco Congelado (PFC)
	M7.3	Liberação de Concentrado de Plaquetas (CP)
M8	Descarte de hemocomponentes	
M9	M9.1	Distribuição de Concentrado de Hemácias (CH)
	M9.2	Distribuição de Plasma Fresco Congelado (PFC)
	M9.3	Distribuição de Concentrado de Plaquetas (CP)
M10	Transporte de hemocomponentes	

Fonte: Quintella et al. (2011).

Na aplicação da técnica HAZOP, as variáveis são combinadas às palavras guias com o objetivo de identificar os desvios, e através da estrutura básica, os riscos do processo são identificados (QUELHAS, LIMA, 2006).

Para cada etapa, foi definida uma média geral do grau de risco (0 a 4) (CICCO, FANTAZZINI, 2003), conforme mostra a Figura 2.

Figura 2: Grau de Risco – HAZOP



Fonte: Quintella et al. (2011)

Considerando os resultados obtidos da Figura 2, foi realizada uma avaliação dos possíveis problemas observados nas etapas que ultrapassaram o grau de risco sinalizado com a linha demarcada na horizontal (M1, M4, M5, M6, M9, M10) do processo.

Na etapa M5 (extração de plasma e/ou plasma rico em plaquetas), por exemplo, a HAZOP foi aplicada para dois parâmetros (ergonomia e atenção) da atividade de colocar e retirar as bolsas de sangue no extrator (Quadro 10).

Quadro 10: HAZOP para a Atividade de “colocar e retirar as bolsas de sangue no extrator”

Palavra Guia	Parâmetros	Desvios	Causa	Consequência	Ações Preventivas e Corretivas
Menos	Ergonomia	Menos (falta) de postura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biotipos diferentes</li> <li>- Instalações não adequadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dores nas costas, braços</li> <li>- Problemas físicos em geral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adequação do imobiliário</li> <li>- Descanso de pé para trabalho em pé</li> <li>- Altura das bancadas</li> <li>- Troca do equipamento</li> <li>- Cadeira mais alta/baixa (com ajuste)</li> </ul>
Não	Atenção	Nenhuma atenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pensamento longe</li> <li>- Pensamento em casa</li> <li>- Fazer a rotina no automático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acidentes</li> <li>- Perda do material (bolsa/material)</li> <li>- Atingir pessoas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhorar rodízio de atividades</li> <li>- Padronizar e oficializar o rodízio</li> </ul>
Menos	Atenção	Falta parcial de atenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pensamento longe</li> <li>- Pensamento em casa</li> <li>- Fazer a rotina no automático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acidentes</li> <li>- Perda do material (bolsa/material)</li> <li>- Atingir pessoas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhorar rodízio de atividades</li> <li>- Padronizar e oficializar o rodízio</li> </ul>

Fonte: Quintella et al. (2011)

Conforme é possível observar, a aplicação do HAZOP identifica possíveis desvios (peso excessivo), porém as causas, consequências e ações requeridas só podem ser previstas por quem tenha conhecimento do processo e possua experiência (ROSA, 2018).

## 5. Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)

A Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) tem o objetivo de assegurar que os riscos sejam minimizados por controles ao longo de todo processo para manter a confiabilidade de um produto (ABNT, 2012).

Devem ser identificados os perigos e as medidas preventivas relacionadas a eles, para então determinar os Pontos Críticos de Controle (PCC) no processo; estabelecer limites de controle dos perigos com parâmetros específicos; monitorar os limites críticos para cada PCC e se os limites estiverem fora do estabelecido, estabelecer ações corretivas; estabelecer procedimentos de verificação; e implementar a manutenção de registros e documentação para cada etapa (ABNT, 2012).

O PCC é qualquer etapa, atuação, equipamento ou procedimento onde se aplicam medidas preventivas de controle com o objetivo de prevenir, reduzir limites aceitáveis ou eliminar perigos. Os limites críticos são definidos pelos valores mínimos e/ou máximos estabelecidos para cada PCC e que, quando não atendidos, podem colocar em risco a segurança do produto (PMI, 2013).

A elaboração do Sistema APPCC segue cinco etapas básicas (FAO, 1996; TREZENA, 2020): montar uma equipe interdisciplinar, descrever o produto detalhadamente, descrever a forma de uso desse produto, elaborar o fluxograma de processo do produto e verificar este fluxograma *in loco*. Após, essas etapas devem ser executadas através dos 7 princípios (ANVISA, 2006):

- a) Identificação dos perigos: listar todos os perigos potenciais que podem ocorrer em cada etapa de acordo com o âmbito de aplicação previsto;
- b) Identificação dos pontos críticos de controle (PCC): pode haver mais de um PCC no qual são aplicadas medidas para controlar um mesmo perigo. A determinação de um PCC no sistema APPCC pode ser facilitada pela aplicação da árvore decisória, a qual apresenta uma abordagem de raciocínio lógico;
- c) Estabelecimento dos limites críticos (LC): para todos os PCC devem ser especificados e validados limites críticos. Em alguns casos, será estabelecido mais de um limite crítico para uma determinada etapa.
- d) Estabelecimento da monitorização: o monitoramento é a medida ou observação programada de um PCC em relação aos seus limites críticos.
- e) Estabelecimento de ações corretivas: devem ser estabelecidas ações corretivas específicas para todos os PCCs no sistema APPCC, com propósito de lidar com os desvios quando os mesmos ocorrerem.
- f) Estabelecimento de procedimento de verificação: para determinar se o sistema APPCC funciona corretamente, podem ser utilizados métodos de verificação e de auditoria.
- g) Estabelecimento de procedimentos de registro: os procedimentos do sistema APPCC devem ser documentados. A documentação e a manutenção dos registros devem ser ajustadas as atividades e ao porte da empresa.

Finalizada as etapas da metodologia é necessário realizar as validações do Sistema APPCC, antes da implantação do plano. Essas validações consistem na obtenção de evidências que o plano é eficaz (GERMANO, GERMANO, 2013).

A validação pode ser compreendida como o processo de assegurar que um determinado conjunto de medidas é capaz de atingir o controle apropriado de um perigo específico e a técnica utilizada para avaliar irá depender da natureza do pe-

rigo (GERMANO, GERMANO, 2013).

## 5.1 Aplicação da técnica APPCC

Um exemplo prático da aplicação da APPCC foi desenvolvido por Korf e Goellner (2011) para implantar o programa de gerenciamento de riscos ocupacionais em instalações industriais.

A análise de riscos foi dividida em duas etapas. A análise preliminar de perigos e pontos críticos de controle, exploratória e qualitativa (Identificação de perigos e determinação dos pontos críticos de controle) e a análise preliminar de riscos, quantitativa e genérica (Estimativa de frequência, de consequências e de riscos).

Para identificação de perigos e determinação dos pontos críticos de controle, foi aplicado um inventário na planta industrial, identificando em cada linha do processo produtivo ou setor, perigos envolvidos e para cada um deles, pontos críticos de controle (Quadro 11).

Quadro 11: Descrição dos agentes causadores de perigos e PCCs relacionados

Agente	Descrição	Perigo	PCC
Químico	Manipulação de substâncias químicas	Exposição de soda cáustica ao organismo humano e derramamento no ambiente	Manuseio devido à realização de análises químicas
			Manuseio no pátio da estação de tratamento
			Limpeza dos tachos de cozimento
			Acondicionamento inadequado na central de tratamento de resíduos sólidos

Fonte: Korf e Goellner (2011)

Para cada perigo e ponto crítico identificado, foi aplicada a metodologia qualitativa ou quantitativa genérica de análise preliminar de riscos (APR). Para a análise foi realizada a estimativa da frequência (Quadro 12) e a estimativa de consequências (Quadro 13), para, por fim, realizar a estimativa de riscos (Quadro 14), através da combinação da frequência de um evento pela consequência de seus impactos gerados (SANTOS, BEZERRA e MATHIAS, 2018).

Quadro 12: Categorias de frequência utilizadas e valores adotados

Categoria	Denominação	Descrição	Valores
A	Muito improvável	Falhas múltiplas de sistemas de proteção ou ruptura por falha mecânica de vasos de pressão. Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de acontecer durante a vida útil de instalação.	$1 \cdot 10^{-4}$

B	Improvável	Falhas múltiplas no sistema (humana e/ou equipamento) ou rupturas de grande porte. Não esperado ocorrer durante a vida útil da instalação. Sem registro de ocorrência prévia na instalação.	$1 \cdot 10^{-3}$
C	Ocasional	A ocorrência do cenário depende de uma única falha (humana ou equipamento)	$1 \cdot 10^{-2}$
D	Provável	Esperada uma ocorrência na vida útil do sistema	$1 \cdot 10^{-1}$
E	Frequente	Pelo menos uma ocorrência já registrada Esperado ocorrer várias vezes na vida útil do sistema	1

Fonte: Korf e Goellner (2011)

Quadro 13: Categorias de Severidade para Avaliação de Consequência e Valores Adotados

Categoria	Denominação	Descrição	Valores
I	Desprezível	Incidentes com causa de indisposição ou mal-estar ao pessoal e danos insignificantes ao ambiente; Sem impactos ambientais.	$10^{-2}$
II	Marginal	Potencial de causar ferimentos ao pessoal, pequenos danos ao ambiente ou equipamentos/instrumentos, redução significativa da produção; Impactos ambientais restritos ao local, controlável.	$10^{-1}$
III	Crítica	Potencial de causar uma ou algumas vítimas fatais ou grandes danos ao ambiente e instalações; Ações corretivas imediatas para evitar catástrofe.	1
IV	Catastrófica	Potencial para causar várias vítimas fatais; Danos irreparáveis ou impossíveis (custo/tempo) às instalações.	10

Fonte: Korf e Goellner (2011)

Quadro 14: Matriz de classificação de risco com valores estabelecidos para quantificação

I ( $1 \cdot 10^{-2}$ )		Categoria de Consequência (valores)			
		II ( $1 \cdot 10^{-1}$ )	III (1)	IV (10)	
Categorias de frequência	E (1)	3 ( $1 \cdot 10^{-2}$ )	4 ( $1 \cdot 10^{-1}$ )	5 (1)	5 (10)
	D ( $1 \cdot 10^{-1}$ )	2 ( $1 \cdot 10^{-3}$ )	3 ( $1 \cdot 10^{-2}$ )	4 ( $1 \cdot 10^{-1}$ )	5 (1)
	C ( $1 \cdot 10^{-2}$ )	1 ( $1 \cdot 10^{-4}$ )	2 ( $1 \cdot 10^{-3}$ )	3 ( $1 \cdot 10^{-2}$ )	4 ( $1 \cdot 10^{-1}$ )
	B ( $1 \cdot 10^{-3}$ )	1 ( $1 \cdot 10^{-5}$ )	1 ( $1 \cdot 10^{-4}$ )	2 ( $1 \cdot 10^{-3}$ )	3 ( $1 \cdot 10^{-2}$ )
	A ( $1 \cdot 10^{-4}$ )	1 ( $1 \cdot 10^{-6}$ )	1 ( $1 \cdot 10^{-5}$ )	1 ( $1 \cdot 10^{-4}$ )	2 ( $1 \cdot 10^{-3}$ )

Aceitável: Risco  $\leq 10^{-3}$ ; Não Aceitável Risco  $> 10^{-3}$

Fonte: Korf e Goellner (2011)

Os autores propuseram um gerenciamento de riscos em que, a partir da planilha de inventário dos riscos (Quadro 15), é realizada a análise e avaliação dos riscos (Quadro 16) e por fim proposto a ordem das medidas preventivas ou emergenciais a serem tomadas (Quadro 17).

Quadro 15: Planilha para inventário de perigos e identificação de riscos

Macro- processo / Setor	Linha/ Processo/ Setor	Subprocesso/ setor	Funcionários expostos	Perigos				
				A	A	B	D	A
				Fís.	Quí.	Mec.	Fís.	Bio.
Risco Associado								
Agente								

Fonte: Korf e Goellner (2011)

Quadro 16: Planilha para Aplicação de Metodologia de Análise de Risco

Perigo	PCC	Agente causador	Consequência de acidentes	Frequência	Consequência	Risco	Cat. de risco

Fonte: Korf e Goellner (2011)

O gerenciamento dos riscos deve ser realizado por priorização, a partir da análise de risco realizada, desde a categoria de risco "não aceitável" até a categoria "aceitável" (Quadro 17).

Quadro 17: Planilha para gerenciamento de riscos de acidentes e priorização de ações

Perigo	PCC	Ordem de prioridade	Ações preventivas	Ações Emergenciais

Fonte: Korf e Goellner (2011)

Por fim, os autores concluem que a metodologia desenvolvida é vantajosa para instalações em que os conhecimentos dos riscos envolvidos são pouco conhecidos e as informações disponíveis são escassas. Com a consolidação do PGR, as instalações industriais poderão exercer ações preventivas e exercer o adequado atendimento a emergências de acidentes, contribuindo, dessa forma, para a segurança ocupacional e ambiental (KORF, 2011).

## 6. Técnica Estruturada "E se?" (What if?)

A utilização desta técnica, conforme recomendação da norma NBR ISO/IEC 31010, ocorre mais comumente na fase de conceituação do projeto, para melhor compreender como um sistema ou processo pode ser afetado por anormalidades comportamentais e operacionais, examinando as consequências de mudanças e os

riscos alterados ou criados. (ABNT, 2018a)

Mais precisamente, seu objetivo consiste em especular hipóteses através de um questionamento estruturado a partir da suposição “E se...?” aspectos que representam potencial para acidentes ou problemas de desempenho no sistema. A técnica pode ser aplicada em qualquer atividade ou sistema, na fase de projeto, pré-operacional ou na produção. A técnica se desenvolve a partir de reuniões entre equipes que em seus questionamentos consideram o processo no seu todo. A equipe questionadora deve conhecer e ser familiarizada com o sistema analisado e deve elaborar previamente questões para apenas nortear as discussões (MARHAVILAS et al., 2011; ROXO, 2003).

As indagações devem incluir os procedimentos, instalações e processos da situação analisada e podem ser livres (com perguntas desassociadas) ou sistemáticas (perguntas focadas em pontos específicos). Com a aplicação dessa técnica, uma ampla quantidade de riscos e possíveis soluções é identificada, tomando como ponto de partida os desvios da condição esperada. Através dela se estabelece então, um consenso entre as áreas de produção, processo e segurança, quanto à forma mais segura de operacionalizar a produção (ROXO, 2003).

Ocasionalmente ela pode ser utilizada sozinha, embora alguns pesquisadores considerem que na maioria das vezes é utilizada para suplementar outras técnicas como, por exemplo, as listas de verificação (MARHAVILAS et al., 2011).

## 6.1 Aplicação da Técnica Estruturada “E se?” (*What if?*)

Há diversas situações em que se encontra a aplicação do “*What if?*”. Em um desses casos práticos, investigou-se os riscos existentes em uma Lavanderia da cidade de Campina Grande-PB utilizando a técnica, juntamente com listas de verificação (LIMA, 2017).

No Quadro 18 estão os resultados encontrados da aplicação para o setor de embalagem das roupas, em que há a utilização de máquina, troca de bobina e embalagem das peças.

Quadro 18: Exemplo de aplicação da técnica “What if?”

Atividade	O que aconteceria se?	Causas	Consequências	Observação e recomendação
Utilização da máquina de embalagem	Não for manuseada de forma correta	Não houver treinamento	Choques, queimaduras	Treinamento sobre práticas de segurança
Troca de bobina de plástico	Não for manuseada de forma correta	Não houver treinamento, distração	Acidentes que podem causar danos físicos	Treinamento sobre práticas de segurança
Embalamento	Usar de forma incorreta	Falta de conhecimento	Gerar resíduo e desperdício de matéria prima	Otimização da atividade e prática de reciclagem

Fonte: Lima (2017)

Neste exemplo de aplicação, conclui-se que a utilização da técnica permitiu a visibilidade de melhorias a serem aplicadas na empresa.

## 7. Análise de Modo de Falha e Efeito (*Failure Mode and Effects Analysis - FMEA*)

O método ou análise FMEA busca evitar que ocorram falhas decorrentes do projeto do produto ou do processo, por meio da análise das falhas potenciais e de proposições de ações de melhoria. Essa técnica é utilizada para reduzir a probabilidade de falhas e para aumentar a confiabilidade em produtos/processos (BATALHA, 2019).

As etapas da FMEA envolvem: analisar como podem falhar os componentes de um equipamento/sistema; estimar as taxas de falha; determinar os efeitos que poderão advir; estabelecer mudanças que deverão ser feitas para aumentar a probabilidade de que o equipamento/sistema funcione de maneira satisfatória (CICCO, FANTAZZINI, 2003).

A FMEA permite uma hierarquia de riscos, priorizando os modos de falha de acordo com um coeficiente chamado Índice de Prioridade de Pisco (IPR). Este número é resultado da multiplicação de três índices: gravidade/severidade de cada falha específica (S) (Quadro 19), probabilidade de ocorrência do modo de falha (O) (Quadro 20) e a capacidade do método de detecção de cada falha (D) (Quadro 21) (CICCO, FANTAZZINI, 2003; SOUZA, LOOS, 2020).

Quadro 19: Severidade da falha

Índice	Severidade	Critério
1	Mínima	O cliente mal percebe que a falha ocorreu.
2	Pequena	Ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento do cliente.
3		
4	Moderada	Deterioração significativa no desempenho de um sistema com descontentamento do cliente.
5		
6		
7	Alta	Sistema deixa de funcionar e é grande o descontentamento do cliente.
8		
9	Muito Alta	Idem ao anterior, porém afeta a segurança.
10		

Fonte: Batalha (2019)

Quadro 20: Probabilidade de Ocorrência do Modo de Falha

Índice	Ocorrência	Proporção de Ocorrência
1	Remota	1:1.000.000
2	Pequena	1:20.000
3		1:4.000
4		1:1.000
5	Moderada	1:400
6		1:80
7		1:40
8	Alta	1:20
9	Muito Alta	1:8
10		1:2

Fonte: Batalha (2019)

Quadro 21: Método de Detecção da Falha

Índice	Detecção	Critério
1	Muito Grande	Certamente será detectado.
2		
3	Grande	Grande probabilidade de ser detectado.
4		
5	Moderada	Provavelmente será detectado.
6		
7	Pequena	Provavelmente não será detectado.
8		
9	Muito Pequena	Certamente não será detectado.
10		

Fonte: Batalha (2019)

No Quadro 22 e Quadro 23 apresenta-se um formulário dividido em duas partes, que contribui na aplicação da FMEA, contendo 16 etapa (BATALHA, 2019).

Quadro 22: Formulário para Aplicação do FMEA

<b>Descrição do produto/processo</b>		0-produto/processo objeto de análise
<b>Função do produto</b>		1-funções/características que devem ser atendidas pelo produto
<b>Falha potencial</b>	<b>Tipo</b>	2-forma/modo como as funções/características podem deixar de ser atendidas
	<b>Efeito</b>	3-efeitos/consequências do tipo de falha sobre o sistema e sobre o cliente
	<b>Causa</b>	4-causas e condições que podem ser responsáveis pelo tipo de falha em potencial
<b>Controles atuais (detecção/prevenção)</b>		5-medidas preventivas e de detecção que já tenham sido tomadas e/ou são regularmente utilizadas nos produtos/processos da empresa
<b>Índices</b>	<b>S</b>	6-Severidade
	<b>O</b>	7-Ocorrência
	<b>D</b>	8-Detecção
	<b>IPR</b>	9-Riscos

Fonte: Batalha (2019)

Quadro 23: Formulário para Ações de Melhoria

<b>Ações de melhoria</b>						
<b>Ações recomendadas</b>	<b>Responsável/prazo</b>	<b>Ações implantadas</b>	<b>Índices atuais</b>			
			<b>S</b>	<b>O</b>	<b>D</b>	<b>R</b>
10-Ações recomendadas para redução dos riscos	11	12	13	14	15	16

Fonte: Batalha (2019)

## 7.1 Aplicação da FMEA

Um exemplo prático de aplicação do FMEA pode ser visto no caso de sua aplicação em uma obra de escavação e execução do telhado (Quadro 24) (CAVAIGNAC, FORTE, 2018; MOTA, CAVAIGNAC, 2019).

Quadro 24: Referência de Índices de Severidade (S), Ocorrência (O) e Detecção (D)

Severidade (S)		Ocorrência (O)		Detecção (D)	
Índice	Natureza da severidade	Índice	Natureza da ocorrência	Índice	Natureza da detecção
1	Sem impacto real	6	Impacto sofrido	1	Inspeção visual
2	Trauma irrelevante	5	Queda com diferença de nível	2	
3	Trauma que requer primeiros socorros	5	Impacto contra	3	Teste tátil/ teste manual
4	Incapacidade temporária sem afastamento	5	Esforço excessivo ou inadequado	4	
5	Incapacidade temporária com afastamento curto	5	Prensagem ou aprisionamento	5	Aplicação de checklist/ sequência de testes antes da tarefa
6	Incapacidade temporária com afastamento longo	5	Queda em mesmo nível	6	
7	Incapacidade permanente parcial	4	Exposição ao ruído	7	
8	Incapacidade permanente total	4	Contato com substância nociva	8	Inspeção instrumental
9	Óbito de envolvidos no processo	4	Choque elétrico	9	Testes mecânicos
10	Óbito de não envolvidos no processo	3	Atrito ou abrasão	10	Ausência de métodos efetivos
-	-	3	Contato com temperatura extrema	-	-

Fonte: Cavaignac e Uchoa (2018); Mota e Cavaignac (2019)

A seguir, é apresentado o resultado da aplicação do FMEA encontrado para este exemplo de aplicação (Quadro 25) em dois processos: escavação para montagem de fossa séptica e execução de telhado, trabalho realizado em altura para execução e cobertura da residência (MOTA, CAIVAGNAC, 2019).

Quadro 25: FMEA no Processo de Escavação e Execução de Telhado

Processo ou Ação	Modo de Falha	Causa Básica da Falha	Natureza da ocorrência	(O)	Efeitos/severidade	(S)	Meios de Detecção	(D)	Índice de Prioridade de Risco (IPR)	Ações Corretivas
Escavação	Desmoronamento	Falta de escoramento	Prensagem ou aprisionamento	5	Morte	9	Visual	2	90	Execução de escoramento
	Queda de pessoa no interior da escavação	Falta de sinalização	Queda com diferença de nível	5	Morte	10	Visual	2	100	Sinalização do local
	Soterramento	Material armazenado muito próximo da vala	Aprisionamento	5	Trauma que requer primeiros socorros	3	Visual	2	30	Armazenamento do material retirado dist. >1/2 profundidade
	Excesso de esforço na colocação da manilha	Colocação das manilhas sem equipamento adequado	Esforço excessivo ou inadequado	5	Incapacidade permanente parcial	7	Visual	2	70	Usar equipamento adequado para colocação das manilhas dentro da vala
	Contato excessivo com umidade	Trabalhador exposto	Contato com substância nociva	4	Incapacidade temporária com afastamento curto	5	Visual	2	40	Usar vestimenta adequada
	Esmagamento de membros na montagem	Queda de manilha sobre membro do operário	Impacto sofrido	6	Incapacidade permanente total	8	Visual	2	96	Usar epi e maniquário adequado para montar as manilhas
Execução do Telhado	Queda do colaborador do telhado	Não uso de EPI	Queda com diferença de nível	5	Incapacidade permanente total	8	Visual	2	80	Uso de EPI
	Queda de material do telhado	Área não sinalizada	Impacto sofrido	6	Trauma que requer primeiros socorros	3	Visual	2	36	Uso de EPC
	Quebra da escada	Falta de resistência do material	Queda com diferença de nível	5	Incapacidade temporária com afastamento curto	5	Ausência de métodos de avaliação	10	250	Troca da escada
	Queda do colaborador da escada	Falta de estabilidade	Queda com diferença de nível	5	Incapacidade temporária com afastamento curto	5	Checklist	4	100	Troca da escada

Fonte: Mota e Cavaignac (2019)

O preenchimento do Quadro 25 foi realizado conforme a descrição a seguir para o desmoronamento e da mesma forma para os demais modos de falha. O modo de falha pelo desmoronamento, causado pela falta de escoramento, pode gerar a prensagem ou aprisionamento do trabalhador (índice 5), podendo ocorrer a sua morte (índice 9). Sua detecção é visual (índice 2), totalizando um risco (IPR) de 90 ( $5 \times 9 \times 2$ ).

Após a obtenção dos Índices de Prioridade de Risco, foi gerado um plano de ações corretivas (Quadro 26), com as sugestões de correção dos modos de falha e sua priorização, do maior ao menor valor de risco (R), para organizar a correção das situações observadas.

Quadro 26: Plano de ações corretivas e sugestões para correções dos modos de falha com suas prioridades de acordo com o risco (R)

Ordem de prioridade	Modo de falha	R	Ações corretivas
1º	Quebra da escada	250	Troca da escada por outra de boa qualidade
2º	Queda do colaborador da escada	100	Troca da escada
3º	Queda da pessoa no interior da escavação	100	Sinalizar o local da escavação
4º	Esmagamento de membro na montagem da fossa	96	Usar EPI e maquinário adequado
5º	Desmoronamento	90	Fazer escoramento
6º	Queda do colaborador do telhado	80	Conscientizar o colaborador ao uso do EPI correto
7º	Excesso de esforço na colocação da manilha	70	Fazer o uso dos EPI's adequados para colocação das manilhas
8º	Contato excessivo com umidade	40	Usar a vestimenta adequada
9º	Queda do material do telhado	36	Uso de EPC
10º	Soterramento	30	Armazenar o material retirado a uma distância maior que $\frac{1}{2}$ da profundidade da vala

Fonte: Mota e Cavaignac (2019)

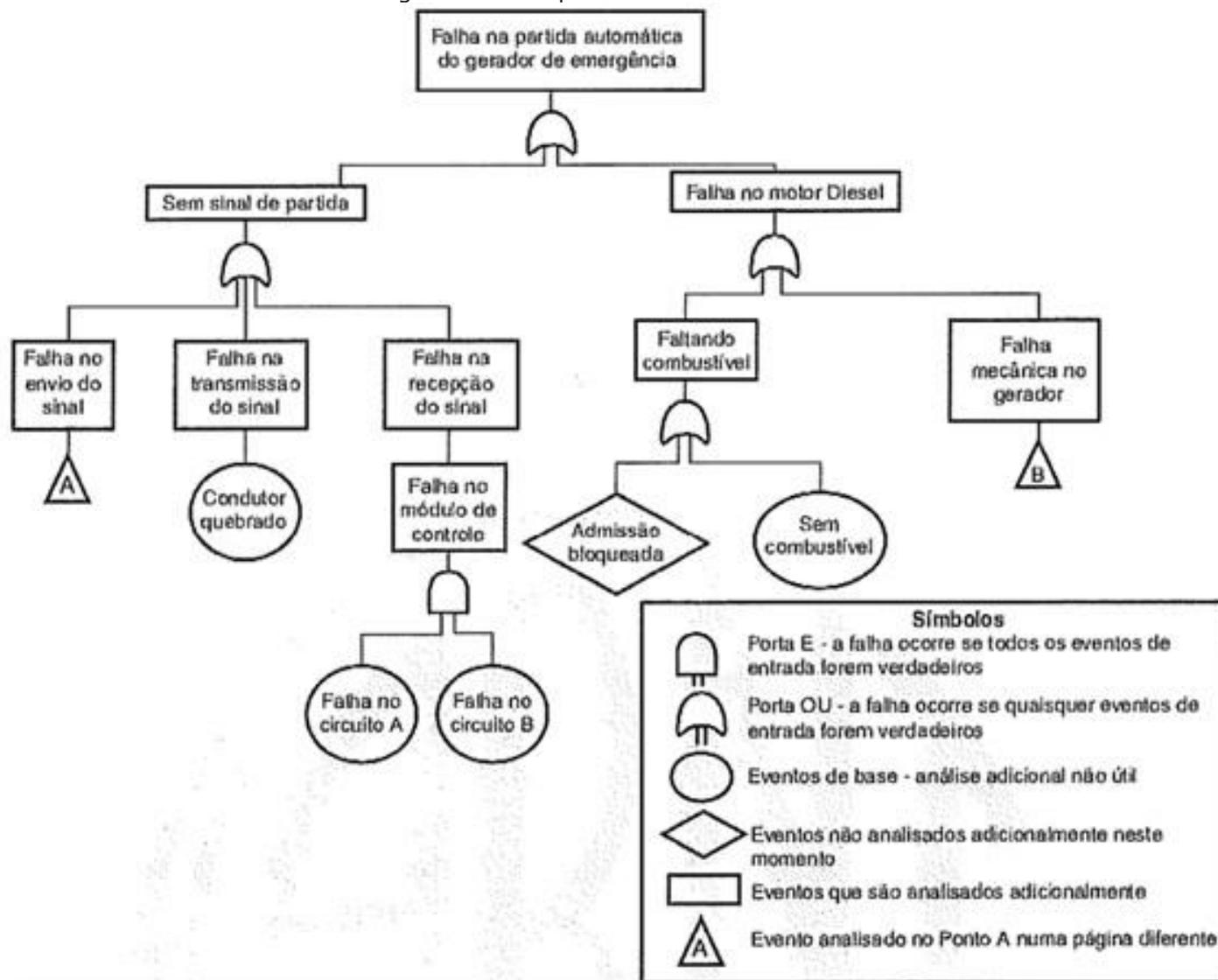
## 8. Análise de Árvore de Falhas – AAF (*Fault Tree Analysis - FTA*)

A AAF é uma representação gráfica padronizada que permite identificar fatores que podem contribuir para um evento indesejado. A técnica inicia pelo “evento de topo” e a partir desta falha, fatores causais são identificados por dedução e organizados em uma árvore lógica (ABNT, 2012).

A AAF é uma técnica de análise que modela visualmente como as relações lógicas entre falhas de equipamentos, erros humanos e eventos podem se combinar para dar origem a acidentes específicos (MARHAVILAS et al., 2011).

Os símbolos mais comumente usados para a construção da AAF são: o retângulo, que representa um evento de falha que leva ao acidente; o círculo, que representa eventos de base, onde análise adicional não é útil; o operador lógico “E”, que mostra que a falha ocorre se todos os eventos de entrada forem verdadeiros; e o operador lógico “OU”, que demonstra que a falha ocorre se qualquer evento de entrada for verdadeiro (ABNT, 2012). Um exemplo de árvore de falhas é mostrado na Figura 3.

Figura 3: Exemplo de árvore de falhas



Fonte: ABNT (2012)

A árvore de falhas pode ser utilizada na fase de projeto, de operação e também na análise da ocorrência de uma falha, mostrando como a combinação de eventos se deu para gerar uma falha. Ela fornece dados qualitativos, identificando as causas e os caminhos para um evento de topo, e dados quantitativos, na utilização das probabilidades dos eventos de causa para calcular a probabilidade de um evento de topo ocorrer (ABNT, 2012).

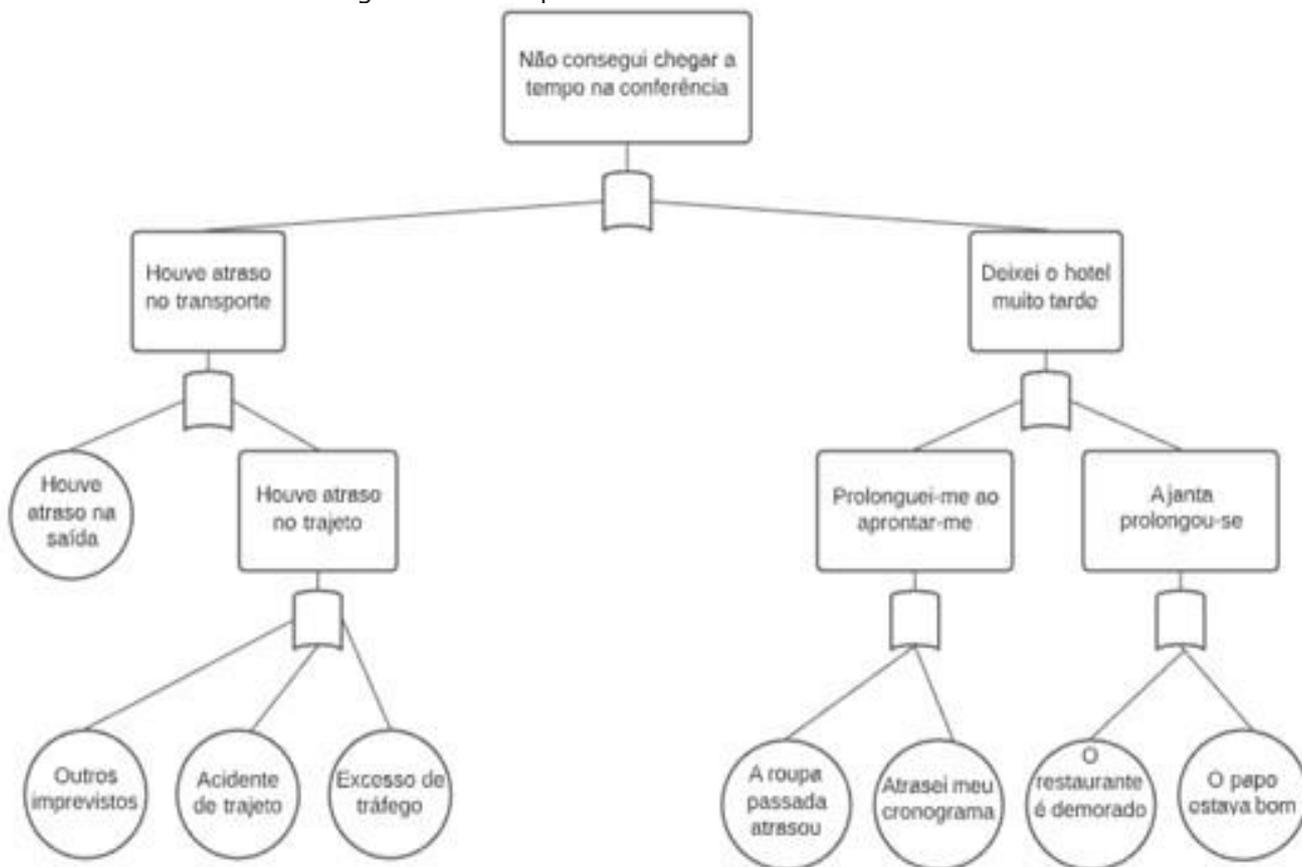
O processo para desenvolvimento para uma árvore de falhas se desdobra em oito etapas, sendo elas: (1) a definição do sistema de interesse; (2) definição do evento de topo, chamado de “evento TOP” (ou evento indesejável, ou falha); a

partir do evento TOP, (3) define-se a estrutura da árvore adicionando os eventos intermediários que levam diretamente ao evento TOP (modos de falha); (4) explorar cada evento intermediário em níveis detalhados; (5) examinar a árvore de falhas para identificar as combinações de eventos que contribuem para o evento TOP; (6) identificar os principais potenciais de falha dependentes e ajustar o modelo apropriadamente; (7) realizar análises quantitativas (usando caracterizações estatísticas relacionadas à falha e reparo de eventos e condições específicas no modelo de árvore de falhas para prever o desempenho futuro do sistema); (8) usar os resultados para tomada de decisões. Deve-se usar os resultados da análise para identificar as vulnerabilidades mais significativas no sistema, para então fazer recomendações eficazes para reduzir os riscos associados à essas vulnerabilidades (MARHAVILAS et al., 2011).

### 8.1 Aplicação da AAF

Um exemplo de aplicação real da árvore de falhas, o qual é bastante didático, refere-se ao caso de um congressista que não consegue chegar a tempo à conferência que desejava assistir (Figura 4) (CICCO, FANTAZZINI, 2003).

Figura 4: Exemplo de caso de árvore de falhas

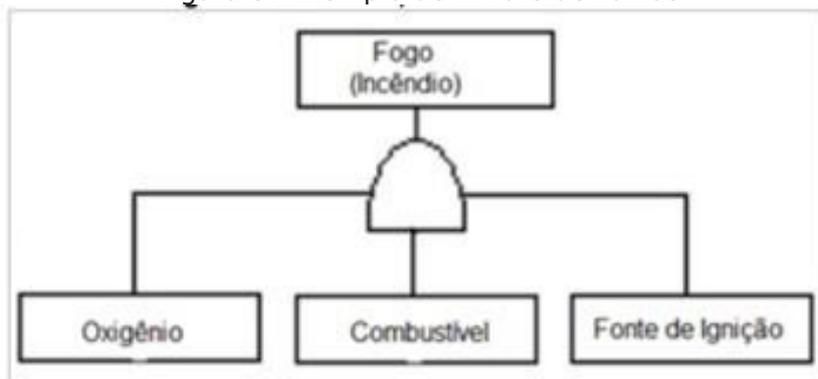


Fonte: Cicco e Fantazzini (2003)

A árvore de falhas construída no exemplo da Figura 3 permite a visualização das causas de “não conseguir chegar a tempo ao congresso”. Dessa forma, é possível agir corretivamente ou preventivamente.

Um exemplo prático de árvore de falhas, de forma mais simplificada, é ilustrado na Figura 5. A leitura da árvore neste exemplo nos diz que se houver oxigênio e combustível e fonte de ignição, a falha (fogo) ocorrerá. Dessa forma, pode-se tomar medidas preventivas para que o fogo não ocorra, atuando nas causas (oxigênio, combustível e fonte de ignição) (SILBERMAN, MATTOS, 2008).

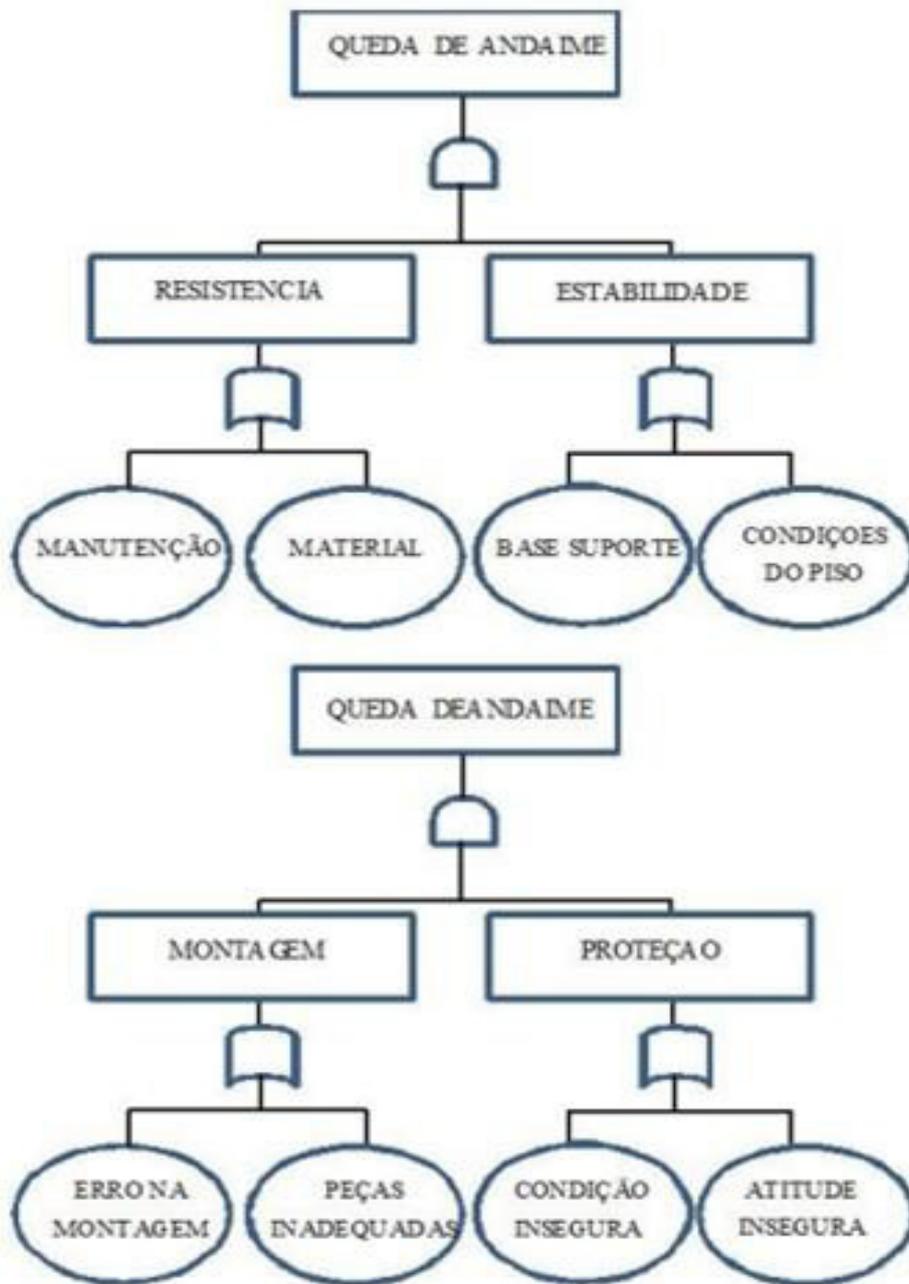
Figura 5: Exemplo de Árvore de Falhas



Fonte: Silva (2019b)

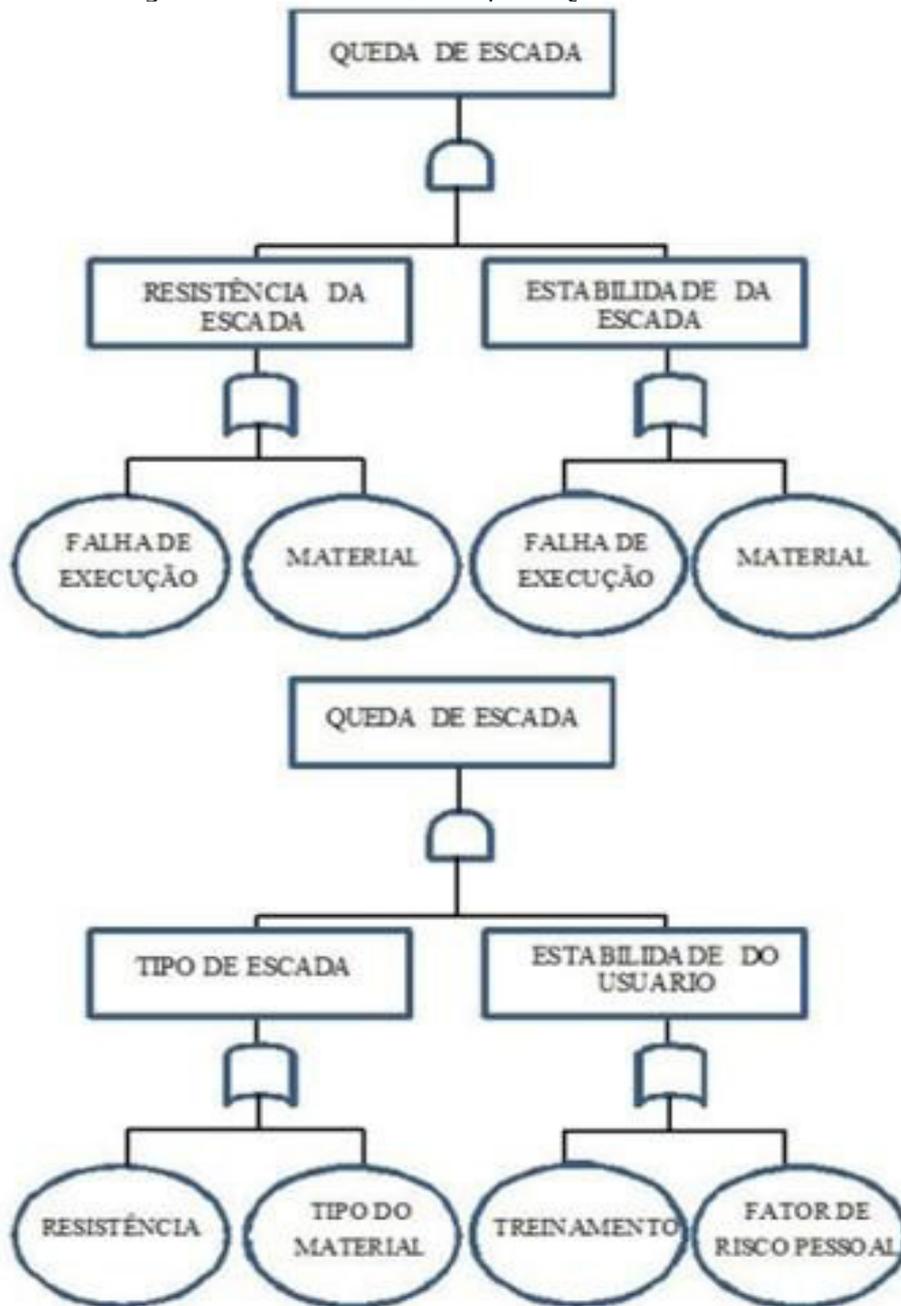
Um terceiro exemplo, também interessante, tinha como objetivo propor um modelo de análise e avaliação das condições de trabalho em alturas no ramo da construção civil com vistas à utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) em substituição aos trabalhos manuais. Em princípio, nessa proposta, os VANT permitiriam uma avaliação mais ágil e segura, além de uma menor intervenção física de indivíduos nas áreas potencialmente de risco. Para tanto, realizou-se entrevistas com o técnico em segurança do trabalho da empresa, de forma que determinassem quais as combinações de falhas pudessem causar os eventos topo que neste caso são as quedas de andaime, de escadas, de telhado e de materiais. (RUPPENTHAL, 2013) No referido exemplo foram elaboradas quatro AAF (Figura 6, Figura 7, Figura 8 e Figura 9) para determinar as principais causas de acidentes em locais definidos para investigação com a utilização da VANT.

Figura 6: Árvore de Falhas para Queda de Andaime



Fonte: Santos, Bezerra e Mathias (2018)

Figura 7: Árvore de Falhas para Queda de Escada



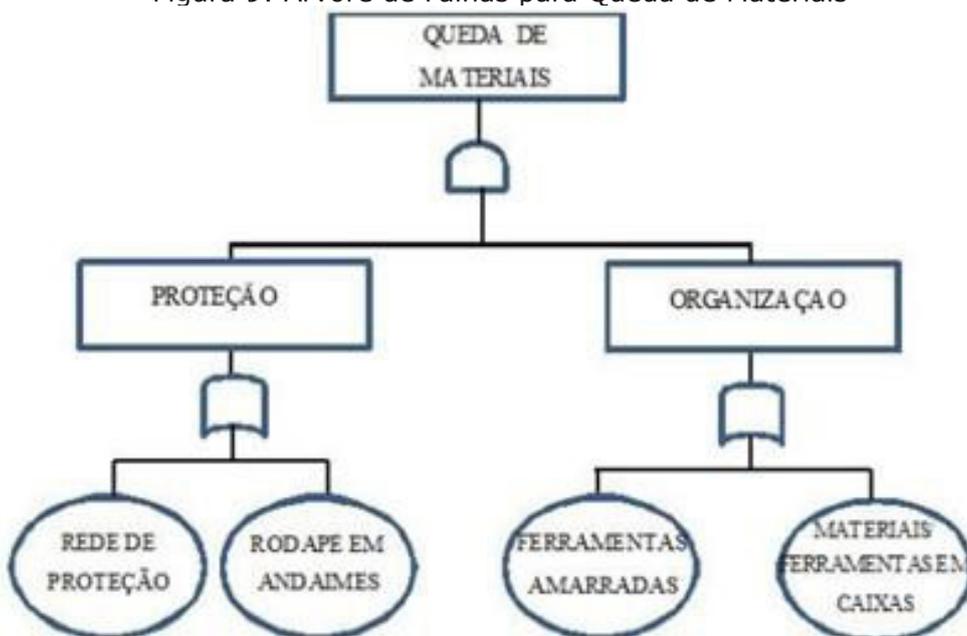
Fonte: Santos, Bezerra e Mathias (2018)

Figura 8: Árvore de Falhas para Queda de Telhados



Fonte: Santos, Bezerra e Mathias (2018)

Figura 9: Árvore de Falhas para Queda de Materiais



Fonte: Santos, Bezerra e Mathias (2018)

Durante a aplicação prática é possível perceber que utilização integrada da AAF com FMEA contribui fortemente para a melhoria do nível de confiabilidade da FMEA, isso porque através da AAF é possível determinar as causas de uma falha e ainda obter índices que podem alimentar futuras análises na FMEA (LIMA et al., 2006).

## 9. Análise da Árvore de Eventos - AAE (*Event Tree Analysis - ETA*)

É um método similar à árvore de falhas, porém, ao invés de identificar as possíveis causas para um evento indesejado, ela busca determinar as frequências das consequências decorrentes dos eventos indesejáveis. Essa frequência é obtida de banco de dados de eventos similares e consideram-se os controles existentes (ABNT, 2012; ESTEVES, 1984).

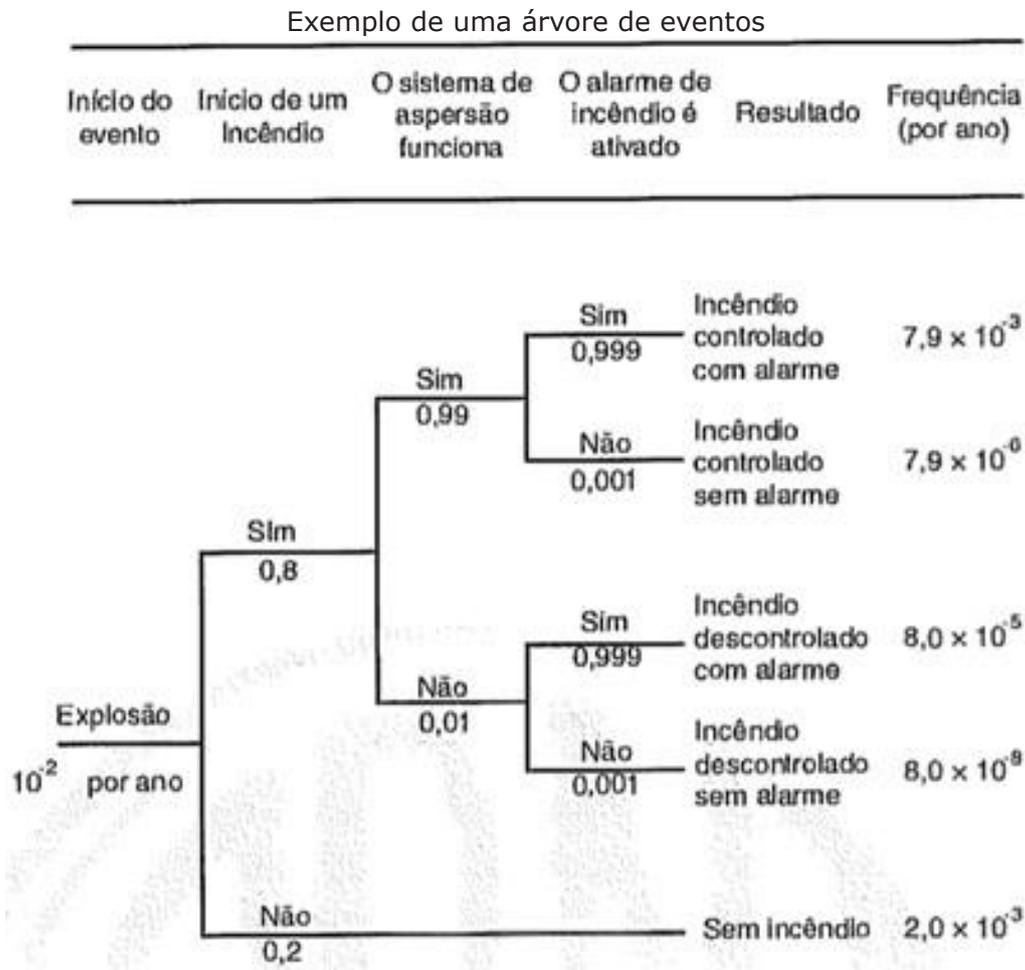
Neste método, uma falha inicial é considerada como o ponto de partida e os resultados acidentais previsíveis são construídos sequencialmente em uma espécie gráfica de árvore, que “cresce” à medida que os eventos aumentam, dando origem a um resultado final sobre o possível dano, a partir da sequência de eventos (MARHAVILAS, KOULOURIOTIS, 2008; SANTOS, 2011).

A AAE pode ser implementada em qualquer estágio de um processo e pode ser usada qualitativamente em auxílio ao *brainstorming* sobre cenários potenciais ou como os resultados são afetados, por exemplo, pela adoção de tratamentos e controles (ABNT, 2012).

Uma probabilidade específica de falha pode ser atribuída a cada linha. Prováveis eventos subsequentes são independentes entre si e o resultado final depende apenas do evento inicial e os eventos subsequentes (ABNT, 2012; MARHAVILAS, KOULOURIOTIS, 2008).

## 9.1 Aplicação da AAE

A ABNT NBR ISO/IEC 31010:2012 traz um exemplo de uma árvore de eventos para o caso de uma explosão de um chuveiro elétrico (Figura 10).



Fonte: ABNT, (2012)

A partir da AAE, é realizada uma lista de recomendações para reduzir riscos de explosão do chuveiro elétrico (ABNT, 2012).

## 10. Matriz de Probabilidade/Consequência

A matriz de probabilidade/consequência é uma ferramenta que permite identificar visualmente quais riscos requerem maior prioridade. É um meio de combinar classificações qualitativas ou semi-quantitativas de consequências e probabilidades a fim de produzir um nível de risco ou classificação de risco (ABNT, 2018a).

A norma ABNT NBR ISO/IEC 31010:2012 apresenta como uma das possibilidades de avaliação de riscos a utilização da matriz probabilidade/consequência, porém não apresenta uma metodologia específica e, por isso, neste item serão apresentadas três técnicas que se baseiam na probabilidade e consequência do risco para a tomada a decisão (INMETRO, 2019; MARHAVILAS, 2020).

## 10.1 Técnica de Avaliação de Risco Proporcional (PRAT)

A Técnica de Avaliação de Risco Proporcional (PRAT), em inglês *Proportional Risk Assessment Technique*, considera o risco (R) como resultado da multiplicação da probabilidade de o dano ocorrer (P) pela severidade ou consequência do dano (S) e pela frequência da exposição ao dano (F) (MARHAVILAS et al., 2020).

Cada fator assume valores entre 1 e 10, para que R possa ser representado em uma escala de 1 a 1000. O resultado fornece um sistema lógico para gerenciamento de segurança para definir prioridades para atenção a situações perigosas.

O Quadro 27 apresenta a gradação da probabilidade em associação com a descrição do evento indesejável (MARHAVILAS, KOULOURIOTIS, 2008).

Quadro 27: Probabilidade de o dano ocorrer

Probabilidade (P)	Descrição do evento indesejável
10	Inevitável
9	Quase seguro
8	Frequente
7	Provável
6	Probabilidade ligeiramente maior que 50%
5	Probabilidade 50%
4	Probabilidade ligeiramente inferior a 50%
3	Quase improvável ou remoto
2	Improvável
1	Impossível

Fonte: Marhavilas e Koulouriotis (2008)

O Quadro 28 mostra a gradação da severidade ou consequência do dano e o Quadro 29, a gradação da frequência ou exposição associada ao evento indesejável (MARHAVILAS, KOULOURIOTIS, 2008).

Quadro 28: Severidade ou consequência do dano

Severidade do Dano (S)	Descrição do evento indesejável
10	Morte
9	Ineficiência total permanente
8	Ineficiência grave permanente
7	Leve ineficiência permanente
6	Ausência do trabalho por 43 semanas, e retorno com problemas de saúde
5	Ausência do trabalho por 43 semanas, e retorno após recuperação completa
4	Ausência do trabalho por 43 dias e 3 semanas, e retorno após recuperação completa
3	Ausência de trabalho por 3 dias, e retorno após recuperação completa
2	Lesões leves sem ausência do trabalho e com recuperação
1	Nenhum ferimento humano

Fonte: Marhavilas e Koulouriotis (2008)

Quadro 29: Frequência da exposição ao dano

Frequência (F)	Descrição do evento indesejável
10	Presença permanente de danos
9	Presença de dano a cada 30 s
8	Presença de dano a cada 1 min
7	Presença de dano a cada 30 min
6	Presença de dano a cada 1h
5	Presença de dano a cada 8h (um turno de trabalho)
4	Presença de dano a cada 1 semana
3	Presença de dano a cada 1 mês
2	Presença de dano a cada 1 ano
1	Presença de dano a cada 5 anos

Fonte: Marhvilas e Koulouriotis (2008)

A combinação dos índices de probabilidade, severidade e frequência culminam em uma gradação de ações necessárias para cada risco estimado tal que, quando o risco se encontra entre 700 e 1000, requer ação imediata, entre 500 e 700, demanda ação em menos de um dia, entre 300 e 500, demanda ação em menos de um mês; entre 200 e 300, demanda ação em menos de um ano e menor que 200, não exige ação imediata, mas necessita de acompanhamento (MARHAVILAS, KOULOURIOTIS, 2008; MARHAVILAS et al., 2020).

Uma aplicação prática da técnica PRAT para avaliar riscos ocupacionais ocorreu em um local de trabalho da indústria de extrusão de alumínio, situada na Grécia, usando informações estatísticas de acidentes (MARHAVILAS, KOULOURIOTIS, 2008; MARHAVILAS et al., 2020). Para a determinação dos níveis de probabilidade, severidade e frequência, neste exemplo prático, foram usados dados reais de eventos indesejáveis e acidentes durante um período de 5,5 anos (1999-2004) (Quadro 30).

Quadro 30: Classificação das fontes de perigo da indústria e os resultados da estimativa para probabilidade (P), severidade (S), frequência (F) e risco (R)

Descrição de fontes de perigo ou eventos indesejáveis	(P)	(S)	(F)	(R)	Ações
Ferimentos devido à quebra do aro de empacotamento de tarugos/perfis de alumínio	6	4	4	96	R<200 – ação imediata não é necessária, mas é necessária a vigilância de eventos
Exposição/contato em/com temperaturas extremas (ex.: perfil de alumínio esaldante)	6	4	4	96	R<200 – ação imediata não é necessária, mas é necessária a vigilância de eventos
Exposição/contato em/com temperaturas extremas (ex.: perfil de alumínio esaldante)	6	4	4	96	R<200 – ação imediata não é necessária, mas é necessária a vigilância de eventos
Quedas (quedas de altura)	7	7	3	147	R perto de 200 – ações necessárias (ou medidas supressivas) são essenciais antes de 1 ano

Compressão e golpes por queda de objetos (transportados por torres)	7	7	6	294	300>R>200 - ações necessárias (ou medidas supressivas) são essenciais antes de 1 ano
Mutilação de mão / perna / pé por serra	6	6	5	180	R muito perto de 200 - ações necessárias (ou medidas supressivas) são essenciais antes de 1 ano
Lesão de mão / perna / pé devido à manutenção de máquinas	6	6	4	144	R perto de 200 - ações necessárias (ou medidas supressivas) são essenciais antes de 1 ano
Impactos por objetos estáveis e/ou em movimento	6	4	3	72	R<200 - ação imediata não é necessária, mas é necessária a vigilância de eventos
Ferimento devido ao carregamento/desamarramento das matrizes na/da prensa de extrusão	6	4	5	120	R<200 - ação imediata não é necessária, mas é necessária a vigilância de eventos
Exposição/contato em/com corrente elétrica (perigo choque elétrico) devido à manutenção de sistemas elétricos	6	5	3	90	R<200 - ação imediata não é necessária, mas é necessária a vigilância de eventos

Fonte: Marhavilas; Koulouriotis (2008)

## 10.2 Técnica de Avaliação da Matriz de Decisão (DMRA)

Esta técnica, que tem seu nome provindo do inglês *Decision Matrix Risk-Assessment*, consiste em estimar os riscos (R), medindo e categorizando-os quanto a sua probabilidade de ocorrência (P) (Quadro 31) e sua severidade ou consequência (S) (Quadro 32), através da equação  $R=P \times S$ . A estimativa dos riscos auxiliará na tomada de decisão (Quadro 33) (MARHAVILAS et al., 2008).

Quadro 31: Classificação da probabilidade do perigo (P)

Categoria	Palavra de Descrição	Frequência da Ocorrência do Evento
6	Frequente	Evento durante um período de tempo de
5	Provável	Evento durante um período de tempo de
4	Ocasional	Evento durante um período de tempo de
3	Remota	Evento durante um período de tempo de
2	Improvável	Evento durante um período de tempo de
1	Impossível	Evento durante um período de tempo de

Fonte: Marhavilas; Koulouriotis (2008)

Quadro 32: Classificação da Severidade das Consequências (S)

Categoria	Palavra de Descrição	Descrição
6	Super Catástrofe	Mortes em massa, danos e perda de produção > 1.000.000 euros
5	Catástrofe	Múltiplas mortes, danos e perda de produção > 100.000 euros

4	Crítica	Morte ou lesões múltiplas e perda de produção entre 10.000 e 100.000 euros
3	Perigoso	Perda de tempo ou lesão permanente e perda de produção entre 1000 e 10.000 euros
2	Marginal	Lesão única e perda de produção entre 100 e 1000 euros
1	Insignificante	Danos leves ou sem lesão e perda de produção < 100 euros

Fonte: Marhavidas; Koulouriotis (2008)

Este método propõe 6 diferentes níveis para estabelecimento dos riscos em uma escala de 1 a 6 para consequências e de 1 a 6 para probabilidade dos eventos. O resultado da combinação da probabilidade com a severidade poderá variar de 1 a 36 (Quadro 33). Se o risco for entre 18 e 36, ele é considerado "inaceitável"; se estiver entre 10 e 16, é considerado "indesejável"; entre 5 e 9, "aceitável com medidas de controle" e, se o risco estiver entre 1 e 4, ele é "aceitável".

Quadro 33: Avaliação da Matriz de Decisão (DMRA)

Classificação da Severidade das Consequências (S)	Classificação da Probabilidade do Perigo (P)					
	6	5	4	3	2	1
6	36	30	24	18	12	6
5	30	25	20	15	10	5
4	24	20	16	12	8	4
3	18	15	12	9	6	3
2	12	10	8	6	4	2
1	6	5	4	3	2	1

Fonte: Marhavidas e Koulouriotis (2008)

Neste exemplo prático de aplicação da técnica DMRA, esta foi usada para avaliar riscos ocupacionais em um local de trabalho da indústria de extrusão de alumínio, situada na Grécia, usando informações estatísticas de acidentes. Ações foram propostas para reduzir o potencial de dano (Quadro 34) (MARHAVILAS et al., 2008).

Quadro 34: Classificação das fontes de perigo da indústria e os resultados da estimativa para probabilidade (P), severidade (S), frequência (F) e risco (R)

<b>Descrição de fontes de perigo ou eventos indesejáveis</b>	<b>(S)</b>	<b>(P)</b>	<b>(R)</b>	<b>Ações</b>
Ferimentos devido à quebra do aro de empacotamento de tarugos/perfis de alumínio	3	4	12	Indesejável-ações necessárias para eliminar a fonte de perigo
Exposição/contato em/com temperaturas extremas (ex.: perfil de alumínio escaldante)	2	4	8	Aceitável com controlos-ação imediata não é necessária, mas é necessária a vigilância de eventos
Exposição/contato em/com temperaturas extremas (ex.: perfil de alumínio escaldante)	2	4	8	Aceitável com controlos-ação imediata não é necessária, mas é necessária a vigilância de eventos
Quedas (quedas de altura)	4	5	20	Inaceitável-ações imediatas e urgentes para eliminar a fonte de perigo, instantaneamente.
Compressão e golpes por queda de objetos (transportados por torres)	4	5	20	Inaceitável-ações imediatas e urgentes para eliminar a fonte de perigo, instantaneamente.
Mutilação de mão / perna / pé por serra	3	4	12	Indesejável-ações necessárias para eliminar a fonte de perigo
Lesão de mão / perna / pé devido à manutenção de máquinas	3	4	12	Indesejável-ações necessárias para eliminar a fonte de perigo
Impactos por objetos estáveis e/ou em movimento	2	4	8	Aceitável com controlos-ação imediata não é necessária, mas é necessária a vigilância de eventos
Ferimento devido ao carregamento/desamarramento das matrizes na/da prensa de extrusão	2	4	8	Aceitável com controlos-ação imediata não é necessária, mas é necessária a vigilância de eventos
Exposição/contato em/com corrente elétrica (perigo choque elétrico) devido à manutenção de sistemas elétricos	3	4	12	Indesejável-ações necessárias para eliminar a fonte de perigo

Fonte: Marhavidas e Koulouriotis (2008)

## 10.3 Método Inmetro

As escalas de impacto e de probabilidade, utilizando o Método do Inmetro (INMETRO, 2019), variam de um a cinco, conforme os Quadro 35 e Quadro 36.

Quadro 35: Escala de impacto

Nível	Descrição	Exemplos
1	Insignificante	Sutil comprometimento da imagem do estabelecimento; insignificante perda financeira; acidente irrelevante envolvendo um produto (sem requerer curativos ou cuidados domésticos ao acidentado)
2	Pequeno	Pequeno comprometimento da imagem do estabelecimento; pequena perda financeira; acidente pouco grave envolvendo um produto (requerendo curativos ou cuidados domésticos ao acidentado).
3	Moderado	Relativo comprometimento da imagem do estabelecimento; perda financeira de médio impacto; queda moderada de exportações brasileiras; acidente grave envolvendo um produto (requerendo ao acidentado tratamento ambulatorial, sutura etc., porém sem internação).
4	Grande	Grande comprometimento da imagem do estabelecimento; grande perda financeira; queda significativa das exportações brasileiras; acidente muito grave envolvendo um produto (requerendo ao acidentado tratamento médico/ambulatorial com internação e/ou licença médica).
5	Catastrófico	Comprometimento severo da imagem do estabelecimento; enorme perda financeira; exportações brasileiras inviabilizadas; acidente gravíssimo envolvendo um produto (requerendo amputação de membro do acidentado, levando à sua incapacitação/lesão permanente ou morte).

Fonte: Inmetro (2019)

Quadro 36: Escala de probabilidade

Nível	Descrição	Exemplo
1	Rara	Poderá ocorrer somente em circunstâncias excepcionais
2	Improvável	Poderá ocorrer alguma vez
3	Possível	Deverá ocorrer alguma vez
4	Provável	Provavelmente ocorrerá na maioria das vezes
5	Quase certa	Espera-se que ocorra sempre

Fonte: Inmetro (2019)

A relação entre o impacto e a probabilidade é usada para tomar decisões sobre ações futuras (Quadro 37 e Quadro 38).

Quadro 37: Matriz para avaliação de riscos – Impacto x Probabilidade

Probabilidade	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5
		1	2	3	4	5
	Impacto					

Fonte: Inmetro (2019)

Quadro 38: Critério para estimativa de riscos

Probabilidade (P) x Impacto (I)	Nível de Risco (R) estimado
	Baixo
	Moderado
	Crítico

Fonte: Inmetro (2019)

O processo de avaliação de riscos pode ser conduzido em diferentes graus de profundidade e detalhes, que podem ir do mais simples, aos mais complexos. Cada organização deve optar por métodos e técnicas que sejam adequadas para a sua situação, de acordo com sua natureza, e que atendam às suas necessidades em termos de detalhes, complexidade, tempo, custo etc. (ABNT, 2012; ABNT, 2018b).

A avaliação de riscos consiste em aprimorar as análises de riscos a fim de melhor compreendê-los e auxiliar na tomada de decisão sobre as futuras ações, podendo incluir prioridades de tratamento de riscos e avaliar se uma determinada atividade deve ou não ser realizada (RIBEIRO et al., 2012).



## CAPÍTULO 2

# PLANO DE AÇÃO E CONTROLE DOS RISCOS

Quando identificados perigos que podem afetar a saúde do trabalhador no ambiente de trabalho, o ideal é que eles sejam eliminados ou tenham sua severidade reduzida, mas isso nem sempre é possível. Sendo assim, deve-se controlar essa exposição o mais cedo e mais perto da fonte possível. A adoção de medidas de prevenção e controle dos riscos ocupacionais deve obedecer a hierarquia de atuar preferivelmente na fonte, eliminando ou minimizando o fator de risco e, em seguida, interceptando ou removendo o fator de risco em sua trajetória (entre a fonte e o receptor). Por último, devem-se adotar medidas que evitem que o fator de risco atinja o trabalhador (receptor) (REDDY et al., 2017).

A NBR ISO/IEC 31010 afirma que todas as atividades em uma organização envolvem riscos e estes devem ser gerenciados para que ela consiga alcançar seus objetivos. Aponta também que o processo de gestão de riscos permite um entendimento aperfeiçoado dos riscos pois considera incertezas e possibilidades de eventos futuros, auxiliando assim, na tomada de decisão (ABNT, 2012).

Para isso, a NBR ISO 45001 diz que a organização deve estabelecer um ou mais procedimentos para identificar os perigos presentes nas atividades e ambientes de trabalho de forma proativa (ao invés de reativa), e contínua, para posteriormente avaliar estes riscos e avaliar as oportunidades de melhoria na Saúde e Segurança Ocupacional, como eliminar perigos e reduzir riscos; adaptar o trabalho e organizar o ambiente de trabalho; dentre outras oportunidades que possibilitem prevenir ou reduzir efeitos indesejáveis e atingir a melhoria contínua dentro da organização (ABNT, 2018b).

A NBR ISO 31000 salienta que o processo de gestão de risco pode ser aplicado em nível estratégico, operacional, de programas ou projetos e que é conveniente que ele seja parte integrante da gestão e tomada de decisão, contribuindo para o aprimoramento da gestão da melhoria contínua dentro da organização (ABNT, 2018a).

Após a avaliação dos riscos, eles devem ser classificados, observando a combinação da severidade das possíveis lesões ou agravos à saúde com a probabilidade de ocorrência, para que seja possível identificar a necessidade de adoção de medidas de prevenção e elaboração do plano de ação. A organização deverá elaborar um plano de ação para tratamento dos riscos identificados, incluindo as medidas de controle a serem adotadas, mantidas ou aprimoradas, e deverá ser definido um cronograma com formas de aferição e acompanhamento dos resultados, devendo tudo ser registrado, conforme a Norma Regulamentadora nº. 1 (NR 1). (BRASIL, 2020)

O plano de ação, juntamente com o inventário de riscos (identificação, avaliação e classificação dos riscos), são os dois documentos obrigatórios do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), conforme a Norma Regulamentadora no. 1 (NR 1). Esses documentos devem ser elaborados sob responsabilidade da organização e estarem disponíveis aos trabalhadores interessados ou seus representantes e à Inspeção do Trabalho. O PGR deve propor medidas de prevenção para os riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes em determinado ambiente de trabalho. (BRASIL, 2020)

As medidas de prevenção devem ser adotadas para reduzir ou controlar os riscos sempre que as exigências legais determinarem; sempre que a classificação dos riscos indicar; e sempre que houver evidências de associação entre lesões ou agravos à saúde, com os riscos identificados no trabalho. A NR 1 afirma que as medidas de proteção coletivas devem ser preconizadas e, se comprovada a inviabilidade técnica ou se não forem suficientes, deverão ser adotadas outras medidas, obedecendo a ordem de preferência para medidas administrativas ou de organização do trabalho; e por último, a utilização de equipamentos de proteção individual (BRASIL, 2020).

A NBR ISO 45001 apresenta que as medidas de controle devem ser implementadas em níveis. No primeiro nível, deve-se preconizar a eliminação do perigo, como exemplo, parar de usar substâncias perigosas, eliminar trabalho que cause estresse negativo, remover empilhadeiras etc. No segundo nível, deve-se partir para a substituição, combatendo os riscos na fonte, como exemplo, substituindo o perigoso pelo menos perigoso, substituição do piso escorregadio por outro material etc. O terceiro nível, é o de controles de engenharia e reorganização do trabalho, onde devem ser implementadas ações como isolar as pessoas do perigo, utilizar medidas de proteção coletivas (isolamento, proteção de máquinas, sinalização com placas), reduzir ruídos, reorganizar trabalho para evitar cargas horárias insalubres, etc. No quarto e penúltimo nível, alguns controles administrativos podem

ser implementados, como treinamentos e fornecimento de instruções adequadas aos trabalhadores, gerir um programa de vigilância médica para os trabalhadores que ficam expostos à riscos, fornecer instruções de como relatar incidentes ou não conformidades no processo (sem represálias) etc. E, por último, no nível de adoção de equipamentos de proteção individuais, devem-se fornecer, além dos EPIs em bom estado, instruções de como utilizá-los e realizar a manutenção corretamente (sapatos de proteção, óculos de proteção, capacetes etc) (ABNT, 2018b).

É possível observar que as duas abordagens acima, NR 1 e NBR ISO 45001, utilizam dos mesmos princípios para adoção de medidas de controle, uma vez que a utilização de EPI deve ser adotada em último caso, e todas as medidas adotadas, deverão acompanhadas de informações aos trabalhadores quanto aos procedimentos e limitações delas.

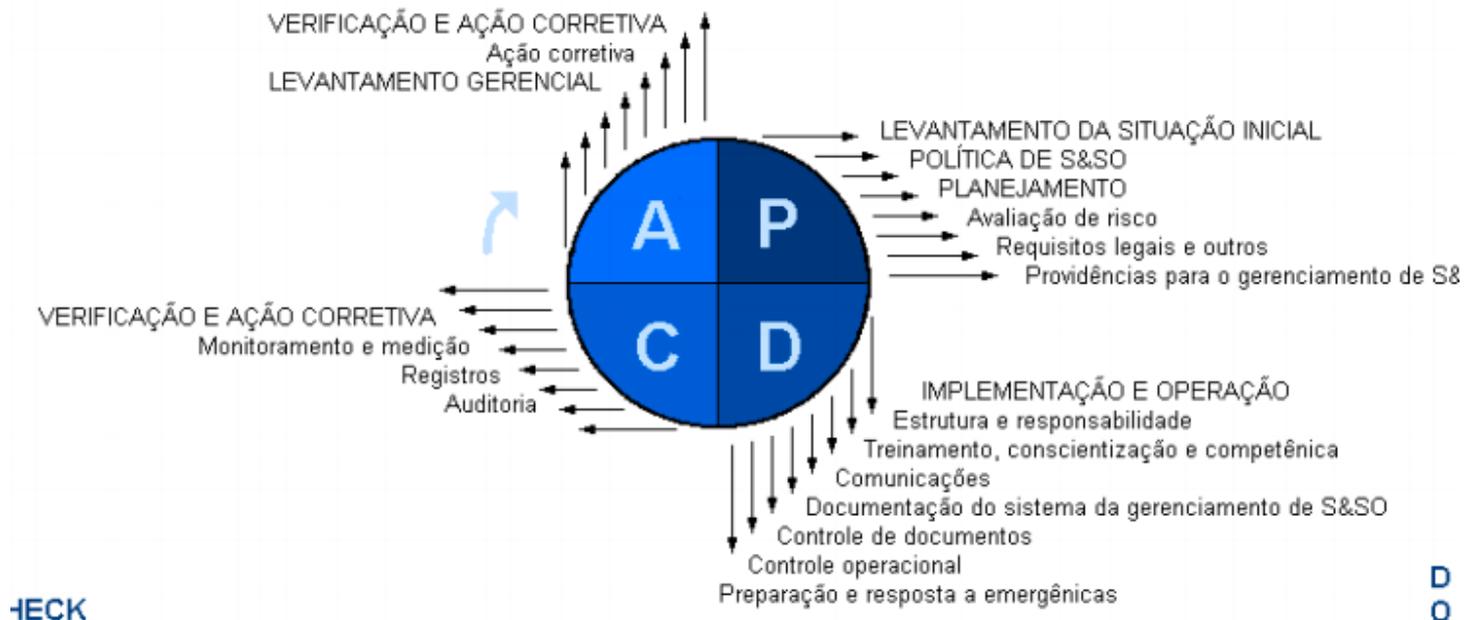
A ISO 45001 aponta que é conveniente a organização adotar medidas para minimizar riscos a que estão expostos os trabalhadores, verificando se elas são seguras para uso e que os equipamentos sejam testados e entregues de acordo com suas especificações para que funcionem como pretendido. Além disso, a NR 1 estabelece que o desempenho das medidas de prevenção deve ser acompanhado, contemplando a verificação da execução das ações planejadas; as inspeções dos locais e equipamentos de trabalho; e o monitoramento das exposições aos agentes ambientais e nocivos. As medidas, portanto, devem ser corrigidas quando se mostrarem ineficazes na etapa de acompanhamento de desempenho (ABNT, 2018b; BRASIL, 2020).

Na área de Segurança e Saúde Ocupacional, muitas empresas usam as diretrizes de acordo com o ciclo PDCA de melhoria contínua no gerenciamento de risco, que institui princípios de qualidade para processos ou produtos. O ciclo PDCA é composto pelas seguintes etapas: *Plan* (planejamento); *Do* (executar); *Check* (verificar); *Act* (agir). Na primeira fase, é onde devem ser estabelecidas as metas e elaborados os planos para identificação da situação inicial, planejamento da política de SSO, avaliação de riscos etc. Na segunda fase, de execução, é onde os envolvidos começam a implementar os planos elaborados na primeira fase, como a implementação e operação de uma estrutura de responsabilidade, treinamento, conscientização e competência, preparação e respostas às emergências etc. Na etapa de verificação, é onde avalia-se a execução das ações, se estão sendo executadas como planejado e se as metas estão sendo alcançadas por meio de ação corretiva, monitoramento e medição, registros e auditoria. Agir representa a última fase, onde analisa-se as ações que foram bem sucedidas para padronização e registro, e as ações mal sucedidas para tomar ações corretivas, ou seja, quando as metas não estiverem sendo alcançadas, deve-se realizar um levantamento gerencial. (ABNT, 2018b; RODRIGUES et al., 2018)

Um ciclo PDCA de melhoria contínua no gerenciamento de risco e a sua integração com a Segurança e Saúde Ocupacional (SSO) é mostrado na Figura 11.

Figura 11: Ciclo PDCA aplicado no gerenciamento de SSO

PLAN



Fonte: BS 8800, (1996)

## Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA; Organização Pan Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde. CODEX Alimentarius. **Higiene dos Alimentos: Textos básicos**. Termo de cooperação n. 37. Brasília, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 31000**: Gestão de Riscos: Diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2018a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 45001**: Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional: Requisitos com Orientação para Uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2018b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO/IEC 31010:2012**: Gestão de Riscos: Técnicas para o Processo de Avaliação de Riscos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.
- BATALHA, Mário Otávio et al. **Gestão da Produção e Operações: Abordagem Integrada**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria do Trabalho. **Norma Regulamentadora nº 1**: Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais. Brasília, DF: Ministério da Economia, 2020.
- BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria do Trabalho. **Norma Regulamentadora nº 9**: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Brasília, DF: Ministério da Economia, 2019.
- BSI. British Standards Institution. **BS 8800: Occupational health and safety management systems: Guide**. London: British Standards Institution, 1996.
- CAVAIGNAC, André Luís de Oliveira; FORTE, Lorrana Lys Neves. Utilização do FMEA para priorização de risco ocupacional: uma nova abordagem direcionada a construção civil, **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 4, n. 3, p. 132-149, 2018.
- CAVAIGNAC, André Luís de Oliveira; UCHOA, Jhelison Gabriel Lima. Obtaining FMEA's indices for occupational safety in civil construction: a theoretical contribution. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 15, n. 4, p. 558-565, 2018.
- CICCO, Francesco de; FANTAZZINI, Mario Luiz. **Tecnologias consagradas de gestão de riscos: riscos e probabilidades**. São Paulo: Séries Risk Management, 2003.
- ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 15., 2015, Porto Alegre. **Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP**. Porto Alegre, 2015.
- ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 34., 2014. **Anais do XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP**. Curitiba, 2014.
- ESTEVES, Alan da Silva. **Análise de Riscos**. Curso de confiabilidade para gerentes. Rio de Janeiro: Petrobras, 1984.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The state of food and agriculture**. Roma: FAO: 1996.
- GERMANO, Pedro Manuel Leal; GERMANO, Maria Izabel Simões. **Sistema de Gestão: Qualidade e segurança dos alimentos**. 1. ed. Barueri: Manole, 2013.
- GUSMÃO, Cristine Martins Gomes de. **Um modelo de processo de gestão de riscos para ambientes de múltiplos projetos de desenvolvimento de software**. 2007. Dissertação (Pós-graduação em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.
- INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Política de Gestão de Riscos**. Brasília, DF: INMETRO, 2019.
- JORNADA ODONTOLÓGICA DA UNIVERSIDADE BRASIL, 10., 2018, São Paulo. Anais da X Jornada Odontológica da Universidade Brasil. São Paulo: Universidade Brasil, 2018.
- KORF, Eduardo Pavan; GOELLNER, Claud Ivan. Diretrizes Para Elaboração de Programas de Gerenciamento de Riscos de Acidentes Ambientais E Ocupacionais (PGR) Para Aplicação em Instalações Industriais. **Revista**

**Gestão Industrial**, v. 7, n. 3, p. 60-74, 2011.

LIMA, Leonardo de Farias. **Aplicação do método "What if..." como técnica de identificação de perigos e operabilidade em uma lavanderia de Campina Grande-PB**. 2017. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba, 2017.

LIMA, Priscila Ferreira de Araújo; FRANZ, Luis Antonio dos Santos; AMARAL, Fernando Gonçalves. Proposta de utilização do FTA como ferramenta de apoio ao FMEA em uma empresa do ramo automotivo. **Anais do XIII Simpósio de Engenharia de Produção**, Bauru: XIII Simpósio de Engenharia de Produção, 2006.

MARHAVILAS, Panagiotis *et al.* An expanded HAZOP-study with fuzzy-AHP (XPA-HAZOP technique): Application in a sour crude-oil processing plant. **Safety Science**, Amsterdam, v. 124, 2020.

MARHAVILAS, Panagiotis; KOULOURIOTIS, Dimitrios. A risk estimation methodological framework using quantitative assessment techniques and real accidents' data: application in an aluminum extrusion industry. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, Netherlands, v. 21, n. 6, p. 596-603, 2008.

MARHAVILAS, Panagiotis; KOULOURIOTIS, Dimitrios; GEMENI, Vicky. Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000-2009. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, Netherlands, v. 24, n. 5, p. 477-523, 2011.

MARQUES, Joana Brás Varanda; FREITAS, Denise de. Método DELPHI: caracterização e potencialidades na pesquisa em Educação. **Pro-Posições**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 389-415, 2018.

MOTA, Cristianny Pascoal Almeida; CAVAINAC, André Luís de Oliveira. Avaliação de risco ocupacional em obras de pequeno porte de unidades unifamiliares com aplicação do FMEA: uma investigação sobre trabalho em altura e escavações. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 5, n. 4, p. 25-35, 2019.

MUNIZ, Tiago de Paula. **Gerenciamento de riscos, uma ferramenta básica de segurança: estudo prático em uma unidade marítima de exploração de hidrocarbonetos**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

NOGUEIRA, Sumaia Austregesilo; BASTOS, Luciana Freitas; COSTA, Íris do Céu Clara. Riscos Ocupacionais em Odontologia: Revisão da Literatura. UNOPAR Científica: Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Norte do Paraná, v. 12, n. 3, p. 11-20, 2010.

OLIVEIRA, Ailson Luiz de; HU, Osvaldo Ramos Tsan. **Gerenciamento do Ciclo da Qualidade: Como gerir a qualidade do produto - da concepção ao pós-venda**. 1. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2018.

ORESTES-CARDOSO, Silvana Maria *et al.* Acidentes perfurocortantes: prevalência e medidas profiláticas em alunos de odontologia. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, São Paulo, v. 34, n. 119, p. 6-14, 2009.

OSBORN, Alex Faickney. **O poder criador da mente**. 8. ed. São Paulo: Ibrasa, 2009.

PMI, Project Management Institute. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®)**. 5ª ed. Newtown Square, Pennsylvania, USA: Project Management Institute, 2013.

QUELHAS, Osvaldo Luiz; LIMA, Gilson Brito. Sistema De Gestão De Segurança E Saúde Ocupacional: Fator Crítico De Sucesso À Implantação Dos Princípios Do Desenvolvimento Sustentável Nas Organizações Brasileiras. **INTERFACEHS - Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, São Paulo, v. 1, n. 2, dez 2006.

QUINTELLA, C. M. *et al.* Prospecção Tecnológica como uma Ferramenta Aplicada em Ciência e Tecnologia para se Chegar à Inovação. **Revista Virtual de Química**, v. 3, n. 5, p. 406-415, 2011.

REDDY, Kommuri Sahithi *et al.* Occupational Hazards in Dentistry. **Journal of Research and Advancement in Dentistry**, India, v. 5, n. 2, 2017.

RIBEIRO, Marcela; FILHO, Walter; RIEDERER, Elena. **Avaliação Qualitativa de Riscos Químicos: Orientações Básicas para o Controle da Exposição a Produtos Químicos**. São Paulo: Fundacentro, 2012.

RODRIGUES, Thais de Almeida; SILVA, Dóris Fernanda Alves Correia da; NEVES, Taderson Tarson Brandão. Análise de riscos ocupacionais: estudo de caso em testes de estanqueidade não volumétrico em uma empresa de segurança do trabalho. **Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP**,

Maceió-AL: XXXVIII Encontro Nac. de Eng. de Produção, out. 2018.

ROSA, Patrícia Ketrin. **Análise Bibliográfica a Respeito da Gestão de Riscos**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade do Planalto Catarinense, Lages, 2018.

ROXO, Manuel. **Segurança e Saúde do Trabalho: Avaliação e Controle De Riscos**. 1. ed. Coimbra, 2003.

RUPPENTHAL, Janis Elisa. **Gerenciamento de Riscos**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec, Brasil, 2013. *E-book* (120 p.).

SANTOS, Ana Carolina de Souza; BEZERRA, Thaynan Santana; MATHIAS, Rafael Vieira. **Modelo de análise e avaliação de risco com a utilização de veículo aéreo não tripulado**: estudo realizado em uma construtora. Curso de Engenharia de Produção da Faculdade Capivari, Santa Catarina, 2018.

SANTOS, Rodrigo Villaca. **Análise preliminar de riscos em um setor da indústria química**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2011.

SILBERMAN, Tania Destefano de Araújo; MATTOS, Ubirajara Aluizio de Oliveira. Metodologia de análise de risco: estudo em uma unidade de cogeração de energia de um shopping center de Macaé. **Boletim Técnico Organização & Estratégia**, Niterói, v. 4, n.1, p.155-172, 2008.

SILVA, Alysson Rogerio da. **Gestão dos Riscos Ocupacionais no Manejo do Lodo de Estações de Tratamento de Esgoto e a NBR ISO 31000**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade de São Carlos, São Paulo, 2019.

SIMÕES, Ricardo *et al.* Desordens Musculo-Esqueléticas Relacionadas com o Exercício Profissional da Medicina Dentária. **Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial**, Lisboa, Portugal, v. 49, n. 1, p. 47-55, 2008.

SOUSA, Rosana Sales de; LOOS, Maurício Johnny. Aplicação do Ciclo PDCA e Ferramentas da Qualidade na redução de Custos e Perdas em uma Distribuidora de Hortifruti. **Journal of Perspectives in Management – JPM**, v. 4, p. 68-23, 2020.

STAMATIS, D.H. **Failure mode and effect analysis - FMEA: from theory to execution**. 2. ed. Milwaukee: ASQ Quality Press, 2003.

TREZENA, Samuel *et al.* **Práticas em biossegurança frente aos acidentes ocupacionais entre profissionais da odontologia**. Arquivos em Odontologia, Belo Horizonte, v. 76, n. 7, 2020.

VASCONCELOS, Márcia Maria Vendiciano Barbosa *et al.* Avaliação das normas de biossegurança nas clínicas odontológicas da UFPE. **Odontologia Clínica Científica**, Recife, v. 8, n. 2, p. 151-156, 2009.

**Este livro tem como objetivo apresentar, de forma compilada e exemplificada, as principais técnicas para o processo de avaliação de riscos ocupacionais. Dessa forma, encontra-se organizado em duas partes, conforme proposto pela Norma Regulamentadora no 1 do Ministério do Trabalho: (1) Inventário de Riscos Ocupacionais: Técnicas para o Processo de Avaliação de Riscos e (2) Plano de Ação e Controle dos Riscos. A importância desse tema se deve a obrigatoriedade do cumprimento, pelas empresas, do Programa de Gerenciamento de Riscos, o qual deve conter esses dois documentos (1) e (2), além da contribuição para a segurança e saúde do trabalhador da nação brasileira.**

ISBN: 978-65-86707-66-3

**CR**



9 786586 707663

**Pascal**  
Editores