

Principais Metodologias de Gerenciamento de Riscos: Uma Revisão Bibliográfica

Raíle dos Santos Barbosa¹, Francisco Alves Pinheiro², Antonio Pires Crisóstomo³

Resumo: O gerenciamento de riscos é de extrema importância para as organizações, ao passo em que permite a antecipação aos riscos, através de sua identificação, análise e tomada de decisão acerca de medidas corretivas e, principalmente, preventivas, constituindo a principal ferramenta de apoio à garantia da saúde e segurança dos colaboradores. Dito isto, temos o presente estudo com o objetivo de identificar os principais métodos de gerenciamento de riscos, a partir de fontes nacionais, e com base nas normas de regulamentação brasileiras. As ferramentas apresentadas neste estudo serão a Análise Preliminar de Riscos (APR), a Série de Riscos e a Análise de Árvore de Falhas. A metodologia se constituiu na pesquisa bibliográfica, fundamentada na análise de livros, dissertações, artigos de profissionais da área, entre outras fontes compreendidas, em grande maioria, em períodos posteriores a 2010. Desta forma, foi possível conhecer as principais ferramentas, bem como a construção e aplicação que cada uma delas, colaborando para a disseminação deste conhecimento e demonstrando como as metodologias de gerenciamento de riscos auxiliam na promoção da saúde e segurança no ambiente laboral.

Palavras-chaves: Gerenciamento de Riscos, Análise Preliminar de Riscos, Série de Riscos, Árvore de Análise de Falhas.

Main Risk Management Methodologies: A Bibliographic Review

Abstract: Risk management is extremely important for organizations, while it allows the anticipation of risks, through their identification, analysis and decision-making about corrective and, mainly, preventive measures, constituting the main tool to support the guarantee of health and safety of employees. That said, we have the present study with the objective of identifying the main risk management methods, from national sources, and based on Brazilian regulatory standards. The tools presented in this study will be the Preliminary Risk Analysis (PRA), the Risk Series and the Fault Tree Analysis. The methodology consisted of bibliographical research, based on the analysis of books, dissertations, articles by professionals in the field, among other sources, mostly understood in periods after 2010. In this way, it was possible to know the main tools, as well as the construction and application of each one of them, collaborating to the dissemination of this knowledge and demonstrating how risk management methodologies help to promote health and safety in the work environment.

Keywords: Risk Management, Preliminary Risk Analysis, Risk Series, Fault Analysis Tree.

¹ Graduanda Engenharia de Produção, Universidade Federal do Vale do São Francisco, raíle.barbosa@gmail.com

² Docente Engenharia de Produção, Universidade Federal do Vale do São Francisco, francisco.pinheiro@univasf.edu.br

³ Docente Engenharia de Produção, Universidade Federal do Vale do São Francisco, antonio.crisostomo@univasf.edu.br

Introdução

Nos últimos 40 anos, houve um crescente aumento da preocupação com a saúde e a segurança dos trabalhadores, isto se deve, além da criação de Normas Regulamentadoras que passaram a ter cumprimento obrigatório por parte das organizações, a dois importantes fatores: a grande quantidade de ocorrências de acidentes no trabalho e o desenvolvimento de doenças ligadas às atividades laborais dos mesmos, (SCIATH, 2018).

Dados do Anuário Estatístico da Previdência Social 2018 (AEPS) mostram que, após quedas sucessivas na quantidade de acidentes de trabalho registrados nos últimos 10 anos, o Brasil teve aumento de 3,47% nos acidentes de trabalho de 2017 para 2018, passando para 576.951 (REVISTA PROTEÇÃO, 2020).

Com o objetivo de auxiliar na melhoria desse cenário e promover a proteção da integridade e da capacidade de trabalho do colaborador, temos a Segurança do Trabalho, que constitui um conjunto de medidas adotadas para a minimização ou eliminação de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, (BRISTOT, 2019).

Compete à Segurança do Trabalho, junto com a medicina do trabalho, ergonomia e outros conhecimentos da área, a identificação dos fatores de risco, que causam acidentes e doenças ocupacionais, a avaliação dos seus efeitos na saúde do trabalhador e, por fim, propor medidas de intervenção técnica a serem instituídas nos ambientes de trabalho (MATTOS et al., 2011).

Pois, além de causar danos aos trabalhadores, os acidentes nas rotinas das atividades industriais são muito prejudiciais à organização, possibilitando a ocorrência de uma grande repercussão na sua imagem, oriunda de incêndios e explosões, por exemplo, por sua maior gravidade, e quando apresenta determinada frequência requer a revisão do plano de segurança (MATTOS, 2011).

A fim de evitar a ocorrência de acidentes e suas grandes perdas, pode e deve ser realizada uma revisão dos procedimentos e da adequação da atividade produtiva às medidas de segurança, como forma de encontrar um modelo que atenda às suas necessidades, e possibilite a detecção de eventos causadores de acidentes (GOMES; OLIVEIRA, 2012).

Para isso, temos o gerenciamento de riscos ocupacionais, que se constitui como uma ciência que possibilita ao homem uma convivência mais segura com os riscos a que estão expostos, executando suas atividades com maior segurança e protegendo o indivíduo, seus bens materiais e o meio ambiente (MELO, 2002 apud PROCORO e DUARTE, 2006).

O gerenciamento de riscos pode ainda, ser interpretado como a tomada de decisão considerando as incertezas, ao passo que, entre suas etapas, temos tanto a definição do que é o risco como, também, o entendimento da melhor forma de lidar com ele (FITZGERALD, 2003 apud PROCORO e DUARTE, 2006).

Desta forma, foram criadas as legislações de Segurança do Trabalho, que implicam à realização de inspeções de segurança nas empresas, e visam a promoção da saúde e prevenção de riscos, elaboradas através de estudos, e manuais de orientações básicas de Segurança, Medicina e Higiene do Trabalho (TAVARES, 2007).

Diante do exposto questiona-se: **quais os principais métodos aplicados ao gerenciamento de riscos, conforme a legislação brasileira?**

Desta forma, surge o presente trabalho, com o propósito de identificar, na literatura brasileira, os principais métodos de gerenciamento de riscos.

Metodologia

O presente estudo se caracteriza como uma pesquisa bibliográfica onde foi realizado o levantamento, na literatura nacional, acerca do gerenciamento de riscos ocupacionais, com o foco na demonstração de suas principais ferramentas e como podem ser aplicadas.

Conforme Vergara (1998, p.46) “a pesquisa bibliográfica é o estudo sistematizado desenvolvido com base em materiais publicados em livros, revistas, jornais e redes eletrônicas, isto é, material acessível ao público em geral”.

Se configura ainda como pesquisa documental. Este tipo de metodologia faz análise de fontes documentais no sentido amplo, ou seja, além de documentos impressos, outros tipos de documentos, como jornais, fotos, filmes, gravações, documentos legais, isto é, conteúdos sem tratamento analítico, que servirão de base para a investigação e análise do pesquisador (SEVERINO, 2007). No presente estudo os documentos analisados são as Normas Regulamentadoras brasileiras (NR's) e Leis que regem as diretrizes da Segurança do Trabalho em nosso país.

Sendo assim, foram consultados, também, artigos, dissertações, livros de referência, publicações de profissionais da área e apostilas compreendidos, em sua maioria, entre o período de 2010 a 2020.

Foram utilizadas como palavra-chave inicial o Gerenciamento de Riscos, e com a descoberta de vários métodos, foi decidido apresentar a principal ferramenta de

gestão de riscos ocupacionais para cada tipo de método, sendo a Análise de Árvore de Falhas (AAF) representando os métodos retrospectivos, a Análise Preliminar de Risco (APR) representando os métodos prospectivos e a Série de Riscos, representando os métodos mistos (retrospectivos e prospectivos). Com a escolha dos principais métodos, passaram a ser utilizados cada um deles como palavras-chaves secundárias, a fim de encontrar de forma mais específica e detalhada cada um deles, bem como a sua aplicação, utilizando como critérios para filtros de informações a riqueza de detalhes e a clareza das informações.

Referencial Teórico

Norma Regulamentadora 1 (NR 1)

De acordo com a Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, vigente atualmente, o objetivo da NR 1 desta Norma é estabelecer as disposições gerais, o campo de aplicação, os termos e as definições comuns às Normas Regulamentadoras - NR relativas à segurança e saúde no trabalho (BRASIL, 2019).

Mas, recentemente houve uma alteração pela Portaria SEPRT n.º 6.730, de 09 de março de 2020, que atribui como objetivo da NR 1, além do já exposto, o estabelecimento das diretrizes e os requisitos para o gerenciamento de riscos ocupacionais e as medidas de prevenção em Segurança e Saúde no Trabalho – SST, dentre outras alterações, que entrarão em vigor a partir de 2 de agosto de 2021 (BRASIL, 2020).

A NR 1 serve para estabelecer os critérios que devem ser adotados por ambos os empregadores e empregados nos quesitos de saúde ocupacional e Segurança do Trabalho, tratando do Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (GRO), que, por sua vez, constitui a gestão completa de riscos que deve ser aplicada nas empresas, apresentando algumas documentações necessárias, como o PGR - Programa de Gerenciamento de Riscos e o PRE - Plano de Resposta à Emergências. Com a nova alteração, a NR-1 passa a regulamentar e centralizar a gestão de riscos ocupacionais em uma só norma, passando as outras a serem apenas normas de apoio (SISTEMA ESO, 2021).

Norma Regulamentadora 9 (NR 9)

Com o objetivo de preservar a saúde e integridade dos trabalhadores, a NR 9, norma

regulamentadora de Portaria SSST n.º 25, de 29 de dezembro de 1994, estabelece que todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados realizem, de forma obrigatória, a elaboração e implementação do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA, para, através dele realizar a antecipação, reconhecimento, avaliação dos riscos ambientais existentes e/ou iminentes, a fim de controlar a sua ocorrência no ambiente (BRASIL, 1994).

Porém, foi sancionada pela Portaria SEPRT n.º 6.735, de 10 de março de 2020, uma alteração na NR 9, passando, a partir de 2 de agosto de 2021, a estabelecer os requisitos para a avaliação das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos quando identificados no Programa de Gerenciamento de Riscos - PGR, previsto na NR-1, e subsidiá-lo quanto às medidas de prevenção para os riscos ocupacionais (BRASIL, 2020).

De acordo com o Sistema ESO (2020), “o PPRA da NR-9 deixa de existir devido a isso, já que no lugar dele o PGR cumpre a função e ainda complementa mais detalhes. Porém, a NR-9 serve de apoio para a NR-1, para se consultar os riscos, por exemplo”.

De acordo com a NR-09, são considerados riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, podem causar danos à saúde dos colaboradores (BRASIL, 1994). Nesta norma é possível verificar além dos tipos de riscos, a melhor forma de realizar a avaliação, medidas de prevenção e controle da exposição aos mesmos (BRASIL, 2020).

Gerenciamento de Riscos

Sachet (2014) define perigo como “uma ou mais condições de uma variável com potencial necessário para causar danos”. O autor afirma ainda que “havendo um perigo, persistem as possibilidades de efeitos adversos, as quais são chamadas de riscos”.

E os riscos devem ser bem gerenciados para a garantia da segurança no trabalho em todas as atividades laborais. Bristot (2019, p. 130) define gerenciamento de riscos como:

[...] o processo, sistemático ou a metodologia que permite, conhecendo a tarefa a ser desempenhada e os perigos relacionados ao desenvolvimento da atividade, a formulação e implantação de medidas, bem como de procedimentos técnicos e administrativos, moldados dentro da filosofia prevencionista, com a finalidade de prevenir, reduzir e controlar os riscos. Objetiva, ainda, permitir que uma planta opere dentro de padrões de segurança que sejam considerados toleráveis.

A etapa mais importante no processo de gerenciamento de riscos consiste em identificá-

los e analisá-los, para isso, não existe um método ótimo, sendo assim, a melhor estratégia é combinar diferentes métodos de levantamentos e análises de dados, pois, desta forma, diminui as chances de ocorrer omissões inconscientes (DE CICCIO; FANTAZZINI,1988).

Várias são as formas de se fazer o levantamento de informações, mas elas podem ser agrupadas em dois grandes grupos: os métodos retrospectivos e os métodos prospectivos (BRISTOT, 2019).

Métodos Retrospectivos

O primeiro grupo é composto pelos métodos em que o ponto de partida são os fatos já ocorridos, os quais têm os seus processos analisados, de forma a identificar as causas (BRISTOT, 2019).

Análise de Árvore de Falhas (AFF)

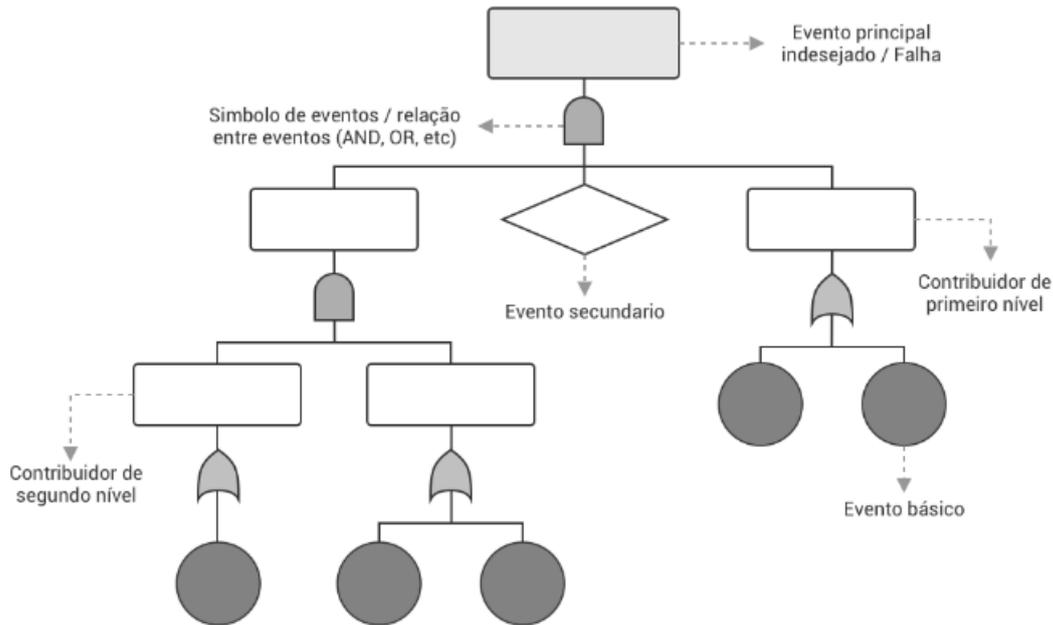
A Análise de Árvore de Falha (AFF) tem sua origem nos laboratórios Bell Telephone, que em 1962, a pedido da Força Aérea Americana, desenvolveu para fins de utilização no sistema do míssil balístico intercontinental Minuteman. Mas apenas em 1965, foram apresentados os primeiros textos sobre as AAF's, em um simpósio sobre segurança, patrocinado pela universidade de Washington e pela Boeing Company, onde Engenheiros e matemáticos desta empresa aplicaram e expandiram a AAF, tornando-se os seus propositores mais destacados. Com isso, passou a ocorrer a disseminar da metodologia e da literatura descrita da técnica (FINOCCHIO, 2013).

Conforme Barros (2013, p.91) “a AAF é uma técnica de identificação de perigos e análise de riscos que parte de um evento topo escolhido para estudo e estabelece combinações de falhas e condições que poderiam causar a ocorrência desse evento”. O autor acrescenta que a técnica é dedutiva e pode ser qualitativa e quantitativa, tendo como objetos os sistemas, e como focos o evento topo e as sequências de eventos que o produzem.

Para a construção de uma árvore de Falhas é necessário selecionar um evento topo através de qualquer técnica de identificação de perigos, e, com isso, adicionar os ramos subsequentes, a partir da identificação de falhas que levam a ocorrência do evento topo. Estas falhas podem ter origens diversas, como, por exemplo, falhas aleatórias de componentes, falhas

de modo comum, falhas humanas ou indisponibilidade de equipamentos (BARROS, 2013). Observe, na figura 1, um exemplo da representação gráfica de uma árvore de falhas.

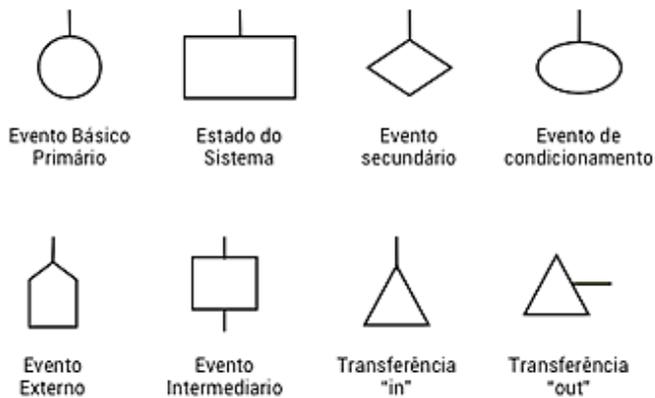
FIGURA1 – Exemplo de gráfico de árvore de falhas



Fonte: Carvalho (2020)

A Árvore de falhas faz uso de portas lógicas na realização da análise, sendo representada a partir de vários símbolos que são, geralmente, divididos em dois grupos: símbolos de eventos e de porta (CARVALHO, 2020).

FIGURA 2 – Simbologia para eventos

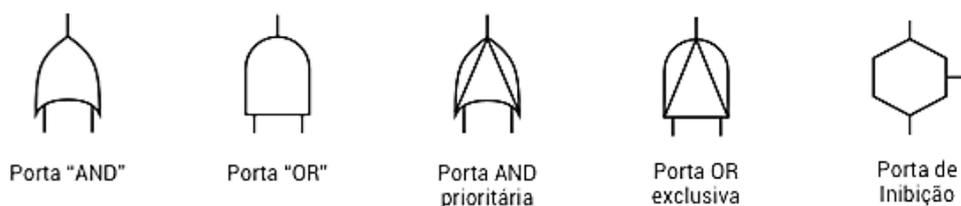


Fonte: Carvalho (2020).

Os símbolos expostos na figura 2 são utilizados para representar os eventos, que podem, de acordo com Carvalho (2020), se caracterizar da seguinte forma:

- a) Evento Básico / Primário: falha ou erro em um componente ou elemento do sistema (exemplo: interruptor travado na posição aberta);
- b) Estado do sistema ou subsistema: são os estados que o sistema assume durante o processo;
- c) Evento secundário / Não desenvolvido: um evento sobre o qual não há informações suficientes disponíveis, ou que não tem consequências. Pode ser explorado mais.
- d) Evento de condicionamento: condições que restringem ou afetam portas lógicas (exemplo: modo de operação em vigor);
- e) Evento externo: normalmente esperado que ocorra (não por si só uma falha).
- f) Evento intermediário: pode ser usado imediatamente acima de um evento principal para fornecer mais espaço para digitar a descrição do evento.
- g) Símbolos de transferência: são usados para conectar as entradas e saídas das árvores de falhas relacionadas, como a árvore de falhas de um subsistema ao seu sistema.

FIGURA 3 – Simbologia para portas lógicas.



Fonte: Carvalho (2020).

As simbologias de porta, representadas na figura 2, são as mais utilizadas. Conforme Carvalho (2020), elas demonstram graficamente as situações abaixo descritas:

- a) Porta AND: a saída ocorre apenas se todas as entradas ocorrerem (as entradas são independentes);
- b) Porta OR: a saída ocorre se alguma das entradas acontecer;
- c) Porta AND prioritária: a saída ocorre se as entradas ocorrem em uma sequência específica especificada por um evento de condicionamento;
- d) Porta OR exclusiva: a saída ocorre se ocorrer exatamente uma entrada;
- e) Porta de inibição: a saída ocorre se a entrada ocorrer sob uma condição de habilitação especificada por um evento de condicionamento.

A AAF permite uma análise tanto qualitativa como quantitativa, ao passo que pode ser utilizada para analisar e determinar que combinações de falhas de componentes, erros operacionais ou outros defeitos podem causar o evento-topo, mas, além disso, pode, também, auxiliar no cálculo da probabilidade de falha, a não confiabilidade ou a indisponibilidade do sistema em estudo (FINOCCHIO, 2013).

A análise qualitativa da Árvore de Falhas tem como objetivos apresentar informações sobre a importância de eventos básicos, bem como identificar as combinações entre eles que contribuem para a ocorrência do evento topo, levando a simplificação da árvore de falhas construída inicialmente (BANDO, 2016). Há diversas técnicas de análise qualitativa da árvore de falhas que convertem seu formato gráfico em equações por meio da álgebra booleana, sendo, uma das mais utilizadas, a técnica dos conjuntos de cortes mínimos (MCS – Minimal Cut Sets) (U. S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, 1981 apud BANDO, 2016)

Transformando a árvore para a forma booleana é possível determinar conjuntos mínimos de cortes, isto é, conjunto mínimo de eventos básicos, ou combinação deles, que quando ocorrem dão origem ao evento topo. O conjunto de corte é considerado mínimo quando não puder ser reduzido sem perder o estatuto de conjunto de cortes (BANDO, 2016). Desta forma as portas lógicas E e OU são traduzidas a partir das regras expostas no quadro 1.

QUADRO 1 - Portas Lógicas representadas na álgebra booleana

Portas Lógicas	Teoria de Conjuntos	Álgebra Booleana
$X \text{ E } Y$	$X \cap Y$	$X \cdot Y$
$X \text{ OU } Y$	$X \cup Y$	$X + Y$

Fonte: Bando (2016)

Assim, o evento topo vai ser descrito por uma equação desenvolvida através da tradução da porta lógica (E ou OU) que o conecta aos eventos antecedentes, e desta forma, cada evento da equação vai sendo decomposto até que o evento topo seja descrito a partir de uma equação que só contenham eventos básicos (GUIMARÃES, 1997 apud BANDO, 2016). Logo após, a equação encontrada é simplificada de acordo com a aplicação das leis da álgebra booleana, demonstradas na quadro 2.

QUADRO 2 - Leis da Álgebra Booleana

Leis	Representação
Comutativas	$X \cdot Y = Y \cdot X$ $X + Y = Y + X$
Associativas	$X \cdot (Y \cdot Z) = (X \cdot Y) \cdot Z$ $X + (Y + Z) = (X + Y) + Z$
Distributiva	$X \cdot (Y + Z) = X \cdot Y + X \cdot Z$
Inalterabilidade	$X \cdot X = X$ $X + X = X$
Absorção	$X + X \cdot Y = X$
Complementaridade	$X + X' = \Omega$ $(X')' = \Omega$
De Morgan	$(X \cdot Y)' = X' + Y'$ $(X + Y)' = X' \cdot Y'$

Fonte: Bando (2016)

Com o uso das leis apresentadas na figura, é possível simplificar a equação eliminando os parênteses, os conjuntos de cortes repetidos e os conjuntos supérfluos (BANDO, 2016). Desta forma, o evento topo T é representado pela equação abaixo.

$$T = C1 + C2 + \dots + Cn \quad (1)$$

Onde cada Ci , $i = 1, 2, \dots, n$ é um conjunto de corte mínimo de uma sequência de eventos básicos, ou seja, combinação simplificada de eventos básicos que garante a ocorrência do evento topo (BANDO, 2016).

Já a análise quantitativa da árvore de falhas, comumente é realizada a partir do resultado encontrado na análise qualitativa, devido à ligação entre a teoria matemática da probabilidade e os fundamentos da lógica booleana, apresentando uma estimativa numérica da probabilidade de ocorrência do evento topo, com base na importância de cada evento básico (BANDO, 2016).

Para a análise da árvore de falhas são utilizadas as relações básicas de probabilidade ligadas aos conectivos lógicos E e OU. São elas a de união de eventos, e a de intersecção de eventos representadas pelas equações 2 e 3 respectivamente.

$$P(X1 \cup X2) = P(X1) + P(X2) - P(X1 \cap X2) \quad (2)$$

$$P(X1 \cap X2) = P(X1) \cdot P(X2|X1) \quad (3)$$

Na equação (3), $P(X2 | X1)$ é a probabilidade de ocorrer $X2$ sabendo que $X1$ já ocorreu.

A fim de compreender melhor a análise probabilística do evento topo, se faz necessário tomar conhecimento de algumas propriedades dentro da teoria da probabilidade. Demonstradas por Bando (2016, p.8) da seguinte maneira:

- a) Se os eventos X_1 e X_2 são mutuamente exclusivos, então $P(X_1 \cap X_2) = 0$ e temos pela equação (2) que $P(X_1 \cup X_2) = P(X_1) + P(X_2)$, logo, se todos os eventos X_1, X_2, \dots, X_n são mutuamente exclusivos, então $P(X_1 \cup X_2 \cup \dots \cup X_n) = P(X_1) + P(X_2) + \dots + P(X_n)$ (4);
- b) Se os eventos X_1 e X_2 são independentes, então $P(X_2 | X_1) = P(X_2)$, assim $P(X_1 \cap X_2) = P(X_1) \cdot P(X_2)$, logo, se todos os eventos X_1, X_2, \dots, X_n são independentes, então $P(X_1 \cap X_2 \cap \dots \cap X_n) = P(X_1) \cdot P(X_2) \dots P(X_n)$ (5);
- c) Pela lei De Morgan na teoria de conjuntos, $X_1 \cup X_2 = (X_1' \cap X_2)'$, assim, temos que $P(X_1 \cup X_2) = 1 - P(X_1' \cap X_2')$, e se assumirmos a independência dos eventos, temos que $P(X_1 \cup X_2) = 1 - (1 - P(X_1))(1 - P(X_2))$. Desse modo, $P(X_1 \cup X_2 \cup \dots \cup X_n) = 1 - (\prod_{i=1}^n (1 - P(X_i)))$ (6).

Aplicando essas regras de probabilidades na equação (1) que descreve o evento topo (T) a partir de uma equação booleana, podemos calcular o valor exato da probabilidade do evento topo (T) a partir das probabilidades dos eventos básicos (GUIMARÃES; LAPA, 2007 apud BANDO, 2016).

$$P(T) = \sum_{i=1}^n P(C_i) - \sum_{i < j} P(C_i \cdot C_j) + \sum_{i < j < k} P(C_i \cdot C_j \cdot C_k) - \dots + (-1)^{n+1} P(C_1 \dots C_n) \quad (7)$$

Com base nessa equação, pode-se obter a desigualdade a seguir.

$$\sum_{i=1}^n P(C_i) - \sum_{i < j} P(C_i \cdot C_j) \leq P(T) \leq \sum_{i=1}^n P(C_i) \quad (8)$$

Assim, temos que $\sum_{i=1}^n P(C_i)$ representa um limite superior de $P(T)$, por aproximação de eventos raros. Adota-se, portanto para o cálculo da probabilidade do evento topo a aproximação:

$$P(T) \approx \sum_{i=1}^n P(C_i) \quad (9)$$

Conforme Bando (2016, p.9) “essa aproximação se baseia no fato de que a probabilidade de ocorrer dois eventos simultaneamente é menor ou igual que as probabilidades individuais de ambos”. O autor afirma ainda, que em seguida, será necessário calcular a probabilidade de cada conjunto de corte mínimo, $P(C_i)$. E como cada C_i é composto por um número de intersecções de eventos básicos, ou seja,

$$C_i = X_{1i} \cdot X_{2i} \dots X_{mi} \quad (10)$$

Onde $X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{mi}$ são alguns eventos básicos da árvore de falhas. E, caso eles forem independentes, temos que:

$$P(C_i) = P(X_{1i}) \cdot P(X_{2i}) \dots P(X_{mi}) \quad (11)$$

De modo geral, caso as probabilidades de eventos básicos forem baixas, a aproximação por eventos raros dará uma boa estimativa para a probabilidade do evento topo.

Métodos Prospectivos

O conjunto dos métodos prospectivos tem como ferramenta básica a inspeção de segurança, já que o seu ponto de partida é a situação atual, onde se procura perceber/antever que riscos existem nos locais analisados (BRISTOT, 2019).

Análise Preliminar de Riscos (APR)

A Análise Preliminar de Riscos (APR) é um estudo que tem como objetivo determinar os riscos que podem estar presentes na fase operacional de um processo, ainda na fase de concepção ou desenvolvimento do sistema ou processo (DE CICCO; FANTAZZINI, 2003).

A APR permite uma análise inicial qualitativa, na fase de projeto ou desenvolvimento de qualquer processo, produto ou sistema, determinando os riscos e medidas preventivas antes da fase operacional. Permitindo que medidas de controle de riscos sejam elencadas desde o início operacional do sistema. É de grande importância para novos sistemas e sistemas existentes, por possibilitar a revisão geral de aspectos de segurança por meio de um formato padrão, levantando causas e efeitos de cada risco, medidas de prevenção ou correção e categorização de riscos, auxiliando na priorização de ações (FARIA, 2011).

Os resultados da APR são descritos geralmente em uma planilha, como, por exemplo, a que está representada na figura 4. Em que, para cada etapa do processo, são registrados os perigos identificados, suas causas, efeitos potenciais, o modo de detecção, categorias de frequência, severidade e risco, as medidas corretivas e/ ou preventivas e o número do cenário (Amorim, 2010).

O quadro 4 apresenta como podem ser classificados os riscos de acordo com a frequência em que podem ocorrer.

QUADRO 4 - Categoria de frequência ou probabilidade

Grau	Ocorrência	Descrição	Frequência
01	Improvável	Baixíssima probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez a cada 02 anos ou mais
02	Possível	Baixa probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez a cada 01 ano
03	Ocasional	Moderada probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez a cada semestre
04	Regular	Elevada probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez a cada 03 meses
05	Certa	Elevadíssima probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez por mês

Fonte: Adaptado de Faria (2011)

A partir do quadro 5 é possível identificar o nível das ações a serem realizadas de acordo com o índice dos riscos.

QUADRO 5 - índice de risco e gerenciamento de ações

Índice de risco	Tipo de risco	Nível de ações
Até 03 (severidade < 03)	Riscos triviais	Não necessitam ações especiais, nem preventivas, nem de detecção.
De 04 a 06 (severidade < 04)	Riscos toleráveis	Não requerem ações imediatas. Poderão ser implementadas em ocasião oportuna, em função das disponibilidades de mão de obra e recursos financeiros.
De 08 a 10 (severidade < 05)	Riscos moderados	Requer previsão e definição de prazo (curto prazo) e responsabilidade para a implementação das ações.
De 12 a 20	Riscos relevantes	Exige a implementação imediata das ações (preventivas e de detecção) e definição de responsabilidades. o trabalho pode ser liberado p/ execução somente c/ acompanhamento e monitoramento contínuo. a interrupção do trabalho pode acontecer quando as condições apresentarem algum descontrole.
> 20	Riscos intoleráveis	Os trabalhos não poderão ser iniciados e se estiver em curso, deverão ser interrompidos de imediato e somente poderão ser reiniciados após implementação de ações de contenção.

Fonte: Adaptado de Faria (2011)

Desta forma, a APR permite quantificar a magnitude dos riscos existentes, possibilitando a sua hierarquização prioritária para eliminação ou correção. A execução da APR consiste em identificar os perigos, eventos iniciadores em potencial, e outros eventos capazes de gerar consequências indesejáveis (AMORIM, 2013).

Série de Riscos

De acordo com Ruppenthal (2013, p. 87-88) “Série de Risco (SR) representa uma cadeia ou uma sequência de eventos que levam a um acidente ou evento catastrófico que mapeia os riscos que conduzem ao evento perigoso ou indesejável”. O autor afirma ainda que os riscos são divididos em três categorias, sendo elas, risco inicial, risco principal e riscos contribuintes, conceituados a abaixo:

- a) Risco inicial: aquele cuja ocorrência desencadeia todo o processo;
- b) Riscos contribuintes: ocorre após o inicial, contribuindo, direto ou indiretamente para a sequência da série;
- c) Risco principal: evento diretamente causador dos eventos catastróficos;
- d) Evento catastrófico: eventos com consequências indesejáveis em termo de danos às pessoas, ambiente e equipamentos.

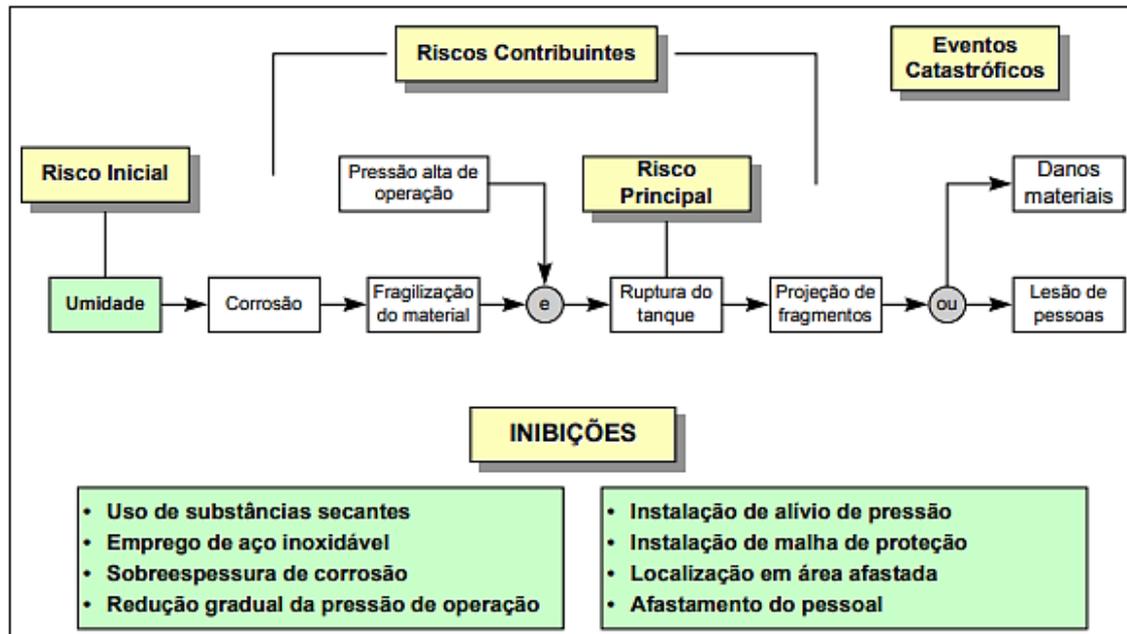
No gráfico da série de riscos, são apresentados passo a passo todos os riscos capazes de contribuir na série, começando pelos riscos iniciais e finalizando no risco principal e possíveis danos. A partir de sequências simples, utilizando comportas lógicas “E” ou “OU”, é estabelecida a inter-relação entre os riscos, permitindo uma compreensão simples e visual do cenário de riscos e possibilitando uma análise dos mesmos. Além disso, são identificados também os inibidores dos riscos, no sentido de corrigir ou prevenir cada um, e conseqüentemente, o possível evento catastrófico (RUPPENTHAL, 2013).

A série de riscos pode ser utilizada tanto para auxiliar na análise de danos já ocorridos, auxiliando na correção dos riscos, como também antes da ocorrência de eventos catastróficos, na tentativa de prevenir riscos, e com isso, evitar danos maiores à saúde e segurança dos trabalhadores, ao ambiente laboral e nos equipamentos.

Exemplo de aplicação da Série de Riscos em análise a “Priori”

Considerando um tanque pneumático de alta pressão, composto de aço carbono comum e sem revestimento. A umidade pode ocasionar corrosão e, conseqüentemente, redução da resistência do aço, que desta forma poderá se romper e se fragmentar. Os fragmentos poderão atingir colaboradores e demais equipamentos, causando lesões e danos materiais (Souza, 2012). Observe, na figura 5, a representação da série de riscos desta situação.

FIGURA 5 – Série de riscos de um tanque pneumático de alta pressão



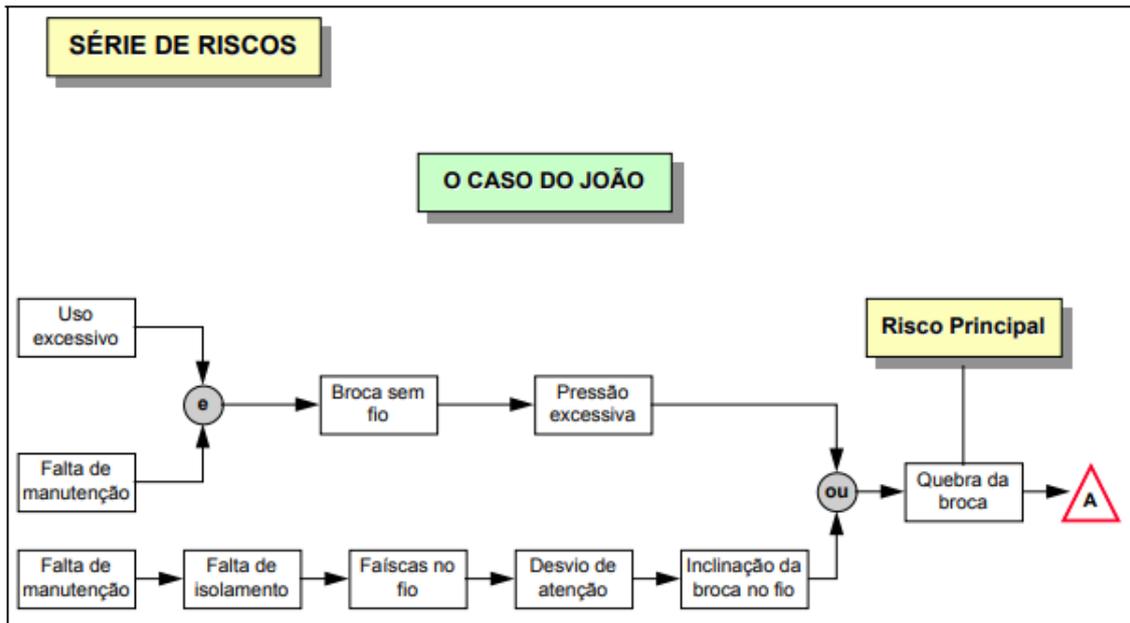
Fonte: Souza (2012)

Neste exemplo, a umidade é considerada o risco inicial, pois desencadeou esse processo de degradação do tanque pneumático. A corrosão, a alta pressão e a fragilidade do aço, por sua vez são os riscos contribuintes, que colaboram para a ruptura do tanque, o risco principal, que pode ocasionar os eventos catastróficos, como lesão e outros danos (SOUZA, 2012).

Exemplo de aplicação da Série de Riscos em análise posteriori

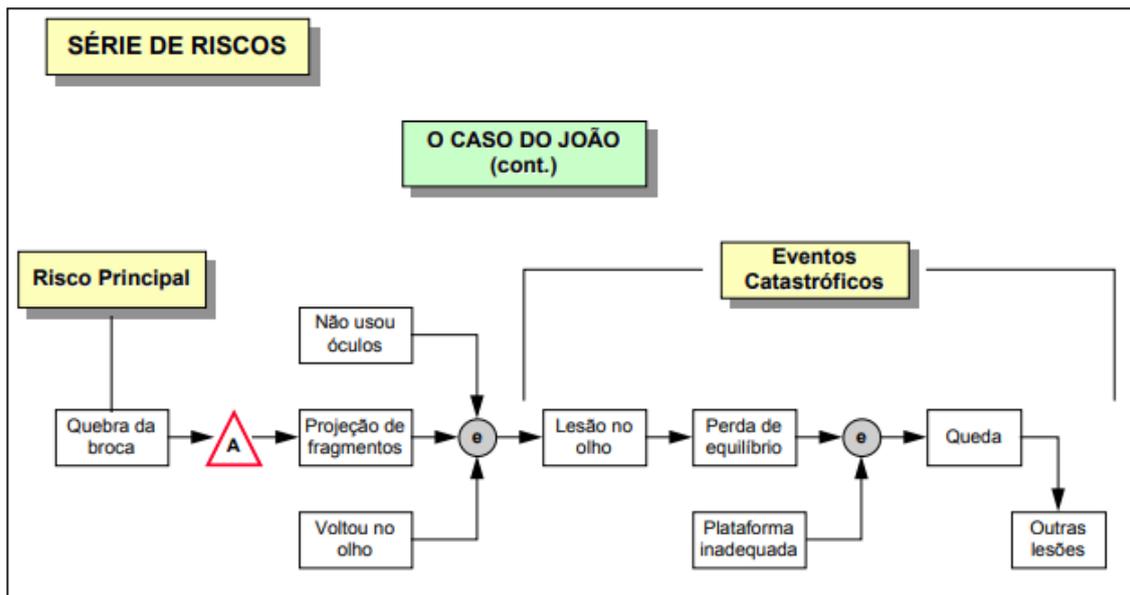
O colaborador João estava furando uma tubulação com uma furadeira elétrica portátil, que se encontrava com a broca gasta e os fios descobertos. Para realizar esse serviço ele se equilibrava em cima de algumas caixas, formando uma espécie de escada. Enquanto tentava realizar o furo, devido ao desgaste da broca, João forçava o equipamento. Quando desviou sua atenção por causa de faíscas que saíam dos fios da furadeira, e acabou quebrando a broca, neste instante ele voltou seu olhar para a broca, sendo atingido em um dos olhos por fragmentos da mesma. Ao ser atingido, ele gritou e largou a furadeira, levando suas mãos aos olhos, se desequilibrando e caindo (SOUZA, 2012). As figuras 6 e 7 mostram a série de riscos para este ocorrido.

FIGURA 6 – Série de riscos para o caso do João



Fonte: Souza (2012)

FIGURA 7 – Série de riscos do caso do João (parte 2)



Fonte: Souza (2012).

Neste exemplo podemos observar a representação gráfica do cenário de riscos ao qual João estava exposto, e que, partindo de um equipamento sem manutenção adequada e usado excessivamente, se sucedeu uma série de riscos que provocou eventos catastróficos, como lesões no corpo e olho de João.

Considerações Finais

Os riscos são inerentes às atividades humanas, sejam eles ergonômicos, quando o indivíduo assume posturas prejudiciais ao seu sistema musculoesquelético, ou até mesmo biológicos, como, por exemplo, a circulação de vírus prejudiciais à saúde circulando pelo ar e em superfícies. No ambiente laboral não seria diferente, pois cada tipo de organização, e processos realizados nas mesmas, possui suas especificidades e com isso seus riscos.

Uma vez ciente que os riscos são inerentes a toda e qualquer atividade, se faz necessário realizar uma antecipação aos riscos. Pois, se não podem ser evitados, em determinados processos, deve-se aprender a mitigá-los e com isso, garantir ao máximo a segurança e saúde dos colaboradores.

O principal meio de garantir melhores condições de trabalho e prevenir acidentes e doenças ocupacionais é o gerenciamento dos riscos, que, por sua vez, dispõe de diferentes metodologias que auxiliam na identificação, avaliação, controle e prevenção de riscos.

Com a Análise Preliminar de Riscos é possível realizar a identificação dos riscos e sua caracterização, e, posteriormente, classificá-los conforme gravidade e frequência, apoiando na priorização de ações e medidas, sejam elas corretivas ou preventivas, podendo ser aplicada ainda na fase de projeto.

A Análise de Árvore de Falhas, por sua vez, permite uma visão gráfica da ocorrência do que chamamos de evento catastrófico, bem como uma análise qualitativa, que indica quais eventos básicos o ocasionam, e uma análise quantitativa, que permite encontrar um valor aproximado para a probabilidade de ocorrência do mesmo.

A partir da Série de Riscos, pode-se obter a representação gráfica da sequência de eventos, sejam eles básicos ou contribuintes, que levam à ocorrência de um evento catastrófico, possibilitando o conhecimento do cenário de riscos e de ações mitigatórias para os mesmos.

A partir deste estudo, foi possível identificar as principais metodologias de gerenciamento de riscos ocupacionais no Brasil, sendo elas: Análise Preliminar de riscos (APR), a Série de Riscos e a Análise de Árvore de Falhas (AAF). Estas técnicas podem ser aplicadas para auxiliar as organizações na tomada de decisão para a prevenção de riscos ocupacionais, garantindo um ambiente laboral mais seguro, e o cumprimento das normas regulamentadoras brasileiras.

Referências

- AMORIM, E.L.C. **Apostila de Ferramentas de Análise de Risco**. Maceió: UFAL, 2013.
- BANDO, F. M. **Análise fuzzy de árvore de falhas na gestão de segurança de barragens** – bloco D38 da barragem de Itaipu. 2016. 148f. Tese (doutorado em Métodos Numéricos em Engenharia) - Universidade Federal do Paraná - UFPR. Curitiba, 2016
- BARROS, S. S. de. **Análise de Riscos**. Curitiba-PR: Instituto Federal do Paraná; Rede e-Tec Brasil, 2013. 159 p.
- BLOG SEGURANÇA DO TRABALHO. **Modelo de APR – Análise Preliminar de Risco**. Disponível em: <https://www.blogsegurancadotrabalho.com.br/modelo-de-apr/>. Acesso em: 15 maio 2021.
- BRASIL. PORTARIA SEPRT N.º 915, 30 DE JULHO DE 2019. **Norma Regulamentadora n.º 01 – Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais**. BRASÍLIA, DF, JUL. 2019.
- BRASIL. PORTARIA SEPRT N.º 6.730, 9 DE MARÇO DE 2020. **Norma Regulamentadora n.º 01 – Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais**. BRASÍLIA, DF, MAR. 2020.
- BRASIL. PORTARIA SEPRT N.º 6.735, 10 DE MARÇO DE 2020. **NR 9 – Avaliação e Controle das Exposições Ocupacionais a Agentes Físicos, Químicos e Biológicos**. BRASÍLIA, DF, MAR. 2020.
- BRASIL. PORTARIA SSST N.º 25, 29 DE DEZEMBRO DE 1994. **NR 9 - programa de prevenção de riscos ambientais**. BRASÍLIA, DF, DEZ. 1994.
- BRISTOT, V. M. **Introdução à Engenharia de Segurança do Trabalho**. Criciúma, SC: ediunesc, 2019.
- CARVALHO, H. **Análise de causa raiz: Análise de Árvores de Falhas**. Disponível em: https://vidadeproduto.com.br/analise-da-arvores-de-falhas/#A_estrutura_da_Arvore_de_Falhas. Acesso em: 01 jun. 2021.
- CATAI, R. E. **Ferramentas de Gerência de Riscos**. Apostila elaborada para o Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho. UTFPR, Curitiba, PR, 2012
- FARIA, M. T. **Gerência de Riscos**: Apostila do curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Curitiba, Paraná. UTFPR, 2011.
- FINOCCHIO, M. A. F. **Gerência de riscos**. Cornélio Procópio-PR: Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. UTFPR – Universidade de Tecnológico Federal do Paraná, 2013, 97 p.
- GOMES, P. C. DOS R.; OLIVEIRA, P. R. A. de. **Introdução à Engenharia de Segurança do Trabalho**. Brasília: W Educacional e Cursos, 2012.
- MATTOS, U. A. de O. et al. **Higiene e Segurança do Trabalho**. Rio de Janeiro: Elsevier / ABEPRO, 2011.

OLIVEIRA, M. de P.; QUALHARINI, E. Gestão de riscos na operação de plataformas de petróleo. In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 5., 2009, Niterói-RJ. **Anais eletrônicos...** Niterói, 2009.

PROCORO, A.; DUARTE, D. Uma nova maneira de pensar sobre o gerenciamento de riscos de incêndios em espaços urbanos históricos. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 26., 2006, Fortaleza. **Anais eletrônicos...** Fortaleza, 2006.

REVISTA PROTEÇÃO. **Anuário Brasileiro de Proteção 2020**: Acidentes aumentam. Disponível em: <https://www.protecao.com.br/acidentes-de-trabalho-brasil-2020/> . Acesso em: 28 maio 2021.

RUPPENTHAL, J. E. **Gerenciamento de riscos**. Santa Maria-RS: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2013. 120 p.

SCIATH. **Acidentes de trabalho**: prevenção no ambiente corporativo. Disponível em: <https://sciath.com.br/acidentes-de-trabalho-prevencao/#about>. Acesso em: 20 maio 2021.

SEVERINO, Antonio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Cortez, 2007.

SISTEMA ESO. **Confira as mudanças da nova NR1 para 2021**. Disponível em: <https://sistemaeso.com.br/blog/seguranca-no-trabalho/confira-as-mudancas-da-nova-norma-regulamentadora-nr-01-prevista-para-marco-de-2021>. Acesso em: 18 maio 2021.

SOUZA, C. R. C. **Análise e gerenciamento de riscos de processos industriais**. Pós graduação em engenharia de segurança. UFF-Universidade Federal Fluminense, 2012, 121 p. [Apostila].

TAVARES, J. da C. **Noções de prevenção e controle de perdas em Segurança do Trabalho**. São Paulo: Senac, 2007.

W NETO, N. **Nova NR 9 – Entenda os pontos mais importantes**. Disponível em: <https://segurancadotrabalhonwn.com/nova-nr-9-entenda-os-pontos-mais-importantes/>. Acesso em: 30 maio 2021.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

ZAGUINI, T. de A. **Avaliação das metodologias de gerenciamento de riscos ambientais e de segurança de incêndio em uma fábrica de pneus no Rio de Janeiro- RJ**. 2012, 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2012.



Como citar este artigo (Formato ABNT):

BARBOSA, Raille dos Santos; PINHEIRO, Francisco Alves; CRISÓSTOMO, Antonio Pires. Principais Metodologias de Gerenciamento de Riscos: Uma Revisão Bibliográfica. **Id on Line Rev. Mult. Psic.**, Julho/2021, vol.15, n.56, p. 803-822, ISSN: 1981-1179.

Recebido: 27/07/2021;
Aceito 30/07/2021.