

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO  
TRABALHO**

**LETÍCIA FRANCO CORTES**

**ANÁLISE DE RISCOS EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA E  
EFLUENTES: CASO DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA DA REGIÃO DE CURITIBA**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA**

**2016**

**LETÍCIA FRANCO CORTES**

**ANÁLISE DE RISCOS EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA E  
EFLUENTES: CASO DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA DA REGIÃO DE CURITIBA**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho do Departamento Acadêmico de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. André Nagalli

**CURITIBA**

**2016**

**LETÍCIA FRANCO CORTES**

**ANÁLISE DE RISCOS EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA E  
EFLUENTES: CASO DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA DA REGIÃO DE CURITIBA**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador:

---

Prof. Dr. André Nagalli

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

Banca:

---

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

---

Prof. Dr. Adalberto Matoski

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

---

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

Curitiba  
2016

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar à Deus, pelo dom da vida, pelas oportunidades, por me trilhar e por me conduzir aos caminhos corretos.

Ao Prof. Dr. André Nagalli da UTFPR, pela orientação do trabalho, sugestões, contribuições e imediata disposição para apontar melhorias na realização do mesmo.

À indústria por disponibilizar informações necessárias para o andamento deste trabalho.

Ao meu esposo Gabriel Cortes por me apoiar nesta caminhada.

Aos amigos conquistados nesta jornada, em especial Patrícia Dovihiy, Felipe Nogueira e Esequiel Biasi.

E a todos os colegas de curso pelo companheirismo e troca de experiência.

## RESUMO

CORTES, Letícia F. **Análise de Riscos em Estações de Tratamento de Água e Efluentes:** caso de uma indústria química da região de Curitiba. 2016. 65f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

As unidades de tratamento de água e efluentes contem, devido ao espaço físico construído, a infraestrutura e às análises desempenhadas, múltiplos agentes de riscos. Desta forma, são indispensáveis estudos acerca da minimização de seus danos. Neste cenário, o trabalho tem por objetivo analisar os riscos de segurança relacionados aos operadores de estação de tratamento de água – ETA e estação de tratamento de efluentes – ETE. Assim, a aplicação da APR – Análise Preliminar de Risco se deu em uma indústria química, com o intuito de identificar os riscos durante as atividades operacionais das estações. Para tanto, foram realizadas visitas técnicas observacionais que permitiram avaliar as condições às quais os colaboradores estão expostos. Observou-se com isso, que os operadores dos três turnos estão sujeitos, principalmente, a riscos químicos, quanto à exposição aos reagentes químicos, poeiras, fumos, névoa e gases, a riscos biológicos quando se trata de coleta de amostras de lodos e a riscos físicos, ou seja, calor, frio e exposição à radiação não ionizante (sol), considerando-se que as atividades são realizadas em unidades abertas e sem bloqueio estrutural. Concluída a avaliação qualitativa dos riscos, nota-se que, de maneira geral, a ferramenta proposta atende a análise dos potenciais riscos, bem como permite obter o cenário dos perigos reais da empresa. Conseqüentemente, avalia-se que o estudo foi satisfatório na determinação de um diagnóstico gerencial da empresa, podendo, assim, buscar medidas preventivas para que sejam reduzidas as frequências e/ou severidades de ocorrência dos acidentes aos funcionários.

**Palavras-chave:** Análise Preliminar de Risco. ETA. ETE. Gerenciamento de Risco. Indústria química.

## ABSTRACT

CORTES, Leticia F. Analysis of the Risks to Water and Wastewater Treatment Plant: the case of a chemical plant in the region of Curitiba. 2016. 65f. Monograph (Specialisation in Occupational Safety Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2016.

There are multiple risk factors within the water and effluent treatment units, due to the physical space, infrastructure and the analyses being performed. As such, it is essential that studies be carried out with a view to minimising damage by said risk factors. This study aims to analyse the safety risks to the water treatment plant operators - WTP and waste water treatment plant - WWTP. Thus, PRA - Preliminary Risk Analysis was carried out in a chemical plant, in order to identify the risks during the operational activities of the units. Therefore, technical observational visits were made which allowed us to evaluate the conditions to which employees are exposed. It was observed that the operators of the three shifts are subject mainly to chemical risks, such as exposure to chemicals, dust, fumes, mists and gases; biological risks during the collection of mud samples and physical risks, i.e. heat, cold and exposure to non-ionizing radiation (sun), as the activities are carried out in open units and without cover. After the qualitative risk assessment we note that, in general, the proposed method is an effective tool in the analysis of potential risks and the illustration of potential dangers within said workplace. In conclusion, it was found that the study was a satisfactory method of risk diagnosis, management within the workplace and can thus be used in the process of seeking preventive measures to ensure that the frequency and/or severity of the occurrence of accidents involving employees, are reduced.

**Keywords:** Preliminary Risk Analysis. WTP. WWTP. Risk management. Chemical plant.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fontes de água do planeta Terra .....	16
Figura 2 – Fluxograma do funcionamento de uma estação de tratamento por lodos ativados .....	22
Figura 3 – Frequência de Ocorrência de Riscos .....	26
Figura 4 – Procedimento global de uma Análise de Riscos .....	27
Figura 5 – Processos de Gerência de Risco .....	30
Figura 6 – Diagrama do processo de Gerência de Risco .....	31
Figura 7 – Redução de Riscos .....	33
Figura 8 – Matriz de Risco .....	36
Figura 9 – Esquemático do sistema de tratamento de efluentes.....	40
Figura 10 – Graus de Risco do 1º Turno .....	49
Figura 11 – Graus de Risco do 2º Turno .....	49
Figura 12 – Graus de Risco do 3º Turno .....	50
Fotografia 1 – Estação de Tratamento de Água.....	45
Fotografia 2 – Plataforma de acesso.....	45
Fotografia 3 – Estação de Tratamento de Efluente .....	46
Quadro 1 – Finalidade, destinação e qualidade requerida para os usos da água.....	17
Quadro 2 – Classificação dos Riscos.....	24
Quadro 3 – Planilha de Análise de Risco .....	25
Quadro 4 – Planilha de APR .....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frequência ou Probabilidade de Ocorrência dos acidentes .....	35
Tabela 2 – Categorias de Severidade empregadas na APR.....	35
Tabela 3 – Características dos riscos .....	36

## LISTA DE SIGLAS

AAE	Análise de Árvore de Eventos
AAF	Análise de Árvore de Falhas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACC	Análise de Causa e Consequência
ADB	Análise por Diagrama de Blocos
AMFE	Análise de Modos de Falha e Efeitos
APR	Análise Preliminar de Risco
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Efluente
HAZOP	<i>Hazard and Operability Study</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MORT	<i>Management oversight and risk tree</i>
NR	Norma Regulamentadora
OSHAS	<i>Occupational Safety &amp; Health Administration (EUA)</i>
PPRA	Programa de Prevenção de Perigos e Riscos Ambientais
TIC	Técnica de Incidentes Críticos

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 OBJETIVOS.....	14
1.1.1 Objetivo Geral.....	14
1.1.2 Objetivos Específicos.....	14
1.2 JUSTIFICATIVA.....	14
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	15
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>16</b>
2.1 ÁGUA.....	16
2.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA .....	18
2.3 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES .....	20
2.3.1 Lodos Ativados .....	21
2.4 RISCOS .....	22
2.4.1 Análise de Risco .....	25
2.4.2 Gerência de Risco .....	29
2.4.3 Fases do Gerenciamento de Riscos .....	31
2.4.3.1 Fase de identificação dos riscos .....	31
2.4.3.2 Fase de análise dos riscos.....	31
2.4.3.3 Fase de avaliação dos riscos .....	32
2.4.3.4 Fase de tratamento dos riscos .....	32
2.5 ANÁLISE DE RISCO.....	33
2.5.1 Análise Preliminar de Risco .....	33
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>38</b>
3.1 SISTEMA DE TRATAMENTO DA INDÚSTRIA QUÍMICA .....	38
3.1.1 Estação de Tratamento de Efluente.....	39
3.1.1.1 Estação elevatória.....	40
3.1.1.2 Sedimentação primária .....	40
3.1.1.3 Tanque pulmão/equalização .....	40
3.1.1.4 Reator aeróbio (tanque de aeração) .....	40
3.1.1.5 Decantador secundário .....	41
3.1.1.6 Filtro de polimento.....	41
3.1.1.7 Tanque de contato .....	41
3.1.1.8 Tanque de produtos químicos.....	41
3.1.2 Estação de Tratamento de Água .....	42
3.1.2.1 Dosagens dos produtos químicos .....	42
3.1.2.2 Floculação.....	42
3.1.2.3 Decantador lamelar .....	43
3.1.2.4 Descarte e coleta do lodo .....	43
3.1.2.5 Filtração .....	43

3.2 PLANILHAS DE APR'S.....	44
<b>4 ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS.....</b>	<b>48</b>
4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS.....	48
4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	50
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICE A - Análise Preliminar de Risco – 1º Turno .....</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE B - Análise Preliminar de Risco – 2º Turno .....</b>	<b>61</b>
<b>APÊNDICE C - Análise Preliminar de Risco – 3º Turno .....</b>	<b>64</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo definição da ABNT (2009a), risco é o efeito da incerteza dos objetivos e o desvio em relação ao esperado, podendo este ser positivo e/ou negativo.

Desde os primórdios, as atividades inerentes ao ser humano estão automaticamente ligadas com um potencial de riscos, que muitas vezes, ocasionam lesões físicas, perdas temporárias ou permanentes de capacidade para executar as tarefas e, em determinados casos, a morte (RUPPENTHAL, 2013).

Todavia, como ainda cita a autora, com a evolução humana ao longo de sua existência, foram desenvolvidos mecanismos de conhecer os perigos inerentes as atividades, de encontrar maneiras de controlar as situações de riscos, de desenvolver técnicas de proteção, de procurar produtos e materiais mais seguros e de aplicar os conhecimentos adquiridos a uma filosofia de preservação.

Neste sentido, de acordo com a ABNT (2009a), a organização deve determinar e identificar as principais fontes de riscos, as áreas de impactos, os eventos (incluindo mudanças nas circunstâncias) e suas causas e consequências potenciais. A partir deste conceito, nota-se que os assuntos relacionados à saúde e segurança no trabalho estão inseridos no contexto da organização há algum tempo.

Entretanto, com o surgimento de novas atividades de trabalho que requerem novos equipamentos e novos procedimentos de segurança, nota-se que tais assuntos ainda não estão suficientemente esgotados (BRAZ, 2014).

Assim, para avaliar os riscos é necessário identificar todos os perigos associados às tarefas realizadas na instalação e manutenção dos equipamentos e determinar os limites dos equipamentos.

A segurança, tanto pessoal quanto patrimonial, é um fator constante de qualquer filosofia industrial que tenha como objetivo primordial a melhoria da qualidade e da produtividade (ABNT, 2009a).

De maneira resumida, Braz (2014) cita que a segurança do trabalho, para ser entendida como prevenção de acidentes na indústria, deve além de se preocupar com a preservação da integridade física do trabalhador, precisa considerá-la como fator de produção. Os acidentes, provocando ou não lesão no trabalhador, influenciam negativamente na produção através da perda de tempo e outras consequências tais como: perdas materiais, diminuição da eficiência do

trabalhador acidentado ao retornar ao trabalho, aumento da renovação de mão de obra, elevação dos prêmios de seguro de acidente e moral dos trabalhadores afetada.

Neste contexto, surge a oportunidade de identificação dos perigos e riscos inerentes às atividades realizadas em Estações de Tratamento de Água (ETA) e Efluente (ETE) de uma indústria química.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Analisar os riscos do trabalho aos quais operadores estão expostos em uma Estação de Tratamento de Água e de uma Estação de Tratamento de Efluentes Domésticos por Lodos Ativados em indústria química na região de Curitiba.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Para atender o objetivo geral desta pesquisa, serão necessários os seguintes passos:

- Identificar os perigos existentes nas estações de tratamento escolhidas.
- Classificar os riscos laborais, agrupando-os por categoria de risco (acidentes, biológicos, ergonômicos, físicos e químicos).
- Propor recomendações que previnam os perigos e riscos do trabalho para unidades industriais de tratamento de água e efluentes.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Visando à preservação da saúde e a integridade dos trabalhadores, é de suma importância a elaboração e implementação de um programa de prevenção de riscos, afim de avaliar os possíveis riscos atrelados ao funcionamento de um Sistema de tratamento de Águas e de Efluentes, por meio da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência (BRASIL, 2015).

De acordo com o regulamento da OSHAS (2007), a Análise de Risco deve ser desenvolvida para antecipação dos riscos no âmbito de cada atividade, de acordo com a abrangência, com a característica do risco e com a necessidade do seu consequente controle, de forma a garantir o máximo de segurança à operação do sistema. Esta se constitui principalmente, de uma avaliação metódica, quantitativa e/ou qualitativa de uma atividade com o intuito de determinar a probabilidade de o dano ocorrer, juntamente com a sua severidade, assegurando, para tanto, a saúde humana e a proteção ambiental.

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho apresenta-se estruturado em 6 capítulos:

Capítulo 1: são apresentados breve introdução, a delimitação do tema, bem como justificativa da importância do estudo. Além disso, são demonstrados os objetivos geral e específicos do trabalho, os quais são esperados ao longo do estudo.

Capítulo 2: nesta seção são abordadas as pesquisas bibliográficas sobre estações de tratamento de água e efluentes por lodos ativados e conceitos sobre gerenciamento e análise de Risco.

Capítulo 3: consiste na descrição do estudo de caso.

Capítulo 4: são listados os resultados e apresentadas as discussões do trabalho.

Capítulo 5: de maneira conclusiva, têm-se aqui as considerações finais, bem como as recomendações para trabalhos futuros.

Capítulo 6: ao final, são listadas as referências utilizadas no estudo bibliográfico do trabalho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ÁGUA

De acordo com Brasil (2005), a água encontrada nos diversos estados físicos (sólido, líquido e gasoso) na natureza é a substância mais abundante da Terra, cobrindo cerca de três quartos da superfície, sendo distribuída em oceanos 97%, geleiras 2% e água doce 1%, conforme ilustra a Figura 1. No entanto, possui ainda alguns agravantes: estes 1% não são distribuídos uniformemente sobre a Terra e desta porcentagem, nem toda pode ser consumida pelo homem.



**Figura 1 – Fontes de água do planeta Terra**  
 Fonte: Freeman (2016)

A água pode ser utilizada em diversos fins, tais como abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação, geração de energia hidrelétrica, navegação, recreação e lazer, harmonia paisagística, pesca, transporte de despejos, dessedentação de animais, preservação da flora e da fauna, entre outros. Desta forma, usos mais nobres exigem conseqüentemente cuidados especiais (HELLER, 2006 e VON SPERLING, 2005).

A água empregada nas indústrias, segundo Di Bernardo (2005), pode ser classificada de acordo com os seguintes usos: uso humano, uso doméstico, água

incorporada ao produto, água utilizada no processo de produção e água de reuso empregada em fins menos nobres.

Ainda de acordo com o autor, a água dispensada ao consumo humano é destinada aos vasos sanitários, banho e alimentação, dependendo exclusivamente da quantidade de funcionários e do regime de trabalho da indústria.

De acordo com o uso previsto para a água, variam seus requisitos de qualidade. Desta forma, são variáveis, também, as formas de tratamento, as quais condicionam a obtenção do nível de qualidade buscado.

A seguir é apresentado o Quadro 1, no qual se associa a utilização prevista e os aspectos qualitativos necessários.

Finalidade	Destinação	Qualidade Requerida.
Abastecimento Público	Uso Geral	Isenta de Substâncias químicas prejudiciais à saúde; Isenta de organismos prejudiciais à saúde; Adequada para serviços domésticos; Baixa agressividade e dureza; Esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor, ausência de microrganismos).
	Água incorporada ao produto (ex. alimento, bebidas, remédios)	Isenta de Substâncias químicas prejudiciais à saúde; Isenta de organismos prejudiciais à saúde; Esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor).
Abastecimento Industrial	Água em contato com o produto	Variável com o produto.
	Água isenta de contato com o produto (ex. refrigeração, caldeiras)	Baixa dureza; Baixa agressividade.
Preservação da flora e da fauna	X	Variável com os requisitos ambientais da flora e da fauna que se deseja preservar.
Recreação e lazer	Contato primário (contato direto, ex. natação, esqui, surfe).	Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde; Isenta de organismos prejudiciais à saúde; Baixos teores de sólidos em suspensão, óleos e graxas.
	Contato secundário (isenta de contato direto com o meio líquido - ex. navegação de lazer, pesca lazer contemplativo)	Aparência agradável.

**Quadro 1 – Finalidade, destinação e qualidade requerida para os usos da água**  
**Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005)**

De acordo com o Quadro 1 e sabendo-se da crescente demanda, é importante salientar que a quantidade e qualidade da água destinada ao abastecimento industrial exigem condições peculiares, sendo necessário um tratamento mais minucioso (VON SPERLING, 2005).

## 2.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A Estação de Tratamento de Água é o local onde se localizam as instalações e equipamentos destinados a realizar o tratamento de água. Em outras palavras, a ETA funciona como um conjunto de procedimentos físicos e químicos aplicados à água que acarretam em sua descontaminação (DI BERNARDO, 2005).

Parsekian (1998) cita que os processos empregados em uma ETA devem ser tais que atendam às necessidades de seu uso. Isto é, para uso humano, a água deve ser potável, o que implica no atendimento à padrões mínimos exigidos pelas normativas para que não transmita doenças às populações. Já para outras finalidades, tais como reuso industrial, o tratamento empregado não precisa necessariamente resultar em uma água potável.

De acordo com Azevedo (1987) e Di Bernardo (2005), as principais etapas do processo de tratamento de água são:

- **Captação:** por meio de bombas e motores, a água é captada, passando por um sistema de grades que tem o intuito de impedir a entrada de elementos macroscópicos grosseiros, como folhas, galhos, animais mortos, etc.. Porém, algumas partículas em suspensão fina, em estado coloidal ou em solução acabam passando por estas grades.
- **Coagulação:** nesta fase é feita a eliminação das partículas que passaram pela captação. Para isso é usada cal hidratada, ou seja, hidróxido de cálcio  $\text{Ca(OH)}_2$ , que torna o pH (alcalinidade) da água igual a 7, evitando sua corrosividade (que poderá danificar a tubulação pela qual a água passa).
- **Floculação:** neste tanque e por meio da adição dos produtos químicos na fase anterior, há a formação de flocos.
- **Decantação:** aqui a água fica em estado de repouso, fazendo com que os flocos se separem da água e se depositem no fundo do tanque.
- **Filtração:** a água decantada é levada para um filtro de cascalho-areia-antracito (carvão mineral), no qual elimina-se algum floco que porventura tenha passado para esta fase.
- **Cloração:** a água sem contaminação passa por um sistema para eliminação de micro-organismos através da adição de Cloro. Este produto age de

duas maneiras, como desinfetante para os micro-organismos, algas e bactérias e também como oxidante de compostos orgânicos e inorgânicos.

Segundo Sanches *et al.* (2002):

Quando o cloro é adicionado a uma água isenta de impurezas, ocorre a seguinte reação:



Dependendo do pH da água, o ácido hipocloroso (HClO) se ioniza, formando o íon hipoclorito ( $\text{ClO}^-$ ), segundo a reação a seguir:



Ambos os compostos possuem ação desinfetante e oxidante; porém, o ácido hipocloroso é mais eficiente do que o íon hipoclorito na destruição dos microrganismos em geral.

- Reservatório: devidamente tratada, a água é armazenada em grandes reservatórios para distribuição, podendo ser utilizada em indústrias e consumo humano.
- Distribuição: por fim, a água é distribuída para ser utilizada. Se para abastecimento humano, a água é distribuída para residências, comércio, indústrias, sendo já considerada Água Potável. Já para reuso industrial, é transferida para o ponto de uso.

Conforme descreve Hasegawa (2007), uma estação de tratamento de água, diferentemente da estação de tratamento de esgoto, vale-se de métodos de tratamento, baseados em princípios físico-químicos e que na maioria dos casos podem assumir diversas complexidades, das mais simples às mais complexas, dependendo essencialmente da qualidade da água bruta e da finalidade que será empregada.

## 2.3 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

Segundo Branco (2004), com a revolução industrial, verificou-se aumento de matéria-prima, gerando automaticamente aumento significativo de cargas poluidoras, decorrentes de resíduos e efluentes gerados, além também da geração de resíduos domésticos devido ao aumento da população.

Uma vez que durante o processo industrial nem sempre é possível não gerar resíduos, criou-se a necessidade de dar um devido tratamento a estes. Este tratamento consiste em utilizar tecnologias para adequar os resíduos aos padrões da Legislação Ambiental antes de serem dispostos no meio ambiente, reduzindo a carga poluidora e minimizando o impacto ambiental (PAWLOWSKI, 2003).

Os efluentes, tais como são estudados, podem ser:

Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras aplicáveis (BRASIL, 2005).

Os efluentes domésticos são conhecidos como esgoto, que nada mais é do que a água que foi utilizada para realização de várias atividades, que acabou sendo contaminada por agentes físicos, químicos ou biológicos. Normalmente o esgoto sanitário é lançado em rios, lagos, gerando poluição nos recursos hídricos. Neste sentido foram criadas as estações de tratamento de efluentes (BRANCO, 2004).

Brasil (2005) cita que é indispensável a implantação dos sistemas de tratamento de efluentes líquidos, surgindo também a possibilidade de reaproveitamento dos efluentes nas próprias indústrias de diversas maneiras como na incorporação de produtos, lavagem de máquinas, equipamentos, tubulações e pisos, nos sistemas de resfriamento e geradores de vapor, no processo industrial e também para os vasos sanitários.

Tendo em vista a necessidade de reaproveitamento das principais fontes de contribuição, surgem os sistemas de tratamento de efluente. E dentre diversos conceitos de estações de tratamento de efluente, tem-se o sistema de lodos ativados (VON SPERLING, 2002).

### 2.3.1 Lodos Ativados

Segundo determina Von Sperling (2002), o sistema de lodos ativados é empregado fundamentalmente para o tratamento de águas residuárias domésticas e industriais.

O tratamento por lodos ativados consiste em sistema aeróbio de tratamento de esgotos basicamente formados por reator, unidade de clarificação (coagulação e floculação) e recirculação de lodo (VON SPERLING, 2002).

O sistema é constituído basicamente de um tanque de aeração no qual a água residuária é estabilizada biologicamente por uma massa de microorganismos, que constituem os flocos biológicos. Na sequência, tem-se o decantador, onde os flocos formados são removidos, sendo que parte deste retorna para o aerador (VON SPERLING, 2002).

Neste sistema de tratamento, em outras palavras, ainda segundo cita o autor, o esgoto bruto ao chegar na estação, segue para o tanque de aeração, onde, por meio de injeção de oxigênio por difusores de ar, é realizada a atividade biológica, e conseqüentemente, promove as reações bioquímicas de remoção da matéria orgânica presente no efluente, e em determinadas condições, de nitrogênio e fósforo. Presentes nestas câmaras, as bactérias formam uma biomassa denominada lodo, que fica em suspensão, e é removido na etapa seguinte, no decantador secundário. Parte dos sólidos sedimentados no fundo do decantador secundário é recirculada para o reator e o excedente é descartado para o leito de secagem. Por fim, o efluente já tratado passa pelo tanque de contato onde ocorre a desinfecção. A desinfecção é a etapa final do tratamento e tem como objetivo a remoção de bactérias patogênicas, fornecendo condições de reaproveitamento ou descarte final.

No sistema de lodos ativados a biomassa formada no processo é facilmente separada do lodo, devido a sua propriedade de formar flocos (JORDÃO; PESSOA, 1995).

De acordo com Jordão e Pessoa (1995), para que se tenha eficiência na operação do sistema por lodos ativados o efluente bruto tem que estar suficientemente homogêneo e o pH deste deve ser tal que permita que as reações biológicas aconteçam. Caso contrário, é necessária a adição de produtos químicos empregados na alcalinização do efluente.

A Figura 2 ilustra um modelo de tratamento por lodos ativados.

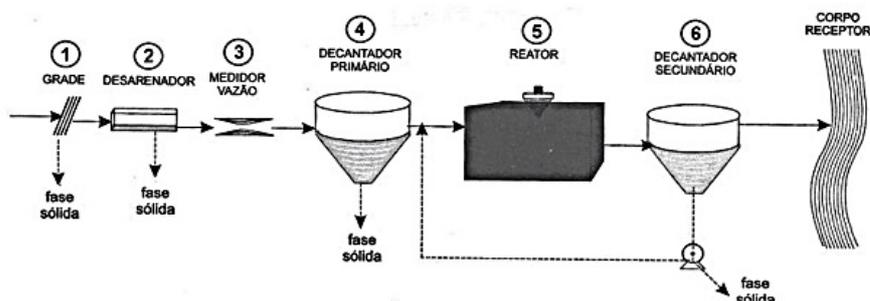


Figura 2 – Fluxograma do funcionamento de uma estação de tratamento por lodos ativados  
Fonte: Von Sperling (2005)

## 2.4 RISCOS

A palavra risco está inserida no cotidiano de todas as empresas, com diversas formas e sentidos. O risco do acidente, o risco de dar errado, entre outros, são alguns exemplos cujo sentido predominante é o de representar certa chance de algo acontecer. Neste sentido, costuma-se interpretar que o risco é iminente ou que o risco é elevado para algo que possua grande chance de ocorrer (CETESB, 2016).

A ABNT (2009b) define risco como a combinação de probabilidade de acontecimentos de um evento e a sua consequência, isto é, a possibilidade de acontecer algo que trará um impacto sobre os objetivos da organização. Ainda de acordo com a normativa, o conceito é empregado para expressar a incerteza sobre eventos e os efeitos relevantes que as suas consequências podem ter sobre a empresa.

De acordo com Soares *et al.* (2005)<sup>1</sup> *apud* Braz (2014), risco se traduz em um valor que de maneira geral simboliza a quantificação do risco como um produto da probabilidade pelo valor da consequência. Em linhas gerais, ainda segundo a autora, o risco envolve acontecimentos futuros de consequências incertas e pretende, de forma consistente, quantificar o que se pode esperar no nível de consequências.

De maneira geral, de acordo com Cetesb (2016), o risco é definido como a combinação entre a frequência de ocorrência de um acidente e a sua consequência. Assim, uma adequada composição destes fatores possibilita estimar o risco de uma

<sup>1</sup> Soares C.G., Teixeira A.P., Antão P. **Análise e Gestão de Riscos, Segurança e Fiabilidade**. 2005. 1ª edição, Lisboa: Edições Salamandra.

atividade, empreendimento, sendo o estudo de análise de risco a ferramenta principal empregada para este fim.

Segundo Mendonça (2009) os riscos são condições físicas, organizacionais, administrativas ou técnicas, existentes nos locais de trabalho, que colaboram para a ocorrência de acidentes de trabalho ou doenças profissionais em função de sua natureza, concentração, intensidade e tempo de exposição. Isto é, os riscos profissionais estão na origem dos acidentes de trabalho e/ou das doenças aos colaboradores.

Entretanto, percebe-se que relacionado ao conceito de risco está também o termo incerteza quanto à ocorrência de acontecimentos futuros e da extensão das consequências destes, que caracteriza as situações em que a probabilidade não é estimável. Além disso, segundo Soares *et al.* (2005) *apud* Braz (2014), os principais problemas associados ao conceito de risco consistem na escolha de cenários ou situações; comportamentos ou respostas; significado e estimativa das probabilidades e caracterização das incertezas; e, identificação e valoração das consequências.

Para Roxo (2009)<sup>2</sup> *apud* Braz (2014), o risco, enquanto estímulo externo, apresenta uma dimensão objetiva que procura estipular os seus contornos de forma a eliminar ou controlar, e uma subjetiva que avalia os mecanismos comportamentais da resposta dada pelas pessoas perante este risco levantado.

Vale ressaltar, no entanto, a distinção entre os conceitos de perigo e riscos. Segundo definição da OHSAS (2007), o perigo é a fonte, situação ou ato com potencial para o dano em termos de lesões, ferimentos ou danos para a saúde. Já o risco é a combinação da probabilidade de um acontecimento perigoso e da severidade das lesões, ferimentos ou danos à saúde. Basicamente, este é a probabilidade de ocorrência de um acontecimento com consequências associadas, enquanto aquele é uma característica intrínseca ao sistema.

O risco deve ser avaliado, dentro da organização, de forma sistemática, com vistas na prevenção destes por meio do conhecimento dos perigos associados aos processos e do desenvolvimento de maneiras de controlar situações de risco, isto é, por aplicação do processo de gestão de risco (OHSAS, 2007).

---

<sup>2</sup> ROXO, M. **Segurança e Saúde do Trabalho**. 2009. 1ª edição. Coimbra: Almedina.

De forma complementar, segundo Brasil (2014), a organização tem que elaborar e implementar um Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA). O PPRA visa a preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores por meio da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, considerando a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

Os riscos ambientais que devem ser levados em consideração para elaboração do PPRA, são os agentes, os elementos ou substâncias presentes nos diversos ambientes humanos, que quando encontrados acima dos limites de tolerância, podem causar danos à saúde das pessoas (BRASIL, 2014).

Estes agentes são classificados em 5 (cinco) grandes grupos, de acordo com a sua natureza e a padronização das cores, de acordo com o demonstrado no Quadro 2 (BRASIL, 1994).

<b>Grupo 1: verde</b>	<b>Grupo 2: vermelho</b>	<b>Grupo 3: marrom</b>	<b>Grupo 4: amarelo</b>	<b>Grupo 5: azul</b>
<b>Riscos físicos</b>	<b>Riscos químicos</b>	<b>Riscos biológicos</b>	<b>Riscos ergonômicos</b>	<b>Riscos de acidentes</b>
Ruídos	Poeiras	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
Radiações ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Radiações não ionizantes	Neblinas	Fungos	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
Calor	Vapores	Bacilos	Trabalho em turno e noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
Pressões anormais	Substâncias, compostos ou produtos químicos em geral		Jornadas de trabalho prolongadas	Armazenamento inadequado
Umidade			Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos

**Quadro 2 – Classificação dos Riscos**  
**Fonte: Brasil (1994)**

### 2.4.1 Análise de Risco

Conforme descrito por De Cicco e Fantazzini (2003), a análise de riscos tem por função identificar de forma antecipada os perigos nas instalações, processos, produtos e serviços, e quantificar os riscos associados para o homem, o meio ambiente e a propriedade, propondo conseqüentemente as medidas cabíveis para o seu controle. Ainda de acordo com os autores, a análise de risco consiste em um diagnóstico sistemático dos riscos presentes e potenciais no sistema, além de prever quais seriam as possíveis conseqüências atreladas a estes riscos. Com isso, pode-se prever mecanismos que controlem de forma adequada a ocorrência destes riscos.

Já para Freitas e Suett (2006) a análise de risco é aplicada para uma análise inicial qualitativa, desenvolvida na fase de projeto e de processo, produto ou sistema, com especial importância para investigação de novos sistemas de alta inovação ou pouco conhecidos. Os autores ainda ressaltam que esta ferramenta, além das avaliações iniciais, é útil quando se trata de revisão geral do sistema de segurança operacional.

Concluída a análise de risco, seja ela inicial ou operacional, é possível registrar os perigos listados convenientemente em uma planilha, conforme demonstrado no Quadro 3 (AMORIM, 2010).

Este mecanismo é útil na avaliação dos cenários, visto que são listadas as etapas do processo, identificados perigos, suas causas, modos de detecção, efeitos potenciais, categorias de frequência, bem como a severidade e risco, e conseqüentemente as medidas corretivas e/ou preventivas (AMORIM, 2010).

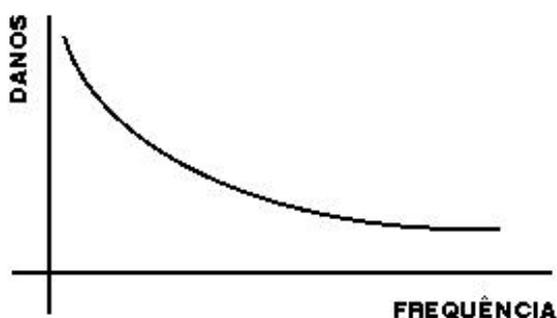
Análise de Risco								
Etapa do Processo	Perigo	Causa	Modo de Detecção	Efeitos	Categorias			Recomendação
					Frequência	Severidade	Risco	

**Quadro 3 – Planilha de Análise de Risco**  
**Fonte: Amorim (2010)**

Neste sentido, a análise dos riscos consiste em identificar como a empresa está lidando com os perigos nas instalações, verificando os danos (conseqüências)

e a frequência (probabilidade) de ocorrência destes. Isto é, deve-se avaliar/analisar os riscos de forma a responder a três fundamentais perguntas: o que pode dar errado; qual a frequência; e, quais seriam os impactos caso este dano aconteça (FARBER, 1991<sup>3</sup> *apud* BENTES, 2007).

De forma geral, entende-se por risco como sendo a frequência x consequência de ocorrer. Neste sentido, Mendonça (2009) descreve, por meio da Figura 3, a frequência de Ocorrência de risco ou danos. De acordo com autor, é possível notar que, na maioria dos casos, os riscos que têm uma alta frequência de ocorrência tendem a ter consequências ou danos menores, e quando estes causam danos mais graves, a frequência de ocorrência é mais baixa.



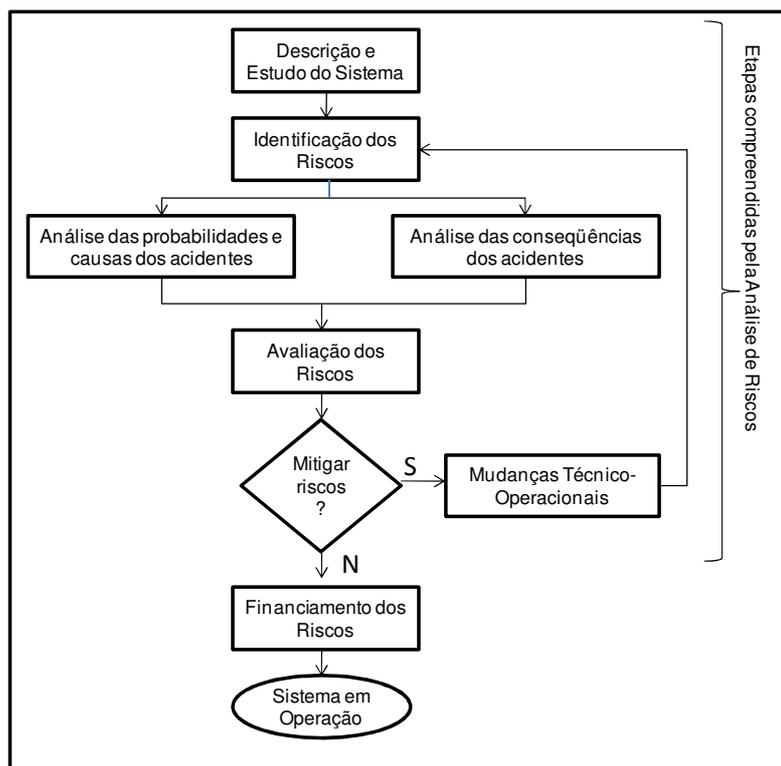
**Figura 3 – Frequência de Ocorrência de Riscos**  
Fonte: Mendonça (2009)

De maneira geral, o desenvolvimento de uma análise de Risco leva em conta, principalmente, a descrição e estudo do sistema, bem como a identificação dos riscos existentes (ABNT, 2009b).

Para Farber (1991) *apud* Bentes (2007), o desenvolvimento de uma Análise de Risco segue alguns itens primordiais: identificar, discutir e avaliar as possibilidades de ocorrência de acidentes, na tentativa de se evitar que estes aconteçam. Contudo, caso estes ocorram, é possível, por meio desta avaliação, identificar as melhores alternativas que transforme mínimos os danos gerados, conforme observado na Figura 4.

---

<sup>3</sup> FARBER, J. H. **Técnicas de análise de riscos e os acidentes maiores**. Gerência de Riscos. São Paulo. 1991.



**Figura 4 – Procedimento global de uma Análise de Riscos**  
**Fonte: Adaptado de Farber (1991) apud Bentes (2007)**

De acordo com Farber (1991) *apud* Bentes (2007), o diagnóstico de risco tem como objetivo responder diversas perguntas relativas às instalações: quais os riscos presentes na planta e o que pode acontecer de errado; qual a probabilidade de ocorrência de acidentes devido aos riscos presentes; quais os efeitos e as conseqüências destes acidentes; e, como poderiam ser eliminados ou reduzidos estes riscos.

De maneira geral, diversos são os métodos capazes de responder às questões acima citadas relativas à análise do risco. As técnicas qualitativas e quantitativas são empregadas na identificação dos eventos indesejáveis, o que seria relativamente importante para a determinação dos riscos presentes na planta industrial e o que estes podem ocasionar (RUPPENTHAL, 2013).

Os objetivos da execução de Análise de Riscos em plantas industriais são principalmente, prevenir, prever falhas e acidentes, minimizar conseqüências e auxiliar na elaboração de planos de emergência. No entanto, a consagração destes resultados requer a adoção de uma metodologia sistemática e estruturada de identificação e avaliação de riscos, fato este que se verifica através da utilização das técnicas de Análise de Riscos (RUPPENTHAL, 2013).

As técnicas de Análise de Riscos realizadas em uma empresa permitem abranger todas as possíveis causas de acidentes com danos principalmente à propriedade, ao ambiente e ao trabalhador (FARBER, 1991 *apud* BENTES, 2007).

Segundo Farber (1991) *apud* Bentes (2007) e Ruppenthal (2013) a escolha do método a ser realizado baseia-se fundamentalmente no grau de especificidade que se pretende atingir com o desenvolvimento da Análise de Risco. Neste sentido, devem ser considerados antes da escolha das técnicas a serem utilizadas, as seguintes questões: objetivos da análise, gravidade dos riscos, complexidade do processo, natureza dos sistemas envolvidos, condições do processo, informações e dados necessários, e custo e tempo gastos com a análise.

As principais técnicas empregadas para Análise de Risco, conforme descrito por Ruppenthal (2013), estão classificadas segundo a finalidade a que se propõem, sendo:

a) Técnica de Identificação de Perigo

Estão inseridos neste item o *checklist*; a técnica de incidentes críticos (TIC); os índices de risco *dow and mond*; a revisão de Segurança (*Safety Review*); e, o *What-if* (WI).

b) Técnica de Análise de Riscos

Fazem parte da análise de risco a análise de modos de falha e efeitos (AMFE); a análise preliminar de riscos (APR); e, o estudo de operabilidade e riscos (HazOp).

c) Técnica de Avaliação de Riscos

Na técnica de avaliação de riscos estão listados a análise de árvore de eventos (AAE); a análise de árvore de falhas (AAF); análise de causas e consequências (ACC); análise por diagrama de blocos (ADB); e, *management oversight and risk tree* (MORT).

Além das técnicas de Análise de Riscos apresentadas, de acordo com a autora, existem diversos instrumentos de apoio, tais como banco de dados de confiabilidade de equipamentos e sistemas, sobre materiais e corrosão e de falhas e acidentes na indústria, que vem em auxílio à aplicação das técnicas.

Embora cada técnica de análise reúna características peculiares, e, conseqüentemente, em sua maioria, distintas, a escolha daquela que será utilizada em um procedimento de Análise de Riscos pode ser complicada, visto que para a execução de uma análise, esta escolha raramente é unitária. Desta forma, cabe optar dentre várias técnicas de análise, aquelas que se complementam, contemplando, assim, diferentes partes do processo ou diferentes tipos de riscos associados ao sistema (FARBER, 1991 *apud* BENTES, 2007).

#### 2.4.2 Gerência de Risco

Como define Ruppenthal (2013), a gerência de riscos é uma metodologia que visa aumentar a confiança na capacidade de uma organização em prever, priorizar e superar obstáculos para, como resultado final, obter a realização de suas metas. Atua de forma sistemática na proteção dos recursos humanos, materiais e financeiros, bem como preocupa-se com as conseqüências dos eventos.

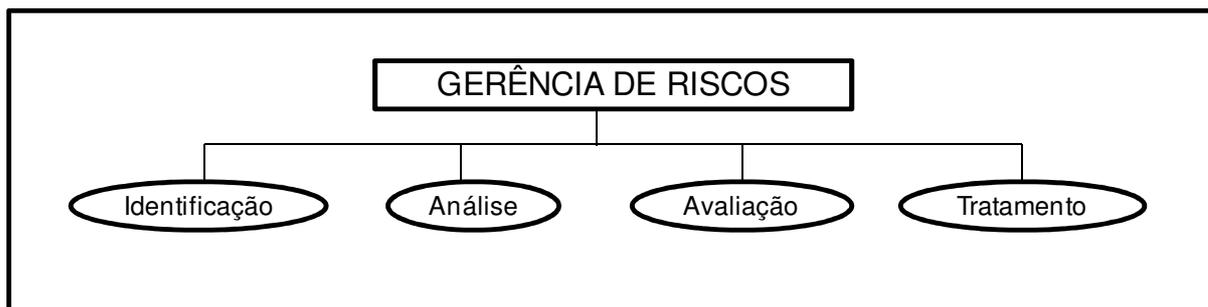
Para De Cicco e Fantazzini (1994), a gerência de risco é uma ciência que engloba diversas etapas. Outros autores, no entanto, consideram como sendo uma etapa de um processo, precedido pela análise e avaliação dos riscos.

De acordo com Ruppenthal (2013), o processo de gerenciamento de riscos:

“começa com a identificação e a análise de um problema. No caso de gerenciamento de riscos, o problema consiste, primeiramente, em se conhecer e analisar os riscos de perdas acidentais que ameaçam a organização. É o processo por meio do qual as situações de risco de acidentes são analisadas de forma contínua e sistemática”.

Já segundo Alberton (1996) a gerência de risco é definida como ações que visam a proteção dos recursos humanos, materiais e financeiros de uma empresa, no que se refere à eliminação, à redução ou o financiamento dos riscos, caso seja economicamente viável.

De maneira geral, o gerenciamento de riscos baseia-se na identificação, análise, avaliação e tratamento dos riscos, conforme ilustrado na Figura 5, com o escopo de minimizar a possibilidade e a probabilidade de ocorrência de incidentes e acidentes, isto é, as conseqüências das falhas (RUPPENTHAL, 2013).



**Figura 5 – Processos de Gerência de Risco**  
**Fonte: Adaptado de Ruppenthal (2013)**

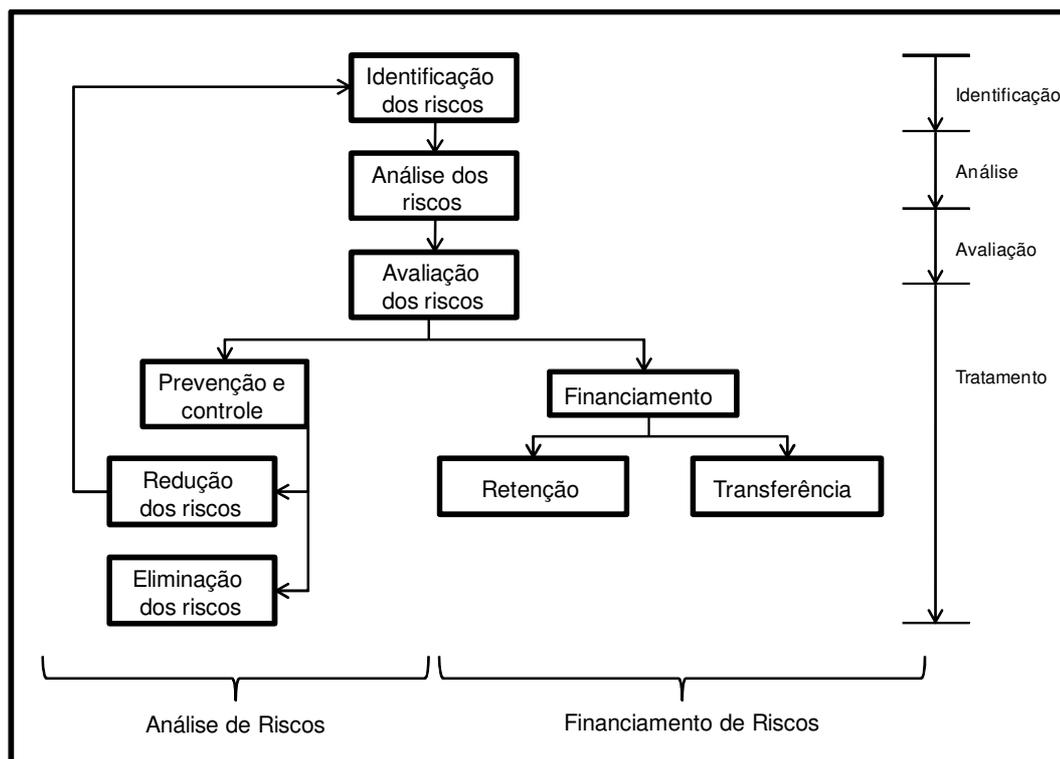
Desta forma é possível verificar que o gerenciamento de risco busca o levantamento, a avaliação e o domínio sistemático dos riscos presentes, com vistas na redução e na otimização dos resultados. O mecanismo, para tanto, é o de utilizar instrumentos de mitigação e administração dos riscos presentes, oferecendo segurança e confiabilidade aos processos e procedimentos, buscando a diminuição de erros e falhas e o estabelecimento de planos de ação de emergência (RUPPENTHAL, 2013).

Ainda de acordo com a autora, a sistemática de análise de risco considera três elementos-chave: riscos – causas geradoras; sujeitos – sobre quem podem incidir os riscos; e os efeitos – dos riscos sobre os sujeitos.

De acordo com Souza (1995),

“gerenciamento de risco desenvolve-se basicamente segundo um procedimento. Neste estão listados a identificação do risco, a análise deste risco dentro do sistema e a avaliação da frequência e da possível consequência deste risco identificado. Na sequência, lista-se o tratamento deste risco, que consiste na prevenção, na redução e na eliminação do risco identificado no sistema”.

Isto é, o gerenciamento de risco emprega mecanismos para manter os riscos dentro dos limites aceitáveis e garantir a operação adequada dos processos, respeitando, contudo, os padrões de segurança considerados, de acordo com a Figura 6 (SOUZA, 1995).



**Figura 6 – Diagrama do processo de Gerência de Risco**  
**Fonte: Adaptado de Souza (1995)**

### 2.4.3 Fases do Gerenciamento de Riscos

#### 2.4.3.1 Fase de identificação dos riscos

Na fase de identificação dos riscos, a primeira dentro do procedimento de gerenciamento de riscos, segundo Alberton (1996), são levantados as situações, as combinações de situações e os estados que possam gerar um evento indesejável.

Avalia-se, neste sentido, que o sequenciamento das etapas passa necessariamente pela identificação do risco dentro da organização/processo, afim de obter o maior número de eventos adversos.

#### 2.4.3.2 Fase de análise dos riscos

Após a listagem dos perigos presentes na organização, são realizadas as suas análises. Consistem em uma fase de exame e detalhamento dos riscos identificados anteriormente, com o intuito principal de descobrir as causas e as possíveis consequências caso estes eventos aconteçam (RUPPENTHAL, 2013).

Esta avaliação, ainda de acordo com a autora, tem por objetivo propor medidas que eliminem ou minimizem os perigos, ou, pelo menos, que reduzam a frequência dos possíveis acidentes.

Dentre as técnicas empregadas no gerenciamento de riscos, têm-se: Análise Preliminar de Riscos (APR), Análise de Modos de Falhas e Efeitos (AMFE) e a Análise de Operabilidade de Perigos (HAZOP), como sendo as mais empregadas durante esta fase (RUPPENTHAL, 2013).

#### 2.4.3.3 Fase de avaliação dos riscos

A fase de avaliação de risco busca a quantificação do evento gerador acidentes. Neste sentido, o risco é identificado por meio de duas variáveis: a frequência ou probabilidade do evento e as possíveis consequências expressas em danos pessoais, materiais ou financeiros. Desta forma, obtém-se as avaliações qualitativa e quantitativa dos eventos indesejados (RUPPENTHAL, 2013).

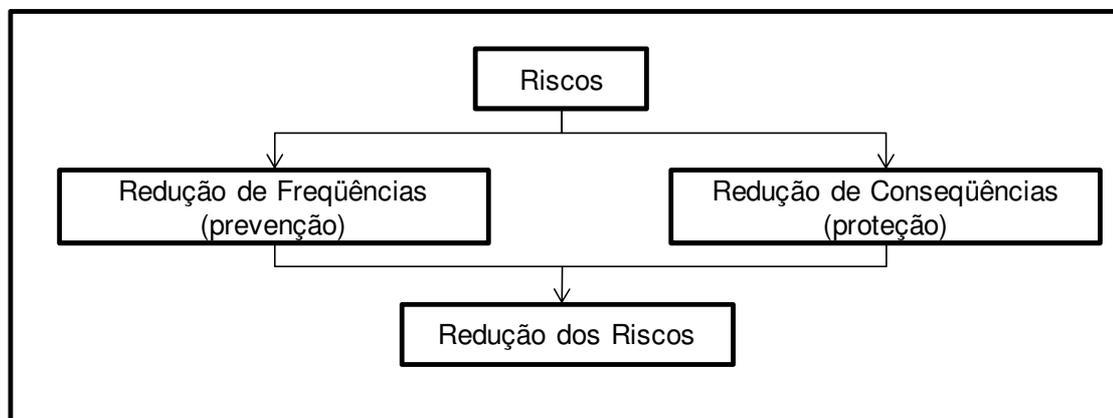
Para a avaliação de riscos, têm-se as seguintes técnicas: Análise da Árvore de Eventos (AAE), Análise por Diagrama de Blocos (ADB), Análise de Causas e Consequências (ACC), Análise da Árvore de Falhas (AAF), e, *Management Oversight and Risk Tree (MORT)*.

#### 2.4.3.4 Fase de tratamento dos riscos

Por fim, após a identificação dos riscos, e analisadas e avaliadas as suas consequências, o processo de gerenciamento é complementado pelo tratamento dos riscos. Nesta fase, são tomadas as decisões quanto à eliminação, redução, retenção ou transferência dos riscos detectados nas etapas anteriores (RUPPENTHAL, 2013).

Dessa maneira, de acordo com Souza (1995), considerando que o risco é uma função da frequência de ocorrência dos possíveis acidentes e dos danos (consequências) gerados por eventos indesejados, a redução dos riscos numa instalação pode ser conseguida por meio da implementação de medidas que visem tanto reduzir as frequências de ocorrência dos acidentes (ações preventivas), como as suas respectivas consequências (ações de proteção).

Este mecanismo de redução de risco dentro do gerenciamento é demonstrado na Figura 5.



**Figura 7 – Redução de Riscos**  
**Fonte: Adaptado de Souza (1995)**

## 2.5 ANÁLISE DE RISCO

### 2.5.1 Análise Preliminar de Risco

Todo risco, de acordo com Patricio *et al.* (2013) é composto por três elementos: um evento que se tenha um perigo iminente, a probabilidade, a frequência e a severidade de sua ocorrência e o impacto consequente que esta ocorrência trará.

Partindo desta concepção, a Análise Preliminar de Riscos (APR) consiste em um estudo realizado durante a fase de concepção ou desenvolvimento de um sistema, isto é, de maneira prévia, com o intuito de determinar os riscos existentes, evitando-se que estes apareçam na fase operacional (DE CICCO e FANTAZZINI, 1994).

Segundo Alberton (1996), a Análise Preliminar de Risco:

“...tem sua importância maior no que se refere à determinação de uma série de medidas de controle e prevenção de riscos desde o início operacional do sistema, o que permite revisões de projeto em tempo hábil, no sentido de dar maior segurança, além de definir responsabilidades no que se refere ao controle de riscos”.

Desta maneira, a APR é uma análise inicial qualitativa dos riscos operacionais, sendo efetuada na fase de projeto e desenvolvimento de qualquer processo, produto ou sistema (ALBERTON, 1996).

Ainda de acordo com a autora, a análise preliminar de risco tem como principal objetivo a determinação dos riscos e medidas preventivas na fase de projeto. E por ser uma técnica não aprofundada de análise de riscos, a APR geralmente precede outras técnicas mais detalhadas de análises.

A metodologia da análise preliminar de risco compreende, de acordo com Sestrem (2009), a execução das seguintes etapas:

- Definição dos objetivos e do escopo da análise.
- Definição das fronteiras do processo/instalação analisada.
- Coleta das informações da região, da instalação e os perigos envolvidos.
- Subdivisão do processo/instalação em módulos de análise.
- Realização da APR.
- Elaboração das estatísticas dos cenários por categorias de Risco.
- Análise dos resultados e preparação do relatório.

Neste sentido, a realização da análise é feita por meio do preenchimento de uma planilha de APR para cada módulo a ser avaliado. Esta contém, fundamentalmente, os perigos, as causas, além das consequências, da frequência, da severidade, do risco e das recomendações pertinentes (CARDELLA, 1999).

Um modelo é exemplificado no Quadro 4 a seguir. A partir da descrição dos riscos pela análise preliminar, são identificados as causas (agentes) e os efeitos (consequências), permitindo, assim, a busca e elaboração de ações e medidas de prevenção ou correção das possíveis falhas detectadas (ALBERTON, 1996).

Análise Preliminar de Risco						
Subsistema:			Equipe:		Data:	
Perigo	Causas	Consequências	Frequência	Severidade	Risco	Recomendações

**Quadro 4 – Planilha de APR**  
**Fonte: Adaptado de Alberton (1996)**

De acordo Alberton (1996) e com o quadro, a análise preliminar de risco inicia-se na identificação dos perigos e caracterização destes pelas possíveis causas

e consequências. E por meio da frequência e severidade é possível preparar ações e medidas de prevenção ou correção de possíveis falhas.

A Tabela 1 determina as categorias a serem avaliadas quando do preenchimento da frequência do perigo.

**Tabela 1 - Frequência ou Probabilidade de Ocorrência dos acidentes**

<b>FREQUÊNCIA OU PROBABILIDADE</b>			
<b>GRAU</b>	<b>OCORRÊNCIA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>FREQUÊNCIA</b>
1	Improvável	Baixíssima probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez a cada 02 anos
2	Possível	Baixa probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez a cada 01 ano
3	Ocasional	Moderada probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez a cada semestre
4	Regular	Elevada probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez a cada 03 meses
5	Certa	Elevadíssima probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez por mês

**Fonte: Faria (2010)**

Além destes, a severidade tem papel importante na classificação do risco. A Tabela 2 mostra as principais categorias de severidade, conforme descrito por Alberton (1996).

**Tabela 2 – Categorias de Severidade empregadas na APR**

<b>SEVERIDADE</b>			
<b>GRAU</b>	<b>OCORRÊNCIA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>AFASTAMENTO</b>
1	Leve	Acidentes que não provocam lesões (batidas leves, arranhões)	Sem afastamento
2	Moderada	Acidentes com afastamento e lesões não incapacitantes (pequenos cortes, torções leves)	Afastamento de 1 a 30 dias
3	Grande	Acidentes com afastamento e lesões incapacitantes, sem perdas de substâncias ou membros (fraturas, cortes profundos)	Afastamento de 31 a 60 dias
4	Severo	Acidentes com afastamento e lesões incapacitantes, com perdas de substâncias ou membros (perda de parte do dedo)	Afastamento de 61 a 90 dias
5	Catastrófico	Morte ou invalidez permanente	Não há retorno à atividade laboral

**Fonte: Faria (2010)**

Por fim, tem-se a determinação do risco, que se combinado as categorias de frequência com as de severidade, obtém-se a matriz de riscos, como apontado na Figura 8.

De acordo com esta matriz, os cenários de acidente localizados na área “vermelha” são considerados críticos, devendo ser os primeiros a serem tomadas medidas de mitigação de riscos e aqueles identificados na área “azul” são considerados desprezíveis (ALBERTON, 1996).

		Frequência				
		A	B	C	D	E
Grau de Severidade	IV	2	3	4	5	5
	III	1	2	3	4	5
	II	1	1	2	3	4
	I	1	1	1	2	3

**Figura 8 – Matriz de Risco**  
Fonte: Faria (2010)

Por meio da análise da matriz de riscos, obtêm-se as características dos riscos avaliados, conforme ilustrado na Tabela 3.

**Tabela 3 – Características dos riscos**

GERENCIAMENTO DAS AÇÕES		
ÍNDICE DE RISCO	TIPO DE RISCO	NÍVEL DE AÇÃO
até 3 (severidade < 3)	Riscos Triviais	Não necessitam ações especiais, nem preventivas, nem de detecção
de 4 a 6 (severidade < 4)	Riscos Toleráveis	Não requerem ações imediatas. Poderão ser implementadas em ocasião oportuna, em função das disponibilidades de mão de obra e recursos financeiros
de 8 a 10 (severidade < 5)	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 para execução somente com 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: Faria (2010)

E, como conclusão, de acordo com Alberton (1996), tem-se a coluna de recomendações. Esta contém as principais medidas mitigadoras de riscos propostas pela equipe de realização da análise ou quais observações que sejam pertinentes ao cenário de acidente em estudo.

### 3 METODOLOGIA

A aplicação do gerenciamento de riscos descrito neste trabalho se deu em uma indústria química, há 30 anos no mercado, de porte excepcional e com aproximadamente 150 funcionários, instalada em uma área de 240.000 m<sup>2</sup>, na região de Curitiba – Paraná.

A indústria química, fabricante de produtos químicos e agrotóxicos, atuante nos seguintes mercados: alimentos e bebidas, produtos de uso pessoal e cosméticos, sabões e detergentes, papéis brancos e reciclados, metais, plásticos e polímeros, possui em sua área fabril o setor administrativo, com horário das 8h30min às 17h30min, e as áreas da produção e de utilidades, com operações subdivididas em três turnos: das 07h00min às 15h00min, das 15h00min às 23h00min e das 23h00min às 07h00min.

Na área da produção e utilidades, dentre as operações realizadas, tem-se as atividades realizadas nas estações de tratamento de água e efluente, unidades tema de avaliação de risco neste trabalho.

Neste cenário, foram realizadas visitas a campo para a assimilação das atividades realizadas pelos operadores, bem como a periodicidade. E a partir da coleta das informações referentes às atividades e as relações destas com os operadores, verificou-se o mais adequado e eficiente método de identificação e análise de risco.

#### 3.1 SISTEMA DE TRATAMENTO DA INDÚSTRIA QUÍMICA

A identificação de fontes geradoras de efluente líquido é estabelecida por meio do levantamento de aspectos e impactos ambientais da empresa. Através das planilhas de aspectos e impactos ambientais, foram identificadas três fontes de efluentes.

Assim, a empresa de estudo possui três correntes de efluentes: industrial, doméstico e pluvial. O efluente industrial, proveniente do processo produtivo e que contem traços de orgânicos, é transferido para tratamento industrial com o intuito de promover a remoção dos principais contaminantes presentes. Após este tratamento

e já em condições adequadas, esta água residuária é encaminhada para a célula de reuso, isto é, tanque de armazenamento de água.

Já o efluente doméstico, oriundo dos sanitários, copas dos prédios administrativos e restaurante, é encaminhado para o sistema de tratamento de efluentes doméstico. Este sistema, por meio dos lodos ativados, promove a remoção dos contaminados. Concluída esta etapa, o efluente, assim como o industrial, é encaminhado para a célula de reuso.

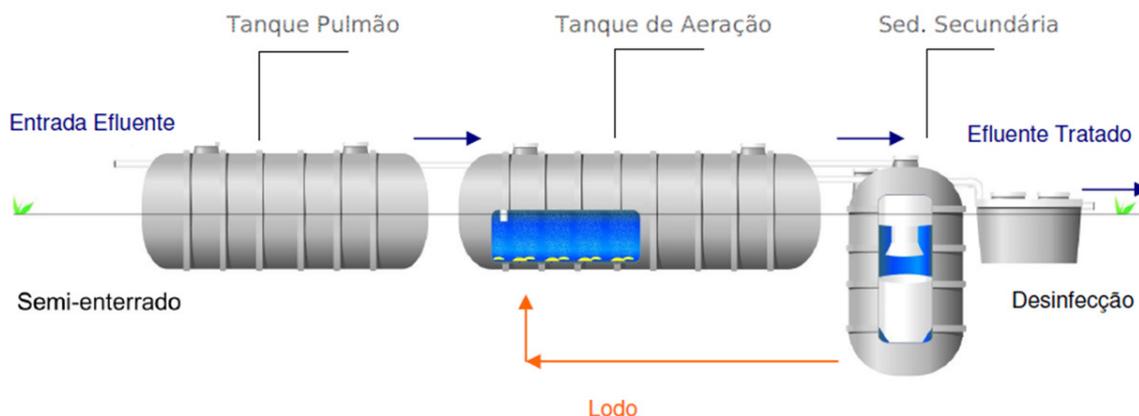
Por fim, tem-se o efluente pluvial. Este é proveniente da captação da água pluvial incidente nos telhadas, terrenos impermeabilizados e bacias de contenção. A captação da água é realizada por sistema de “bocas de lobo” localizadas junto às ruas pavimentadas e por sistemas de drenagens apropriados nos pátios. Estas águas são enviadas para canaletas de concreto exclusivas para águas pluviais, segregadas de eventuais fontes de contaminação industrial ou doméstica e são encaminhadas também para a célula de reuso.

A célula de reuso, tal como uma bacia de contenção, armazena os efluentes industrial e doméstico tratados e a água pluvial. Deste tanque, a água é bombeada para a estação de tratamento de água, no qual será realizado o processo de remoção dos sólidos presentes para então a água ser reutilizada na torre de resfriamento.

### 3.1.1 Estação de Tratamento de Efluente

A estação de tratamento de efluente por lodos ativados, dimensionada para 300 funcionários, opera com uma vazão de 1 m<sup>3</sup>/h. E neste processo, o esgoto afluente é misturado e aerado na unidade denominada elevatória, para então seguir para o tratamento biológico.

A Figura 9 representa um esquema básico do funcionamento do processo de Lodo Ativado.



**Figura 9 – Esquemático do sistema de tratamento de efluentes**  
**Fonte: Autora (2016)**

#### 3.1.1.1 Estação elevatória

O efluente gerado segue para a estação elevatória, onde uma bomba submersível faz o recalque do efluente até a entrada da estação.

#### 3.1.1.2 Sedimentação primária

Este tanque é destinado à sedimentação dos sólidos suspensos, transportados pelo esgoto, retendo parte da matéria orgânica presente no efluente.

#### 3.1.1.3 Tanque pulmão/equalização

O tanque pulmão tem a função de equalizar o efluente e distribuir um fluxo constante para o tanque seguinte, além de evitar possíveis choques de cargas, que afetariam a eficiência do sistema. Neste tanque ocorre a dosagem de cal diluída, para que o pH do esgoto se mantenha próximo ao valor ótimo para o sistema de lodo ativado (entre 7,0 e 8,5).

#### 3.1.1.4 Reator aeróbio (tanque de aeração)

Neste tanque ocorre o tratamento aeróbio do efluente. Os microrganismos contidos no efluente utilizam o material orgânico como substância nutritiva, de onde retiram a energia necessária para produzir novas células biológicas, liberando água

e CO<sub>2</sub>. As substâncias orgânicas são, desta forma, oxidadas e reduzidas em compostos mais simples e inertes.

#### 3.1.1.5 Decantador secundário

A principal função desta unidade é separar os sólidos suspensos (lodo) formados no tanque de aeração do líquido que está sendo tratado. O lodo ativado é sedimentado e recirculado por bomba, retornando às fases anteriores.

#### 3.1.1.6 Filtro de polimento

Para reter qualquer sólido que ocasionalmente tenha sido arrastado após a passagem do efluente pelo decantador secundário, além de melhorar esteticamente a qualidade do efluente tratado pela remoção de turbidez, é utilizado o filtro com material filtrante composto por areia.

#### 3.1.1.7 Tanque de contato

O líquido, livre de flocos biológicos e já tratado nas fases anteriores, passa então pelo sistema de desinfecção, onde recebe dosagem de cloro suficiente para a redução dos parâmetros microbiológicos, para níveis legalmente permitidos pelos órgãos ambientais.

#### 3.1.1.8 Tanque de produtos químicos

Para garantir que o efluente esteja com as características ideais para o tratamento é necessária a adição de produtos químicos (cal diluída), que necessitam de tanques para sua diluição, preparo e armazenamento. Na estação também é utilizado o hipoclorito, já em bombona.

### 3.1.2 Estação de Tratamento de Água

A unidade de tratamento de água para reuso, ETA, é um sistema de clarificação de água e tem capacidade máxima para 30 m<sup>3</sup>/h. A água tratada é encaminhada para utilização industrial de uso não nobre, isto é, na torre de resfriamento.

Para promover a remoção dos contaminantes, a instalação é constituída de sistema de preparação e de dosagem de produtos químicos, de mistura rápida, de floculação mecânica, decantação lamelar, de filtração de dupla camada e de recuperação de lodo.

#### 3.1.2.1 Dosagens dos produtos químicos

Já no início do processo, o efluente recebe as dosagens dos produtos químicos necessários ao tratamento. Para tanto, são adicionados: coagulante (sulfato de alumínio), alcalinizante (carbonato de sódio) e o desinfectante (hipoclorito de sódio).

Entretanto, para que seja realizada a dosagem, os produtos precisam ser corretamente dispostos. As soluções dos produtos químicos de floculação, correção de pH e desinfecção são transferidos em tanques adequados em material anticorrosivo, volume e forma geométrica compatíveis com a capacidade da estação.

#### 3.1.2.2 Floculação

A câmara de floculação é subdividida em três sub-câmaras e dotada de floculador mecânico de velocidade variável, permitindo que se altere os gradientes de velocidade de acordo com a variação da qualidade da água bruta.

Na câmara de floculação, depois de adicionado o floculador, há a formação de coágulos que entram em contato com as partículas sólidas dissolvidas da água bruta, responsáveis pela turbidez e cor e que por sucessíveis choques entre si, obtidos pela força do fluxo e pelas paletas do floculador mecânico, ocorre agregação destas partículas, cujas velocidades, formas geométricas e dimensionamentos

permitem a formação gradual dos flocos de lodo com volume e peso adequados a sedimentação.

### 3.1.2.3 Decantador lamelar

Consiste inicialmente de uma câmara de decantação, dotada de placas planas paralelas, colocadas com ângulo de inclinação entre 40 e 60 graus, de modo que a água flocculada em fluxo ascendente passe entre elas. Pela inclinação das placas os flocos deslizam para o fundo da câmara do decantador, arrastando outros flocos, criando com isto, uma manta de lama no fundo do decantador. Este lodo deve ser eliminado, e para isto existe uma válvula automática temporizada, que pode ter seu tempo de abertura ajustado nos temporizadores localizados dentro do painel local. Este tempo de operação fechada/aberta deve ser ajustado para drenar, somente, a água com lodo.

### 3.1.2.4 Descarte e coleta do lodo

A seção de decantação tem no fundo duas saídas para uma válvula automática de drenagem de lodo. Está válvula tem temporizadores localizados no interior do painel local, onde se pode determinar, em horas, o tempo em que ela permanece fechada, e, outro temporizador, que em minutos determinará o tempo em que a válvula permanecerá aberta.

O lodo proveniente das purgas automáticas de descarte de fundo do decantador deve ser direcionado para o sistema coletor de lodo, onde terá destinação adequada.

### 3.1.2.5 Filtração

Na água clarificada podem existir flocos remanescentes da fase de decantação, que são eliminados por filtração. Neste processo a água decantada é direcionada em fluxo descendente para dois filtros independentes. O material filtrante é composto das seguintes camadas: carvão antracitoso, areia e seixos e crepinas de polietileno no fundo falso. A água filtrada coletada pelas crepinas é

transferida por gravidade para o tanque pulmão das bombas de transferência para a TRG.

### 3.2 PLANILHAS DE APR'S

Partindo do princípio de que um risco tem uma função norteadora causa x consequência, conhecer quais riscos que existem em determinadas atividades pressupõe que estes devem ser identificados e analisados.

Haja vista a necessidade de levantamento dos principais perigos e riscos os quais operadores de estações de tratamento de água e de efluentes estão sujeitos, bem como da avaliação prévia dos riscos atrelados às atividades, o método mais apropriado para tal situação é a análise preliminar de risco.

Resumidamente, a análise preliminar de riscos é uma técnica qualitativa para a identificação dos riscos potenciais decorrentes da instalação de unidades de processo, principalmente àquelas com materiais perigosos e cujas atividades podem implicar em riscos à saúde, ao meio ambiente e ao patrimônio.

Esta técnica informa as causas que geraram a ocorrência de cada um dos eventos e as suas respectivas consequências, por meio de uma avaliação qualitativa tanto da severidade, como da frequência.

Assim, com base nas informações dos principais riscos existentes, podem ser sugeridas medidas preventivas ou mitigadoras daqueles identificados, na tentativa de eliminar as causas ou reduzir os efeitos danosos resultantes dos cenários de acidente analisados.

Para a operação das estações de tratamento de água e efluente, os colaboradores, totalizando três, um para cada turno, realizam as atividades de avaliação geral da infraestrutura e preparo dos reagentes químicos para a dosagem nas ambas estações. Na ETA realizam o *jar-test* para avaliação da tratabilidade da água e na ETE a coleta e análise de sólidos sedimentáveis do lodo.

Vale ressaltar aqui que as estações são aéreas e estão situadas dentro da empresa em área deserta, próxima a um bosque.

Para a atividade de inspeção da infraestrutura, bem como avaliação do desempenho das estações, os operadores, na ETA, sobem por uma escada que percorre a estação, que está a 4,0 metros do solo, conforme ilustrado na Fotografia

1. Em cima da estação, os colaboradores percorrem toda a sua extensão por uma plataforma de aproximadamente 0,8 metros, ilustrado na Fotografia 2.



**Fotografia 1 – Estação de Tratamento de Água**  
Fonte: Autora (2016)



**Fotografia 2 – Plataforma de acesso**  
Fonte: Autora (2016)

Já na ETE, para a atividade, os operadores sobem por uma escada tipo marinha a uma altura de 3,5 metros do solo, com guarda-corpo de acordo com a normatização, conforme demonstrado na Fotografia 3. Esta atividade é realizada duas vezes por turno, ou quando há um imprevisto no funcionamento das unidades.



**Fotografia 3 – Estação de Tratamento de Efluente**  
**Fonte: Autora (2016)**

Para a atividade de preparo de soluções que são utilizadas em ambas as estações, os operadores despejam o produto em tanques que estão a 1 (um) metro do solo. Este preparo, de acordo com o relatado pelos colaboradores, é praticado uma vez a cada dois dias.

Na realização do *jar-test*, que segundo observado em campo é feito uma vez por turno, os operadores coletam amostra da água na entrada da ETA, ponto localizado na altura do piso, e adicionam os produtos em quantidades adequadas para que a reação química aconteça.

E para a coleta de amostra do lodo ativado, na ETE, também realizado uma vez por turno, os operadores necessitam subir no tanque por meio da escada marinho e coletar a amostra.

Partindo deste conhecimento, desenvolveu-se as APR's das atividades realizadas na operação das estações de tratamento de água e efluente, considerando os três turnos operacionais:

- 1º Turno: das 07h00min às 15h00min.
- 2º Turno: das 15h00min às 23h00min.
- 3º Turno: das 23h00min às 07h00min.

Nesta metodologia foram discutidas medidas e abordadas categorias potenciais de perigos químicos, biológicos, ergonômicos e físicos.

Para a produção das planilhas, foram primeiramente identificados os principais riscos em campo, observando a rotina dos operadores e levantadas as consequências dos riscos aos quais os trabalhadores estão expostos. Na sequência, foram realizadas avaliações da probabilidade de ocorrência, bem como o impacto causado. Por fim, foram apontadas as recomendações para minimizar os riscos, segundo sua quantificação.

Os APÊNDICE A - Análise Preliminar de Risco – 1º Turno, APÊNDICE B - Análise Preliminar de Risco – 2º Turno e o APÊNDICE C - Análise Preliminar de Risco – 3º Turno, apresentam as APR's resultantes do levantamento dos perigos e riscos para os operadores dos três turnos, com variação apenas na classificação dos riscos obtidos, isto é, na determinação da frequência e da severidade de um determinado risco.

Vale ressaltar que para obter a coluna de riscos, foi empregada a metodologia de multiplicação do valor atribuído à frequência pelo valor dado à severidade.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

### 4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS

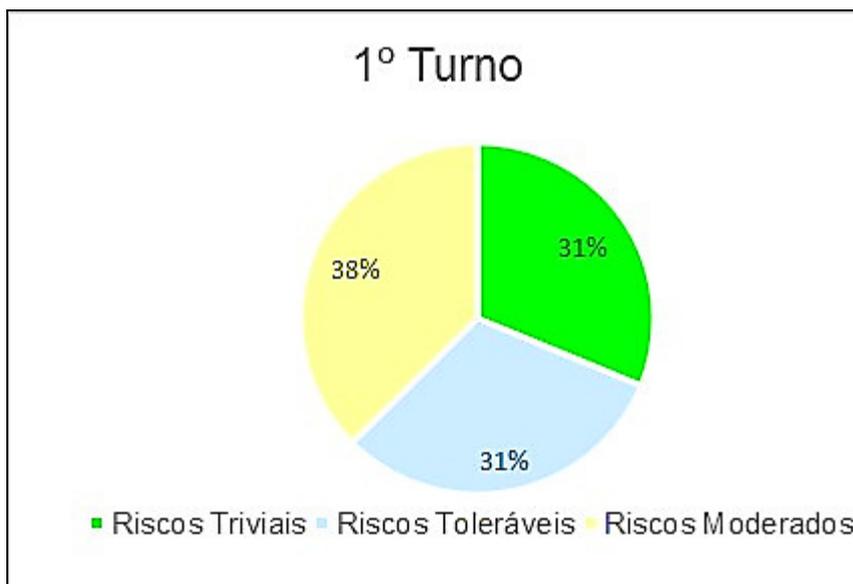
Seguindo os critérios determinados para frequência e severidade, baseados na metodologia em estudo, os resultados identificam qualitativamente quais são os principais riscos, dentre todos os listados, atrelados às atividades e que exigem um pouco mais de atenção.

Tendo em vista a classificação de riscos e gerenciamento das ações expostas no trabalho, aqueles riscos considerados triviais não necessitam de ações mitigadoras. Os riscos considerados toleráveis não requerem ações imediatas, sendo estas implementadas em ocasião oportuna. Os riscos considerados moderados requerem ações, com previsão e definição de prazo. Já os riscos classificados como relevantes exigem a implementação imediata de ações e definição de prazos e responsabilidades. Por fim, aqueles riscos considerados intoleráveis exigem que os trabalhos não poderão ser iniciados até que sejam concluídas as ações de contenção.

Haja visto que o grau de risco trivial possui como característica a não necessidade de ações preventivas e para aqueles caracterizados como toleráveis as ações podem ser tomadas em ocasião oportuna, parte-se, então, nesta metodologia, para análise dos riscos classificados como moderados, relevantes e intoleráveis, no 1º, 2º e 3º Turnos.

Neste sentido, avaliando a APR para o 1º Turno (APÊNDICE A), nota-se que foram obtidos os riscos, de acordo com sua classificação, triviais, toleráveis e moderados para os considerados de acidente, biológico, ergonômico, físico e químico.

A Figura 10 a seguir determina graficamente os resultados obtidos na APR para o 1º Turno por meio de percentagem dos graus de riscos detectados.

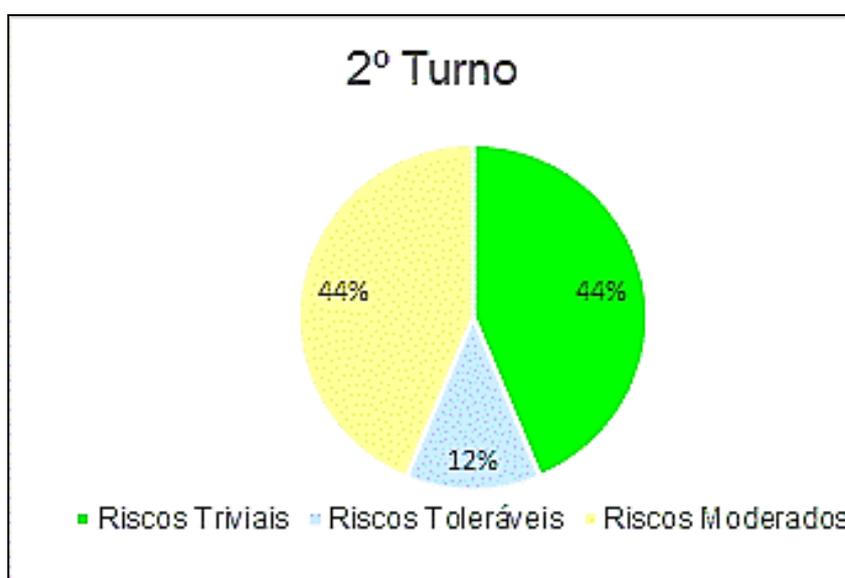


**Figura 10 – Graus de Risco do 1º Turno**  
Fonte: Autora (2016)

Por meio da análise da Figura 10 tem-se que 31% do levantamento realizado foi caracterizado como risco trivial; 31% como risco tolerável; e, 38% de um total de 16 riscos identificados, classificado como risco moderado.

O APÊNDICE B, APR formulada para o 2º Turno, apresenta os riscos triviais, toleráveis e moderados, seja para riscos de acidente, biológico, ergonômico, físico e químico.

A Figura 11 ilustra a distribuição dos riscos, de acordo com a classificação determinada na APR.

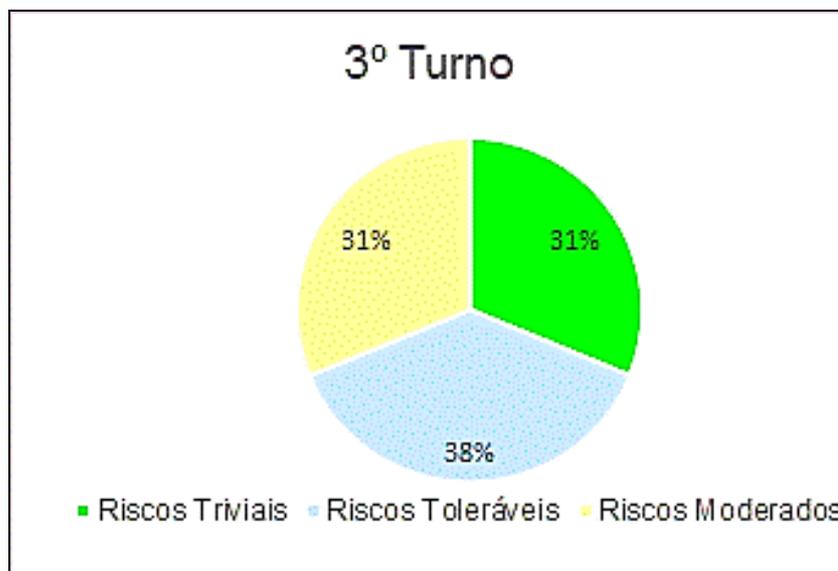


**Figura 11 – Graus de Risco do 2º Turno**  
Fonte: Autora (2016)

De acordo com avaliação do gráfico da Figura 11, nota-se que do montante listado, foram estimados os riscos triviais, sendo a minoria com 12%, riscos toleráveis com 44% do levantamento e a mesmo valor para os riscos moderados 44%.

Por fim, avaliando a APR para o 3º Turno (APÊNDICE C), os riscos detectados, considerando a frequência e severidade para a situação, foram os triviais, os toleráveis e os moderados, seja para riscos de acidente, biológico, ergonômico, físico e químico.

Realizando o somatório de todos os identificados, obtém-se a Figura 12. Nela estão demonstradas as percentagens dentro todos os riscos listados para a operação do 3º Turno.



**Figura 12 – Graus de Risco do 3º Turno**  
Fonte: Autora (2016)

Segundo a Figura 12, os riscos triviais, sendo neste caso a maioria levantada, soma 38%. São listados também, em igual percentagem, os riscos toleráveis e moderados, com 31% cada.

#### 4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Por meio da análise preliminar qualitativa dos riscos associados às atividades de operação da estação de tratamento de água e estação de tratamento de efluente por lodos ativados, é possível observar que nos três turnos as situações

que podem conter algum perigo ou risco são similares, alterando apenas na classificação dada a cada um.

Nos três turnos foram listados como moderados, tanto para as atividades realizadas na estação de tratamento de água, como na estação de tratamento de efluentes, os riscos biológicos referentes à coleta de amostra do lodo, riscos químicos quanto à exposição a produtos químicos, poeiras, fumos, névoas e gases e, o risco físico, quando considerada a causa frio, visto que as unidades não estão protegidas e estão localizadas em local aberto.

Para os 1º e 2º Turnos foram listados como potenciais riscos o calor na unidade e a exposição à radiação não ionizante (sol). Estes, no caso, foram classificados como moderados, haja visto que os operadores estão sujeitos diretamente à absorção do calor para a realização das atividades e estão constantemente expostos às radiações do sol.

O risco caracterizado pelo frio foi listado nos três turnos, em especial no 3º Turno, já que as atividades são realizadas a céu aberto e sem bloqueio para o período de inverno.

Por fim, para os 2º e 3º Turnos foram listados como consequência da área de localização das unidades, o risco de acidentes com animais peçonhentos. Estes, de acordo com o observado, podem ser um potencial risco à área.

A avaliação do esboço permite confirmar que todas as questões pertinentes às atividades praticadas pelos operadores, independentemente do turno, caso não sejam atentadas, causarão riscos químicos, físicos, biológicos, de acidentes e ergonômicos.

Desta forma, por meio dos diagnósticos, é possível explicar que os riscos biológicos, os físicos e os químicos são os considerados de maior frequência e severidade, caso aconteçam, sendo, portanto, os que devem ser fundamentalmente atendidos.

De forma comparativa a APR's desenvolvidas na mesma linha de estudo, tais como laboratório de análises em estações de tratamento de água, de acordo com pesquisas, os riscos associados nestes casos são maiores e mais complexos de serem sanados, visto que são necessárias constantes coletas que fazem com que o operador permaneça em contato direto com a amostra coletada.

Outro ponto de comparação que pode ser assumido é em relação a construções civis. Neste caso os riscos abordados por meio de avaliações em APR's são quanto aos riscos ergonômicos e/ou de acidentes.

Desta forma, pode-se avaliar que os riscos detectados para os operadores das estações de tratamento de água e efluente são em menor grau, isto é, a classificação se dá basicamente entre trivial, tolerável e moderado, ao passo que em análises de outros segmentos os riscos inerentes são mais complexos. Isto posto, determina-se que, neste cenário, a empresa possui uma área caracterizada com riscos, porém de fácil tratabilidade e manuseio.

## 5 CONCLUSÃO

Partindo deste princípio, estação de tratamento de água e estação de tratamento de efluente, devido à infraestrutura, à natureza das substâncias e à localização das unidades, estão suscetíveis a inúmeros riscos.

Neste sentido, foram identificados, neste trabalho, por meio da metodologia de APR, os riscos de acidentes, biológicos, ergonômicos, físicos e químicos, inerentes às atividades realizadas pelos operadores, considerando os três turnos de produção, com o intuito de classificar os principais riscos atrelados e que necessitam de ação especial. Como resultado deste levantamento, foram obtidas planilhas contendo riscos triviais, toleráveis e moderados, bem como foram inseridas as recomendações necessárias.

Desta forma, as análises preliminares de risco, identificadas neste trabalho, foram fundamentais para a avaliação dos principais riscos atrelados às unidades operacionais.

As medidas preventivas para a proteção da saúde dos trabalhadores estão relacionadas essencialmente com o uso dos equipamentos de proteção individual, cinto de segurança e capacete para trabalho em altura, sapato e óculos de segurança para o acesso às unidades e luvas de pvc e jaleco para o manuseio com os produtos químicos e amostras, treinamento, limpeza e dedetização do local, evitando, conseqüentemente, prováveis acidentes.

Importante salientar que por meio da análise qualitativa dos riscos notou-se significativos riscos detectados. Entretanto, o cenário pode apresentar outros aspectos que não foram detectados nesta metodologia, levando a hipótese de que a ferramenta utilizada de APR não seja, de forma isolada, suficientemente clara para a confirmação dos riscos globais das unidades, sendo, portanto, necessária a aplicação de um método complementar, que aprofunde a avaliação dos riscos.

Desta forma, sugere-se como conclusão deste trabalho, que outros estudos sejam complementados, empregando-se, para tal, ferramenta integrante de identificação dos riscos, com o intuito de confirmar os riscos aqui identificados. Além disso, caberia também uma análise quantitativa dos riscos listados, de forma a mensurar e determinar a regulamentação destes com normas aplicáveis.

## REFERÊNCIAS

ALBERTON, Anete. **Uma metodologia para auxiliar no gerenciamento de riscos e na seleção de alternativas de investimentos em segurança**. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/76462/104023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 01 fev. 2016.

AMORIM, E. L. C. de. **Análise Preliminar de Risco. Apostila Ferramentas de Análise de Risco**. Universidade Acadêmica Centro de Tecnologia, Maceió: AL. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 31000: Gestão de Riscos – Princípios e diretrizes**. Rio de Janeiro, 2009a.

\_\_\_\_\_. **ISO GUIA 73: Gestão de Risco – Vocabulário**. Rio de Janeiro, 2009b.

AZEVEDO, José M. **Técnica de Abastecimento e Tratamento de água**. 3. ed. São Paulo: CETESB, 1987. vol.2.

BENTES, F. M. **Programa de Gestão de Riscos para Tubulações Industriais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Mecânicas) – Universidade de Brasília, Distrito Federal. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/3112/1/2007\\_FlavioMaldonatoBentes\\_parcial.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/3112/1/2007_FlavioMaldonatoBentes_parcial.pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2016.

BRANCO, Samuel Murgel. **O meio ambiente em debate**. 3ª ed. São Paulo: Ed. Moderna, 2004.

BRASIL. Secretaria de Segurança e de Saúde no Trabalho. **Portaria n. 25**, de 29 de dezembro de 1994. Diário Oficial, Brasília, DF, n. 248, de 30 de dezembro de 1994. Seção I, p. 21.278 e 21.280.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como condições e padrões de lançamento de efluentes, e outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de março de 2005, nº 53, Seção 1. P. 58-63.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. **NR 9**. Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Portaria MTE nº 1471, de setembro de 2014. Disponível em: <http://www.mte.gov.br>. Acesso em: 01 de mar. de 2016.

BRAZ, F.V. S. dos. **Metodologia de Avaliação de Riscos em Equipamentos de Energias Renováveis**: Solar e Biomassa, 2014. Dissertação (Mestrado em Segurança e Higiene no Trabalho) – Setúbal, Portugal. Disponível em: <http://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/6497>. Acesso em: 01 fev. 2016.

CARDELLA, B. **Segurança no trabalho e prevenção de acidentes**: uma abordagem holística: segurança integrada à missão organizacional com produtividade, qualidade, preservação ambiental e desenvolvimento de pessoas. São Paulo: Atlas, 1999.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Conceitos de Risco. Disponível em: <<http://riscotecnologico.cetesb.sp.gov.br/estudo-de-analise-de-risco/conceito-de-risco/>>. Acesso em: 01 fev. 2016.

DE CICCIO, F; FANTAZZINI, M. **A identificação e análise de riscos**. Revista Proteção - Suplemento especial n.2, Novo Hamburgo, n.28, abril, 1994.

\_\_\_\_\_. **Tecnologias consagradas de gestão de riscos**. 2 ed. São Paulo: Risk Tecnologia, 2003.

DI BERNARDO, Luiz; DANTAS, Ângela Di Bernardo. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 2 ed. São Carlos: RiMa, 2005. 792p.

FARIA, M. T. **Ferramentas de Gestão de Riscos**. Apostila preparada para o curso de engenharia de segurança do trabalho. UTFPR, Curitiba, PR, 2010.

FREEMAN, Shanna. **As fontes de água do mundo**. Disponível em: <http://ciencia.hsw.uol.com.br/h2o1.htm>. Acesso em: 25 mar. 2016

FREITAS, A. L. P.; SUETT, W. B. Modelo para avaliação de riscos em ambientes de trabalho: um enfoque em postos revendedores de combustíveis automotivos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, XXVI, 2006, Fortaleza, Ceará. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006\\_TR500338\\_8042.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR500338_8042.pdf)>. Acesso em: 01 fev. 2016

HASSEGAWA, B. K. de F. **Gerenciamento ambiental em estações de tratamento de água de médio porte**: elaboração de um instrumento para análise ambiental e operacional com base na ISO 14.001:2004. 2007. 441f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/3235>. Acesso em: 01 de abr. 2016.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 1 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 3. Ed. Rio de Janeiro, RJ. ABES, 1995.

MENDONÇA, A. F. de. **Uma ferramenta de Análise de Parâmetros de Dependabilidade utilizando Diagrama de Bloco de Confiabilidade**, 2009. Dissertação (Graduação em Engenharia da Computação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009. Disponível em: <<http://www.cin.ufpe.br/~tg/2009-2/afm4.pdf>>. Acesso em: 15 de fev. 2016.

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ASSESMENT SERIES. **OHSAS 18001**: Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho. 2007.

PARSEKIAN, Marilu P.S. **Análise de proposta de formas de gerenciamento de estações de tratamento de águas de abastecimento completo em cidades de porte médio do estado de São Paulo**. 1998. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

PATRICIO, Renato Pickler; CATAI, Rodrigo Eduardo, MICHAUD, Carolina Rodrigues; NAGALLI, André. **Model of Risk Management Based in the FMEA Technique** – A Case Study in the Construction of Gabions. EJGE. UTFPR. Curitiba 2013. Disponível em < <http://www.ejge.com/2013/Ppr2013.378mlr.pdf>. Acesso em 30 mar. 2016.

PAWLOWSKI, U. Minimização de Resíduos. Notas de aula da disciplina de Tecnologia Limpa do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. Curitiba, PR, 2003.

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

SANCHES, Sérgio M, *et al.* Agentes Desinfetantes Alternativos para o Tratamento de Água. Revista Química Nova na Escola, nº 17, Maio 2003.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE SANEAMENTO DE PELOTAS (SANEP). Tratamento. Disponível em: <http://www.pelotas.rs.gov.br/sanep/tratamento/>. Acesso em: 25 mar. 2016.

SESTREM, Jonas Abilio Junior. **Plano de Segurança do Trabalho em Oficinas Mecânicas de Veículos Pesados**. 1999. Monografia (Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999. Disponível em <http://www.slideshare.net/jsestrem/plano-de-segurana-do-trabalho-em-oficinas-mecnicas-de-veculos-pesados>. Acesso em 30 mar. 2016.

SOUZA, E. A. de. **O Treinamento Industrial e a Gerência de Riscos** – Uma proposta de instrução programada. 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/75931/101548.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 02 mar. 2016.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios de Tratamento Biológico e Águas Residuárias. Lodos Ativados**. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e ambiental – UFMG, 2002.

\_\_\_\_\_. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 3. ed. Minas Gerais: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2005.

**APÊNDICE A - Análise Preliminar de Risco – 1º Turno**

## APR - Análise Preliminar de Risco

Revisão: 00  
Data: 11/04/2016  
LFC

Área: Estação de Tratamento de Água e Efluentes

Função: Operador de Estações de Tratamento de Água e Efluentes					Turno: 1º Turno (07h00min às 15h00min)		
Risco	Causa	Consequência	F	S	R	CR	Recomendações
Acidentes	Animais peçonhentos	Lesões pessoais diretas	1	3	3	Trivial	Utilização dos EPI's adequados
	Armazenamento inadequado de produtos		2	2	4	Tolerável	
	Trabalho em altura	Quedas, fraturas e lesões	2	3	6	Tolerável	
Biológico	Microbiológica (Vírus, Bactérias, Protozoários, Fungos e Parasitas)	Doença contagiosa ou infecciosa	3	3	9	Moderado	Utilização de EPI's adequados para coleta de amostra
Ergonômico	Levantamento e transporte manual de peso	Inflamação da articulação, tensão ou músculo	3	2	6	Tolerável	Treinamento e conscientização Manter postura correta e equipamentos adequados para a execução do trabalho Não levantar materiais pesados sem auxílio, não flexionar a coluna ao levantar objetos.
	Repetitividade e monotonia do trabalho	stress	4	1	4	Tolerável	Ginástica laboral
	Esforço físico intenso	Distensão, torção	4	1	4	Tolerável	Treinamento e conscientização Manter postura correta e equipamentos adequados para a execução do trabalho Não levantar materiais pesados sem auxílio, não flexionar a coluna ao levantar objetos.
	Jornada de trabalho prologada; trabalho em turno	stress	2	1	2	Trivial	Ginástica laboral
Físico	Calor	Internação, insolação, câibras, exaustão, vasodilatação e outros efeitos da temperatura ambiente elevada	4	2	8	Moderado	Utilização de EPI's adequados

## APR - Análise Preliminar de Risco

Revisão: 00  
Data: 11/04/2016  
LFC

Área: Estação de Tratamento de Água e Efluentes

Função: Operador de Estações de Tratamento de Água e Efluentes						Turno: 1º Turno (07h00min às 15h00min)	
Risco	Causa	Consequência	F	S	R	CR	Recomendações
Físico	Frio	Congelamento, vasoconstrição, hipotermia e outros efeitos da exposição a baixas temperaturas	4	2	8	Moderado	Utilização de EPI's adequados
	Umidade	Doença contagiosa ou infecciosa	2	1	2	Trivial	Utilização de EPI's adequados
	Ruído	Perda ou redução auditiva (temporária ou permanente)	2	1	2	Trivial	Utilização de EPI's adequados
		Stress	2	1	2	Trivial	Utilização de EPI's adequados
	Exposição a radiação não ionizante (sol)	Queimadura (efeito térmico), lesão imediata da retina	3	3	9	Moderado	Fornecimento de proteção contra a exposição ao sol; Fornecimento de cremes cutâneos contendo fatores de proteção contra raios ultravioleta A e B (de acordo com o PCMSO)
Químico	Exposição a produtos químicos	Intoxicação, queimadura química, dermatose	4	2	8	Moderado	Utilização dos EPI's adequados para manuseio com produtos químicos
	Poeiras, Fumos, Névoas, Neblinas Gases, Vapores	Pneumoconiose, intoxicação ou efeitos locais (queimadura química)	4	2	8	Moderado	Utilização de EPI's adequados

**APÊNDICE B - Análise Preliminar de Risco – 2º Turno**

## APR - Análise Preliminar de Risco

pág.1  
Revisão: 00  
Data: 11/04/2016  
LFC

Área: Estação de Tratamento de Água e Efluentes

Função: Operador de Estações de Tratamento de Água e Efluentes						Turno: 2º Turno (15h00min às 23h00min)	
Risco	Causa	Consequência	F	S	R	CR	Recomendações
Acidentes	Animais peçonhentos	Lesões pessoais diretas	3	3	9	Moderado	Utilizar os EPI's adequados Dedetização e desinsetização no local
	Armazenamento inadequado de produtos	Lesões pessoais diretas	2	2	4	Trivial	Utilizar os EPI's adequados Manusear corretamente os produtos
	Trabalho em altura	Quedas, fraturas e lesões	2	3	6	Trivial	Utilizar os EPI's adequados para trabalho em altura Treinamento e conscientização
Biológico	Microbiológica (Vírus, Bactérias, Protozoários, Fungos e Parasitas)	Doença contagiosa ou infecciosa	3	3	9	Moderado	Utilizar os EPI's adequados para coleta de amostra
Ergonômico	Levantamento e transporte manual de peso	Inflamação da articulação, tensão ou músculo	3	2	6	Trivial	Treinamento e conscientização Manter postura correta e equipamentos adequados para a execução do trabalho Não levantar materiais pesados sem auxílio, não flexionar a coluna ao levantar objetos
	Repetitividade e monotonia do trabalho	Stress	4	1	4	Tolerável	Ginástica laboral Pausa para descanso
	Esforço físico intenso	Distensão, torção	4	1	4	Tolerável	Treinamento e conscientização Manter postura correta e equipamentos adequados para a execução do trabalho Não levantar materiais pesados sem auxílio, não flexionar a coluna ao levantar objetos
	Jornada de trabalho prolongada; trabalho em turno	Stress	2	1	2	Trivial	Ginástica laboral Pausa para descanso
Físico	Calor	Intonação, insolação, câibras, exaustão, vasodilatação e outros efeitos da temperatura ambiente elevada	4	2	8	Moderado	Utilizar os EPI's adequados

## APR - Análise Preliminar de Risco

pág.2  
Revisão: 00  
Data: 11/04/2016  
LFC

**Área:** Estação de Tratamento de Água e Efluentes

Função: Operador de Estações de Tratamento de Água e Efluentes						Turno: 2º Turno (15h00min às 23h00min)	
Risco	Causa	Consequência	F	S	R	CR	Recomendações
Físico	Frio	Congelamento, vasoconstrição, hipotermia e outros efeitos da exposição a baixas temperaturas	4	2	8	Moderado	Utilizar os EPI's adequados
	Umidade	Doença contagiosa ou infecciosa	2	1	2	Trivial	Utilizar os EPI's adequados
	Ruído	Perda ou redução auditiva (temporária ou permanente)	2	1	2	Trivial	Utilizar os EPI's adequados
		Stress	2	1	2	Trivial	Utilizar os EPI's adequados
	Exposição à radiação não ionizante (sol)	Queimadura (efeito térmico), lesão imediata da retina	3	3	9	Moderado	Proteção coletiva contra a exposição ao sol; Proteção com cremes cutâneos contendo fatores de proteção contra raios ultravioleta A e B (de acordo com o PCMSO)
Químico	Exposição a produtos químicos	Intoxicação, queimadura química, dermatose	4	2	8	Moderado	Utilizar os EPI's adequados para manuseio com produtos químicos
	Poeiras, Fumos, Névoas, Neblinas Gases, Vapores	Pneumoconiose, intoxicação ou efeitos locais (queimadura química)	4	2	8	Moderado	Utilizar os EPI's adequados

**APÊNDICE C - Análise Preliminar de Risco – 3º Turno**

## APR - Análise Preliminar de Risco

pág.1  
Revisão: 00  
Data: 11/04/2016  
LFC

Área: Estação de Tratamento de Água e Efluentes

Função: Operador de Estações de Tratamento de Água e Efluentes						Turno: 3º Turno (23h00min às 07h00min)	
Risco	Causa	Consequência	F	S	R	CR	Recomendações
Acidentes	Animais peçonhentos	Lesões pessoais diretas	3	3	9	Moderado	Utilizar os EPI's adequados Dedetização e desinsetização no local
	Armazenamento inadequado de produtos	Lesões pessoais diretas	2	2	4	Tolerável	Utilizar os EPI's adequados Manusear corretamente os produtos
	Trabalho em altura	Quedas, fraturas e lesões	2	3	6	Tolerável	Utilizar os EPI's adequados para trabalho em altura Treinamento e conscientização
Biológico	Microbiológica (Vírus, Bactérias, Protozoários, Fungos e Parasitas)	Doença contagiosa ou infecciosa	3	3	9	Moderado	Utilizar os EPI's adequados para coleta de amostra
Ergonômico	Levantamento e transporte manual de peso	Inflamação da articulação, tensão ou músculo	3	2	6	Tolerável	Treinamento e conscientização Manter postura correta e equipamentos adequados para a execução do trabalho Não levantar materiais pesados sem auxílio, não flexionar a coluna ao levantar objetos
	Repetitividade e monotonia do trabalho	Stress	4	1	4	Tolerável	Ginástica laboral Pausa para descanso
	Esforço físico intenso	Distensão, torção	4	1	4	Tolerável	Treinamento e conscientização Manter postura correta e equipamentos adequados para a execução do trabalho Não levantar materiais pesados sem auxílio, não flexionar a coluna ao levantar objetos
	Jornada de trabalho prolongada; trabalho em turno	Stress	2	1	2	Trivial	Ginástica laboral Pausa para descanso
Físico	Calor	Internação, insolação, câibras, exaustão, vasodilatação e outros efeitos da temperatura ambiente elevada	3	1	3	Trivial	Utilizar os EPI's adequados

## APR - Análise Preliminar de Risco

pág.2  
Revisão: 00  
Data: 11/04/2016  
LFC

Área: Estação de Tratamento de Água e Efluentes

Função: Operador de Estações de Tratamento de Água e Efluentes						Turno: 3º Turno (23h00min às 07h00min)	
Risco	Causa	Consequência	F	S	R	CR	Recomendações
Físico	Frio	Congelamento, vasoconstrição, hipotermia e outros efeitos da exposição a baixas temperaturas	4	2	8	Moderado	Utilizar os EPI's adequados
	Umidade	Doença contagiosa ou infecciosa	2	1	2	Trivial	Utilizar os EPI's adequados
	Ruído	Perda ou redução auditiva (temporária ou permanente)	2	1	2	Trivial	Utilizar os EPI's adequados
		Stress	2	1	2	Trivial	Utilizar os EPI's adequados
	Exposição à radiação não ionizante (sol)	Queimadura (efeito térmico), lesão imediata da retina	2	2	4	Tolerável	Proteção coletiva contra a exposição ao sol; Proteção com cremes cutâneos contendo fatores de proteção contra raios ultravioleta A e B (de acordo com o PCMSO)
Químico	Exposição a produtos químicos	Intoxicação, queimadura química, dermatose	4	2	8	Moderado	Utilizar os EPI's adequados para manuseio com produtos químicos
	Poeiras, Fumos, Névoas, Neblinas Gases, Vapores	Pneumoconiose, intoxicação ou efeitos locais (queimadura química)	4	2	8	Moderado	Utilizar os EPI's adequados