

EVERTON GOMES DE SOUZA

ANÁLISE DE GESTÃO DE RISCOS EM UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
ÁGUA

São Paulo

2021

EVERTON GOMES DE SOUZA

ANÁLISE DE GESTÃO DE RISCOS EM UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
ÁGUA

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

São Paulo
2021

Dedico este trabalho aos meus pais,
Lauro Célio de Souza e Angela Maria
Gomes de Souza, minha esposa Bruna e
meus filhos Maria Eduarda e Pedro
Henrique Bergl de Souza.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e por me proporcionar a realização de um sonho e permanecer firme nos momentos difíceis, me dando força para continuar.

Aos meus pais por serem meu alicerce e incentivo aos estudos.

A minha esposa e meus filhos pelo amor, motivação e compreensão durante os estudos.

A meu irmão e minhas irmãs por serem meus exemplos.

A todos professores e funcionários desta renomada instituição pelos ensinamentos e cordialidade através do PECE e IMAD.

Aos membros da LACASEMIN POLI – USP, pelo suporte e atendimento cordial.

E a todos amigos que participaram diretamente e indiretamente no decorrer de todo curso e em especial na execução deste trabalho.

“Viva como se fosse morrer amanhã.
Aprenda como se fosse viver para sempre”
(Mahatma Gandhi)

RESUMO

Este trabalho visa demonstrar a importância e aplicabilidade da Análise Preliminar de Riscos (APR) e a importância da gestão de riscos encontrados na operação de uma Estação de Tratamento de Água (ETA). O objetivo deste estudo foi a análise do descarregamento e armazenamento de produtos químicos, sua manipulação e aplicação no processo do tratamento de água, identificado os riscos ocupacionais dos operadores neste processo e o risco ambiental oriundos desta atividade. A análise e associação dos processos integrados aos riscos observados, poderá servir à mitigação ou eliminação dos mesmos, e também como subsídio para o aprimoramento, antecipação e reconhecimento nos projetos de novas unidades de tratamento. Por se tratar de um produto vital para a manutenção da vida, há diversas estações semelhantes ao presente estudo espalhados em todo território nacional e no mundo todo. Os riscos oriundos de manipulação dos produtos químicos com seus riscos inerentes aos processos no tratamento de água apresentado, bem como as tecnologias empregados ao manuseio estão pautados nas legislações vigentes pertinentes. Para realização das análises, foram realizadas visitas e acompanhamentos de todo processo de tratamento focando nos riscos inerentes ao descarregamento dos produtos químicos utilizados no tratamento, sendo assim possível visualizar a aplicação da APR detalhada de todo processo fundamentada na Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) dos produtos, normas nacionais e internacionais e estudos inerentes ao processo estudado, permitindo a unidade visualizar e aprimorar seus processos no aprimoramento e minimização dos riscos das atividades analisadas.

Palavras-chave: ETA, Análise Preliminar de Risco, Gestão de Risco, Produtos Químicos

ABSTRACT

This study aims to demonstrate the importance and applicability of the Preliminary Risk Analysis (PRA) and the importance of risk management found in the operation of a Water Treatment Plant (WTP). The objective of this study was to analyze the discharge and storage of Chemical products, their handling and application in the water treatment process, identifying the occupational risks of operator in this process and the environmental risk arising from this activity. The analysis and association of the integrated processes with the observed risks, may serve to mitigate or eliminate them, and also as a subsidy for the improvement, anticipation and recognition in the projects of new treatment units. As it is a vital product for the maintenance of life, there are several stations similar to the presente study spread throughout the national territory and worldwide. The risks arising from the handling of Chemical products whith their inherent risks in the water treatment processes presented, as well as the Technologies used for handling them are based on the relevant legislation in force. In order to carry out the analyzes, visits and monitoring of the entire treatment process were carried out, focusing on the risks inherent to the discharge of the chemicals used in the treatment, thus making it possible to visualize the application of the detailed PRA of the entire process based the Chemical Safety Information Sheet (CSIS) of product, national na international standads and studies inheret to the studied process, allowing the unit visualize and improve its processes in the improvement and minimization of the risks of the activities analyzed.

Keyword: WTP, Preliminary Risks Analysis, Risk Management, Chemicals

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Distribuição de Água Doce.....	16
Figura 2 - Etapas do processo de tratamento de água	20
Figura 3 - Ciclo PDCA.....	24
Figura 4 - Diagrama de Hommel - Hipoclorito de Sódio	27
Figura 5 - Imagem Aérea da Estação de Tratamento de Água	34
Figura 6 - Simulador de Filtração	35
Figura 7 - Silos de Hipoclorito de Sódio	36
Figura 8 - Baia de Descarregamento de Produtos Químicos – Vista Interna	37
Figura 9 - Baia de Descarregamento de Produtos Químicos – Vista Lateral	38
Figura 10 - Caminhão Estacionando na Baia de Descarregamento.....	38
Figura 11 - Bombas do Caminhão e da Baia de Descarregamento	39
Figura 12 - Tubulações da Baia de Descarregamento	40
Figura 13 - Silos de Armazenamento	41
Figura 14 - EPC - Chuveiro e Lava Olhos	43
Figura 15 - Coleta de Amostra de Hipoclorito de Sódio	45
Figura 16 - Pórtico para Trabalho em Altura sobre Caminhão	46
Figura 17 - Painel Elétrico	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Associação entre o uso da água e os requisitos de qualidade.....	17
Tabela 2 - Classificação dos Riscos.....	22
Tabela 3 - Planilha de Análise de Risco.....	25
Tabela 4 - Modelo de Planilha Análise Preliminar de Riscos	29
Tabela 5 - Categoria de Severidade dos Cenários da APR	30
Tabela 6 - Categoria de Frequência dos Cenários da APR	31
Tabela 7 - Matriz de Classificação de Riscos Usada na APR	31
Tabela 8 - Definição de Aceitabilidade dos Riscos.....	32
Tabela 9 - Cores de Tubulações	40
Tabela 10 - APR Descarregamento de Hipoclorito de Sódio	44
Tabela 11 - Análise Preliminar de Risco – APR (Revisada).....	48
Tabela 12 - Comparativo Categorias Gravidade, Frequência e Risco APR	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
APR	Análise Preliminar de Risco
AR	Análise de Risco
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ETA	Estação de Tratamento de Água
FISPQ	Ficha de Segurança de Produto Químico
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LT	Limite de Tolerância
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
NBR	Norma Brasileira
NR	Normas Regulamentadoras
OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment Series</i>
PCMSO	Programa de Controle de Saúde Médico Ocupacional
PDCA	<i>Plan Do Check Act</i>
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
PV	Poço de Visita
SGSS	Sistema de Gestão de Saúde e Segurança
SST	Segurança e Saúde do Trabalho
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE SÍMBOLOS

ACID

Ácido forte

ALK

Alcalino forte

OXY

Oxidante forte

pH

potencial hidrogeniônico



Radioativo



Evite o uso de água

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVO	14
1.2 JUSTIFICATIVA	14
2. REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 ÁGUA	16
2.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	19
2.3 ETAPAS DO TRATAMENTO DE ÁGUA	19
2.4 RISCOS	20
2.4.1 GERENCIAMENTO DE RISCOS	22
2.4.2 ANÁLISE DE RISCOS	25
2.5 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS	29
3. MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1 ESTUDO DE CASO	33
3.2 DESCARREGAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO DESCARREGAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS	42
4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS	49
4.2.1 RESULTADOS APR - I	49
4.2.2 RESULTADOS APR - REVISADA	50
5. CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS	52

1. INTRODUÇÃO

A ABNT (2009) define que 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.

A partir de 1960, as Indústrias, de maneira geral, em específico a Indústria Química sofreu uma expansão muito rápida, resultando em grandes mudanças em seus processos. Entretanto, com a evolução humana, foram desenvolvidas ferramentas metodológicas para conhecer os perigos inerentes as atividades e 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 para uma filosofia de preservação.

De acordo ABNT (2009), neste sentido 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, 2009).

Os acidentes, que provocam ou não lesão ao 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, renovação de mão de obra, elevação dos prêmios de seguro de acidente e moral dos trabalhadores afetada. Inserido neste contexto, surge a oportunidade de identificação dos perigos e riscos inerentes às atividades realizadas em Estações de Tratamento de Água (ETA).

1.1 OBJETIVO

Avaliar a aplicabilidade da ferramenta de análise preliminar de risco ao processo de descarregamento de produtos químicos na Estação de Tratamento de Água.

Verificação dos processos de acordo com as normas pertinentes de Saúde e Segurança do Trabalho (SST).

1.2 JUSTIFICATIVA

À preservação da saúde e a integridade dos trabalhadores, é de suma importância, assim a elaboração e implementação de um programa de prevenção de riscos, afim de avaliar os riscos nos processos de Estação de Tratamento de Água, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência (BRASIL, 2015).

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 (OSHAS,2007).

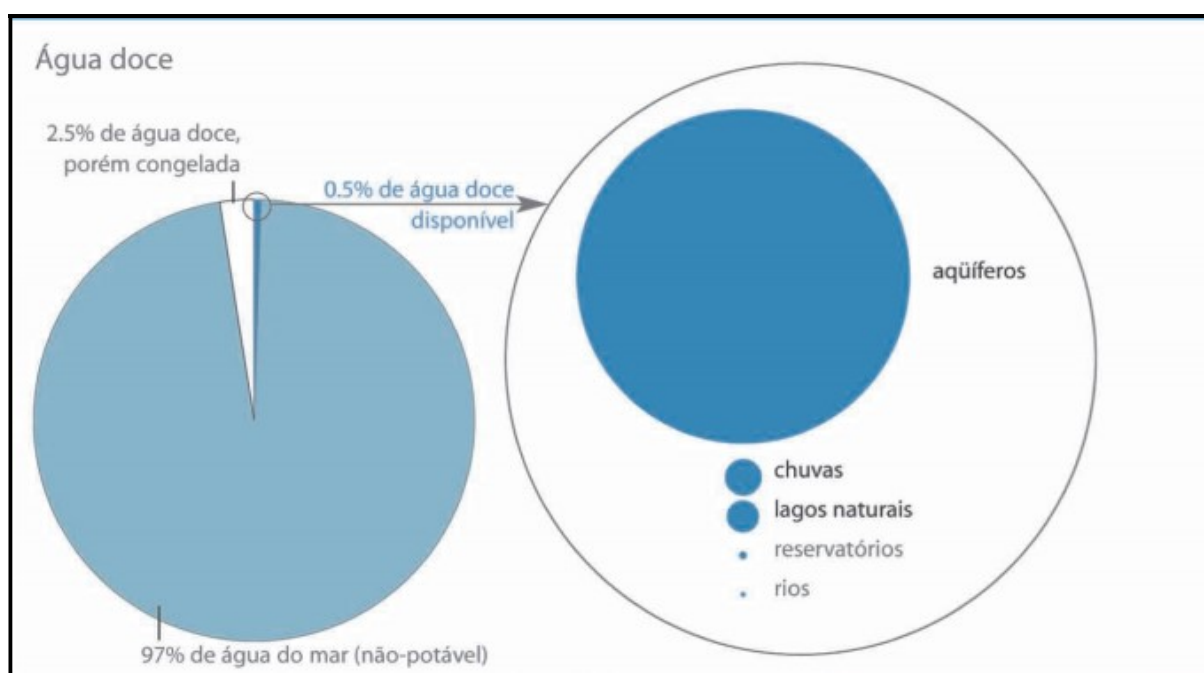
Constituindo-se principalmente através de uma avaliação metódica, quantitativa e/ou qualitativa de uma atividade com o intuito de determinar a probabilidade de ocorrer um dano, juntamente com a sua severidade, assegurando, para tanto, a saúde humana e a proteção ambiental.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ÁGUA

De acordo com ANA (2009), a situação da água doce equivale a 3% de toda água no mundo, sendo o restante constituídas por água do mar e não potável – 97%, dos 3% mais de 2,5% está congelada e não disponível para o consumo humano, sendo assim 0,5% disponível para o ecossistema e todas as necessidades do homem, conforme representado na Figura 1.

Figura 1 - Distribuição de Água Doce



Fonte: CEBDS – ANA, 2009

A água é utilizada de diversas maneiras, tais como abastecimentos doméstico, abastecimento industrial, irrigação, dessedentação de animais, aquicultura, preservação da flora e da fauna, recreação e lazer, harmonia paisagística, geração de energia elétrica, diluição de despejos, dentre outros. Os requisitos de qualidade são variáveis e estão diretamente ligados a maneira que a água será empregada, com o tratamento adequado para a obtenção do nível de qualidade buscado.

A Tabela 1, demonstra o uso e seus aspectos de qualidades requerida.

Tabela 1 - Associação entre o uso da água e os requisitos de qualidade

<i>Uso geral</i>	<i>Uso específico</i>	<i>Qualidade Requerida</i>
Abastecimento doméstico de água	Consumo humano, higiene pessoal e usos domésticos	Isentas de substâncias químicas prejudiciais à saúde Adequada para serviços Domésticos Baixa agressividade e dureza Esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor; ausência de micro e macro organismos)
Abastecimento industrial	A água não entra em contato com o produto (refrigeração, caldeira, etc.)	Baixa agressividade e dureza
	A água entra em contato com o produto	Variável com o produto
	A água é incorporada ao produto (alimentos, bebida, etc.)	Isenta de substâncias químicas e organismos patógenos Esteticamente agradável
Irrigação	Hortaliças, produtos ingeridos crus ou com casca	Isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde Salinidade não excessiva
	Demais culturas	Isenta de substâncias químicas prejudiciais ao solo e às plantações Salinidade não excessiva
Dessedentação de animais	-----	Isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde dos animais

Preservação da fauna e da flora	-----	Variável com os requisitos ambientais da fauna e da flora que se deseja preservar
Recreação de lazer	Contato primário (contato direto com o meio líquido)	Isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde Baixos teores de sólidos em suspensão, óleos e graxas
	Contato secundário (não há contato direto com o meio líquido)	Aparência agradável
Geração de energia	Usinas hidrelétricas	Baixa dureza
	Usinas nucleares ou termelétricas	-----
Diluição de despejos	-----	-----
Transporte	-----	Baixa presença de material grosseiro que possa colocar em risco as embarcações
Aquicultura	-----	Presença de nutrientes e qualidade compatível com as exigências das espécies a serem cultivadas
Paisagismo e manutenção da umidade do ar e da estabilidade do clima	Estética e conforto térmico	-----

Fonte: Barros (1995)

A água empregada nas indústrias 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 (DI BERNARDO 2005).

O homem precisa da água com qualidade satisfatória e quantidade suficiente, para satisfazer suas necessidades de alimentação, higiene e outras, sendo um princípio considerar a quantidade de água, do ponto de vista sanitário, de grande importância no controle e na prevenção de doenças. Desta forma, são variáveis, também, as formas de tratamento, as quais condicionam a obtenção do nível de qualidade buscado.

2.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A Estação de Tratamento de Água (ETA) é a unidade do sistema de abastecimento de água responsável pelo enquadramento da água a ser fornecida para a população nos padrões de potabilidade adequados as legislações vigentes (SOUZA, 2007).

Segundo Di Bernardo, (2005) a ETA é a instalação onde se localiza os equipamentos destinados a realizar o tratamento da água, funcionando através de um conjunto de procedimentos físicos e químicos aplicados a água para a sua descontaminação.

Conforme Hassegawa (2007), uma estação de tratamento de água, vale-se de métodos de tratamento, baseados em princípios físico-químicos e que podem assumir diversas complexidades, das mais simples às mais complexas, dependendo essencialmente da qualidade da água bruta a ser tratada e da finalidade que será empregada.

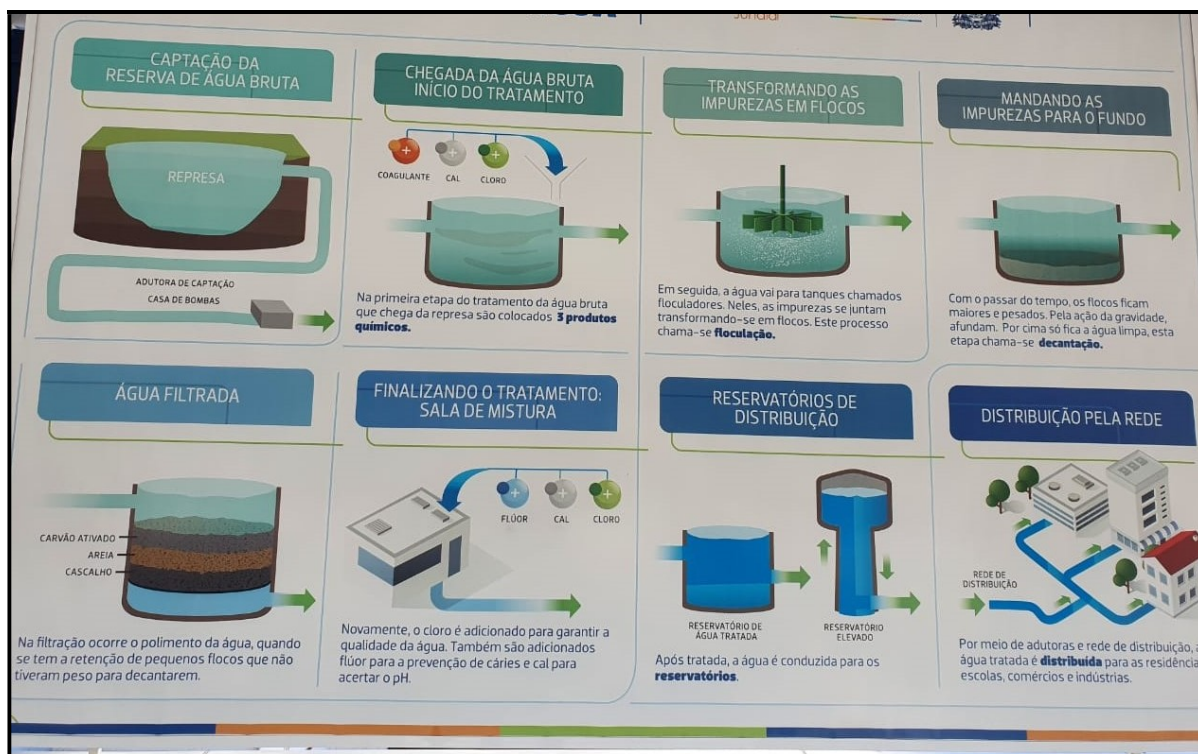
2.3 ETAPAS DO TRATAMENTO DE ÁGUA

As etapas do tratamento de água 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.

Através da Figura 2 é possível verificar as principais etapas do tratamento de água.

Figura 2 - Etapas do processo de tratamento de água



Fonte: Arquivo pessoal, 2020

2.4 RISCOS

Em todas as atividades do cotidiano das empresas, os trabalhadores estão expostos aos riscos e suas respectivas intensidades, que decorrem de fatores intrínsecos nas operações, tais como a tecnologia adotada, os insumos utilizados, e também o próprio projeto de trabalho, ou na inexistência dele.

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.

Na definição da OHSAS 18001 e BS 8800, risco é a combinação da probabilidade de ocorrência de um evento perigoso ou exposição com a gravidade da lesão ou doença que pode ser causada pelo evento ou exposição; efeito da incerteza sobre os objetivos (ISO 31000), medido através da combinação das consequências de um evento e suas probabilidades (AS/NZS 4360).

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.

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 (MENDONÇA, 2009).

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).

Conforme Brasil (2014), estabelece através das Normas Regulamentadoras (NR) a organização tem que elaborar e implementar um Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) – NR 09. O PPRA visa a preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores por meio da antecipação, reconhecimento, avaliação e consequente 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.

Parte de um campo mais amplo das iniciativas da organização o PPRA deve estar articulado com o disposto no Programa de Saúde Médico Ocupacional (PCMSO) – NR – 07. 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, 2019).

Consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes no ambiente de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador (BRASIL, 2019).

A Tabela 2 demonstra a classificação dos riscos conforme a NR 09.

Tabela 2 - Classificação dos Riscos

<i>FÍSICOS</i>	<i>QUÍMICOS</i>	<i>BIOLÓGICOS</i>
ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, infra-som e ultra-som	poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores,	bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros

Fonte: BRASIL (2019)

2.4.1 GERENCIAMENTO DE RISCOS

O gerenciamento de riscos deve levar em consideração que, dentro de um ambiente de trabalho, seres humanos (*humanware*), informações e procedimentos de trabalho (*software*), equipamento e recursos materiais (*hardware*) são fatores integrais que podem ou não afetar a realização de um trabalho ou tarefa, sendo cada um deles separadamente por si só podem apresentar riscos aos operadores e equipamentos na realização de uma tarefa (USP, 2020).

- Operadores (*humanware*), podem ser perigosos a si mesmo e aos outros em um ambiente de trabalho devido à falta de treinamento adequado, cansaço, stresse, utilização abusiva de substâncias, problemas pessoais e financeiros, entre outros, são fatores que afetam diretamente ao trabalho ótimo desejável
- Equipamentos (*hardware*), também podem apresentar riscos, mesmo quando operados da maneira conforme planejado
- Procedimentos (*software*), a falta de instruções e informações, operações inadequados, erros e procedimentos inconsistentes podem gerar riscos aos desenvolvimentos das operações.

O gerenciamento de riscos requer a identificação em tempo dos perigos associados à operação e a consequente avaliação dos riscos, antes que ocorram perdas. Os perigos devem ser então eliminados ou os riscos controlados em determinado nível para atingir o objetivo de se ter uma segurança aceitável para o sistema em estudo.

Um sistema formal permite que a gestão dos riscos esteja documentada, porém nem sempre as práticas seguem a rigor estes documentos. Apesar de sabermos que o risco gerenciado é aquele que foi mitigado até um nível tolerável, isto não quer dizer que o risco residual seja nulo, ou seja, eventos indesejáveis podem ocorrer a qualquer momento. Um sistema bem implementado, entretanto, vai permitir que os riscos sejam conhecidos e estejam controlados ao nível aceitável pela organização e pela sociedade (USP, 2020).

Gerenciamento de riscos tem como objetivo manter todos os riscos da organização abaixo dos valores tolerados, sendo necessário criar uma estrutura de gestão baseados em modelos, como o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*).

- *Plan* – Planejamento, estabelecer os objetivos e processos necessários para fornecer resultados de acordo com os requisitos do cliente e políticas da organização;
- *Do* – Desenvolvimento, implementar os processos, execução;

- *Check* – Controle, Monitorar e medir processos e produtos em relação às políticas, aos objetivos e aos requisitos para o produto e relatar os resultados;
- *Act* – Agir, executar ações para promover continuamente a melhoria do desempenho do processo.

Figura 3 - Ciclo PDCA



Fonte: Doxplan, 2019.

Essa sua estrutura compreende, após a identificação de perigos e avaliação dos riscos, a criação de instrumentos de sistema de gestão:

- Implementação de Políticas de Segurança;
- Estabelecimento de Objetivos e Metas e respectivos Indicadores de Desempenho e consequente monitoramento;
- Implantação de Planos e Programas;
- Determinação de autoridades e responsabilidades;
- Criação de Plano de Emergência;
- Criação de sistema de inspeção e auditoria;

2.4.2 ANÁLISE DE RISCOS

Análise de Risco é a compreensão profunda e compartilhada dos riscos em termos de causas, consequências ou efeitos, probabilidades relacionadas às causas, gravidades também chamadas de severidades ou magnitudes ou amplitudes, e são relacionadas às consequências (USP, 2020).

Conforme USP (2020), o principal objetivo da análise de riscos é a redução do risco e para que isso ocorra deve-se utilizar uma metodologia adaptável às circunstâncias e aos resultados esperados. Quanto maior o conhecimento dessas circunstâncias, maior será a probabilidade de obtenção de resultados confiáveis.

Tabela 3 - Planilha de Análise de Risco

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

Fonte: Amorim, 2010

O formulário para registro da identificação de perigos e análise dos riscos geralmente contém as seguintes colunas:

- Atividade ou processo;
- Perigo;
- Causas;
- Meios de controles existentes;
- Pessoas sujeitas a riscos;
- Danos;
- Probabilidade do dano;
- Gravidade do dano;
- Níveis de risco;
- Ações de melhoria a serem tomadas.

O resultado de uma avaliação deve ser um inventário de ações, em ordem de prioridade, para recomendar, manter ou melhorar os controles. Esses devem ser escolhidos levando em consideração:

- a) Eliminação, se possível, dos perigos, ou o controle do risco na fonte (prevenção e segurança intrínseca);
- b) Redução do risco;
- c) Adaptação da tarefa ou processo;
- d) Melhoria tecnológica;
- e) Medidas de proteção das pessoas ou do meio ambiente;
- f) Manutenção primitiva ou preventiva;
- g) Medidas de emergência;
- h) Indicadores proativos para monitorar a conformidade com os controles.

Ainda conforme a USP (2020), as informações necessárias para uma identificação e avaliação geralmente incluem:

- a) Fluxos de atividades e/ou processos (diagrama de blocos, fluxogramas de processo, procedimentos);
- b) Implantações ("layouts", desenho de máquinas, plantas baixas, etc.);
- c) Listas de matérias-primas, subprodutos, produtos, efluentes, emissões, resíduos e respectivas fichas de segurança;
- d) Tarefas executadas com duração e frequência;
- e) Pessoal envolvido (normal, ocasional, manutenção);
- f) Treinamentos recebidos;
- g) Utilidades empregadas;
- h) Forma física das substâncias utilizadas;
- i) Requisitos de regulamentações e normas internas;
- j) Controles em uso;
- k) Planos de emergência existentes;
- l) Monitoramento (contínuo; ocasional; pontual);
- m) Inspeções de segurança e de meio ambiente realizadas.

A utilização das Fichas de Segurança de Produtos Químicos (FISPQS), constitui-se em uma maneira para a manipulação dos produtos químicos, pois nela contém todas as informações e características de proteção de segurança e meio ambiente, proteção individual, instruções de manuseio e as precauções com o meio ambiente.

Figura 4 - Diagrama de Hommel - Hipoclorito de Sódio



Fonte: Adaptado FISPQ Hipoclorito de Sódio, Carbocloro 2018

Para uma classificação mais detalhada e de fácil identificação e detalhamento, utiliza-se o Diagrama de Hommel da *National Fire Protection Association* (NFPA) uma simbologia bastante aplicada em vários países, no entanto sem obrigatoriedade CETESB (2021).

Identificação e representação do Diagrama de Hommel:

Vermelho – Risco a Inflamabilidade

- 4 - Gases inflamáveis, líquidos muito voláteis, materiais pirotécnicos
- 3 - Produtos que entram em ignição a temperatura ambiente
- 2 - Produtos que entram em ignição quando aquecidos moderadamente
- 1 - Produtos que precisam ser aquecidos para entrar em ignição
- 0 – Produtos que não queimam

Azul – Risco de Perigo à Saúde

- 4 - Produto Letal
- 3 - Produto severamente perigoso
- 2 - Produto moderadamente perigoso
- 1 - Produto levemente perigoso
- 0 - Produto não perigoso ou de risco mínimo

Amarelo – Reatividade

- 4 - Capaz de detonação ou decomposição com explosão a temperatura ambiente
- 3 - Capaz de detonação ou decomposição com explosão quando exposto a fonte de energia severa
- 2 - Reação química violenta possível quando exposto a temperaturas e/ou pressões elevadas
- 1 - Normalmente estável, porém pode se tornar instável quando aquecido
- 0 - Normalmente estável

Branco – Riscos Especiais

- OXY Oxidante forte
- ACID Ácido forte
- ALK Alcalino forte
-  Evite o uso de água
-  Radioativo

2.5 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

A Análise de Preliminar de Riscos (APR) consiste em um método de análise para identificar os perigos e riscos em cada etapa de um processo, suas causas, danos, categoria de frequência, gravidade e risco, englobando um plano e ação com responsáveis através de prazos estabelecidos e determinar os meios de controle. Sendo preliminar, por se tratar como primeira abordagem da etapa do processo o objeto de estudo e determinar procedimentos de controles (MAIA, 2014).

Tabela 4 - Modelo de Planilha Análise Preliminar de Riscos

Análise Preliminar de Riscos - APR									
Área analisada:		Atividade:		Nº APR:		Folha:		Áreas envolvidas:	
Responsabilidade:		Data da elaboração:		Revisado em :					
Equipe:									
Sub-Atividade	Perigo	Dano	Causa	Categoria			Ações Recomendadas	Responsável	Prazo
				Grav.	Freq.	Risco			

Fonte: USP, 2020

Os resultados obtidos através da APR devem ser registrados em uma planilha para que os dados apresentados possam ser transformados em informações para tomar as medidas preventivas e corretivas.

A classificação das categorias de Gravidade, Frequência e Riscos, segue descrito conforme as Tabela 5 - Categoria de Severidade dos Cenários da APR, Tabela 6 Categoria Frequência dos Cenários da APR, Tabela 7 - Categoria de Cenários da APR e a Tabela 8 – Classificação dos Riscos Usadas na APR abaixo.

Tabela 5 - Categoria de Severidade dos Cenários da APR

Categoria	Denominação	Efeitos
I	Desprezível	Se a falha ocorrer não haverá degradação do sistema, nem haverá danos ou lesões às pessoas envolvidas.
II	Marginal	A falha poderá degradar o sistema de certa maneira, porém sem comprometê-lo seriamente, não causando danos às pessoas envolvidas (risco considerado como controlável); Danos irrelevantes ao meio ambiente e à comunidade externa.
III	Crítica	A falha irá causar danos consideráveis ao sistema e danos e lesões graves às pessoas envolvidas, resultando, portanto, em um risco inaceitável que irá exigir ações de prevenção e proteção imediatas; Possíveis danos ao meio ambiente devido a liberações de substâncias químicas, tóxicas ou inflamáveis, alcançando áreas externas à instalação. Pode provocar lesões de gravidade moderada na população externa ou impactos ambientais com reduzido tempo de recuperação.
IV	Catastrófica	A falha provocará uma severa degradação do sistema podendo resultar na sua perda total e causando lesões graves e mortes às pessoas envolvidas, resultando num Risco Maior que exigirá ações de prevenção e proteção imediatas. Impactos ambientais devido a liberações de substâncias químicas, tóxicas ou inflamáveis, atingindo áreas externas às instalações. Provoca mortes ou lesões graves na população externa ou impactos ao meio ambiente com tempo de recuperação elevado

Fonte: Adaptada - USP, 2020

Tabela 6 - Categoria de Frequência dos Cenários da APR

Descrição	Especificidade
Provável	Ocorre frequentemente (já experimentado).
Improvável	Pode ocorrer alguma vez durante a vida útil do item.
Altamente improvável	Pode ocorrer, mas nunca experimentado.

Fonte: USP, 2020

Tabela 7 - Matriz de Classificação de Riscos Usada na APR

NÍVEL DE RISCO	AÇÃO E CRONOGRAMA
TRIVIAL	Não é necessária nenhuma ação, e não é necessário conservar registros documentados.
ACEITÁVEL	Não são necessários controles adicionais. Devem ser feitas considerações sobre uma solução de custo mais eficaz ou melhorias que não imponham uma carga de custos adicionais. É requerido monitoramento, para assegurar que os controles sejam mantidos.
MODERADO	Devem ser feitos esforços para reduzir o risco, mas os custos de prevenção devem ser cuidadosamente medidos e limitados. As medidas para a redução do risco devem ser implementadas dentro de um período definido. Quando o risco moderado está associado a consequências altamente prejudiciais, pode ser necessária uma avaliação adicional para estabelecer mais precisamente a probabilidade do dano, como base para determinar a necessidade de melhores medidas de controle.
SUBSTANCIAL	O trabalho não deve ser iniciado até que o risco tenha sido reduzido.
	Recursos consideráveis podem ter que ser alocados para reduzir o risco. Se o risco envolve trabalho em desenvolvimento, deve ser tomada uma ação urgente.
INACEITÁVEL	O trabalho não deve ser iniciado ou continuado até que o risco tenha sido reduzido. Se não é possível reduzir o risco, mesmo com recursos ilimitados, o trabalho tem que permanecer proibido.

Fonte: USP, 2020

Tabela 8 - Definição de Aceitabilidade dos Riscos

	Levemente prejudicial	Prejudicial	Extremamente prejudicial
Altamente improvável	RISCO TRIVIAL	RISCO ACEITÁVEL	RISCO MODERADO
Improvável	RISCO ACEITÁVEL	RISCO MODERADO	RISCO SUBSTANCIAL
Provável	RISCO MODERADO	RISCO SUBSTANCIAL	RISCO INACEITÁVEL

Fonte: USP, 2020

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho utilizará a ferramenta Análise Preliminar de Riscos, de modo a avaliar de forma qualitativa a atividade de descarregamento de produtos químicos em uma Estação de Tratamento de Água, com o intuito de identificar, analisar e antecipar possíveis situações de perigos e riscos que possam ocorrer durante esta atividade.

Para melhor compreensão e abordagem ao descarregamento dos produtos químicos que serão a posteriori utilizados no tratamento de águas, será explanado neste capítulo o funcionamento da ETA e seus processos, com a APR do descarregamento de produtos químicos, objeto deste estudo.

A utilização da APR, foi de suma importância para a antecipação e avaliação preventiva dos perigos, danos e causas na atividade foco deste estudo, o descarregamento de produtos químicos em baia própria destinada a esta atividade.

Através dos levantamentos realizados através de visitas e acompanhamento das atividades foi possível avaliar de maneira qualitativa e pontual os riscos discriminados na APR e compartilhar de forma a compartilhar subsídios para controles para a mitigação dos riscos através da hierarquia de riscos.

3.1 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado em uma Estação de Tratamento de Água – Figura 5 Imagem Aérea da ETA, construída em 1969 em um município do interior de São Paulo, CNAE 36.00.6-01 – Captação, tratamento e distribuição de água, grau de risco 03, atualmente atende 95% da população. Para a água poder ser consumida, sem apresentar riscos à saúde, ou seja, tornar-se potável, ela passa pelo tratamento onde é limpa e descontaminada.

Figura 5 - Imagem Aérea da Estação de Tratamento de Água



Fonte: Arquivo Pessoal, 2020

A captação da água é realizada através de bombeamento através da casa de bombas. A vazão aproximada de tratamento da água bruta é de aproximadamente 1.700 litros por segundo.

- Entrada da água bruta, Captação da reserva de água bruta: através da casa de bombas a água bruta é captada e transportada através de adutoras até a entrada da ETA para o início do tratamento. No processo de pré-coagulação, neste momento em que água chega à ETA é adicionado o hipoclorito de sódio, cujo objetivo é permitir a retirada de metais (ferro e manganês) além da matéria orgânica.
- Coagulação: após a pré cloração é inserido o coagulante policloreto de alumínio, a faixa de pH de coagulação é de 7,00 para a melhor formação de flocos. Em seguida a água passa pelos misturadores rápidos e segue para câmara de floculação.
- Floculação: nesta etapa, a água passa por um processo lento de mistura, cujo intuito é formar flocos com as partículas de sujeira

- 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: nessa etapa, a água percorre os filtros formados de carvão, areia e pedra para as partículas resultantes da etapa anterior ficarem retidas. O processo em uma proporção menor segue ilustrado na Figura 6 – Simulador de filtração abaixo.

Figura 6 - Simulador de Filtração



Fonte: Arquivo Pessoal, 2020

- Pós alcalinização: é realizada a última correção do pH da água com Geo Cálcio, que visa evitar a corrosão das tubulações.
- Desinfecção; nesta etapa é usado hipoclorito de sódio para eliminar bactérias e vírus contidos na água. A Figura 7 – Silos de Hipoclorito de Sódio.
- Fluoretação; aplicação de ácido flúossilícico para ajudar a prevenir a formação de cárie dentária.

Figura 7 - Silos de Hipoclorito de Sódio



Fonte: Arquivo Pessoal, 2020

No que tange especificamente aos riscos do descarregamento de produtos químicos, objeto deste trabalho, foi realizado a avaliação qualitativa do processo conforme segue os procedimentos adotados para os operadores realizarem tal atividade.

3.2 DESCARREGAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS

O descarregamento de produtos químicos fica a encargo dos operadores de tratamento de água no momento da entrega. A entrega é programada pelo responsável da ETA conforme demanda, necessidade de estocagem dos produtos avaliados pelo mesmo.

A estocagem dos produtos é realizada de maneira individualizada, especificamente o hipoclorito de sódio, adicionado na fase de pré-cloração, com finalidade de prévia desinfecção e oxidação e na caixa de equalização com a finalidade de atender a norma que especifica a quantidade de cloro residual na rede de abastecimento.

Artigo 34. É obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 34)

Dessa forma trabalha-se com a quantidade máxima de estocagem possível, para que em casos de imprevistos, pela empresa fornecedora, ou mudança brusca na qualidade da água Bruta, haja estoque necessário. Para tanto trabalha-se com 3 silos de estocagem coma seguinte capacidade:

Silo 1 - 30.000 litros - Recomendação de descarregamento até 29.000 litros

Silo 2 - 30.000 litros - Recomendação de descarregamento até 29.000 litros

Silo 3 - 30.000 litros - Recomendação de descarregamento até 29.000 litros

O recebimento dos produtos químicos é realizado através de caminhões, onde ao chegar na ETA é realizado o registro através da nota fiscal do produto químico a ser recebido e realizado o registro do com os dados do caminhão.

Após liberada a entrada do caminhão o mesmo é direcionado a Baia de Descarregamento, registrado através das Figuras abaixo.

Figura 8 - Baia de Descarregamento de Produtos Químicos – Vista Interna



Fonte: Arquivo Pessoal, 2021

Figura 9 - Baía de Descarregamento de Produtos Químicos – Vista Lateral



Fonte: Arquivo Pessoal, 2021

Figura 10 - Caminhão Estacionando na Baía de Descarregamento



Fonte: Arquivo Pessoal, 2021

Antes de iniciar o descarregamento é coletada uma amostra do produto químico para verificação se o mesmo atende os parâmetros estabelecidos pela ETA e somente após esta validação que o descarregamento é iniciado.

São conectados mangotes as bombas do caminhão interligando a bomba, de transferência para os silos de armazenamentos dos produtos Figura 13 – Bombas Caminhão e Baia.

Figura 11 - Bombas do Caminhão e da Baia de Descarregamento



Fonte: Arquivo pessoal, 2021

O produto é transportado pelos dutos respectivos conforme a Figura 12 – Tubulação Produtos – Baia de Descarregamento, indicados pelas suas respectivas cores de identificação de segurança, até a entrada dos silos de armazenamento.

Sinalização de segurança através das cores das tubulações, ABNT, 2018b. Indicação conforme Tabela 9 – Cores de Tubulações abaixo.

Tabela 9 - Cores de Tubulações

CORES	TUBULAÇÃO
Amarelo	Hipoclorito de Sódio
Laranja	Ácido Fluocilissico
Marron	Cloreto Férrico
Vinho	Policloreto de Alumínio
Verde	Água

Fonte: ABNT 2018b – Adaptada

Figura 12 - Tubulações da Baía de Descarregamento



Fonte: Arquivo Pessoal, 2021

As tubulações seguem até a entrada dos silos de armazenamento conforme a Figura 13 – Silos de Armazenamento.

Figura 13 - Silos de Armazenamento



Fonte: Arquivo Pessoal, 2020

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO DESCARREGAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS

Através das visitas e diálogos com os operadores que acompanham o descarregamento de produtos químicos, em específico o hipoclorito de sódio que demanda a análise antes do descarregamento, acarretando em um risco a mais nesta atividade, o Trabalho em Altura.

Através da APR realizada na atividade de descarregamento de produtos químicos foram identificados os seguintes riscos conforme segue abaixo:

Riscos Físicos:

- Ruído proveniente das bombas e ruído do som do caminhão durante a manobra nas dependências da ETA.
- Umidade, em serviços de lavagem da baia antes e após o descarregamento dos produtos químicos

Riscos de Acidentes:

- Contusões e quedas por pelas diferenças de nível em escadas do caminhão e escadas de acesso ao laboratório
- Choques elétricos pela manipulação e acionamento de equipamentos, contato com partes elétricas desprotegidas de máquinas e equipamentos.

Riscos Químicos:

- Contato com respingo dos produtos químicos durante o descarregamento e manipulação durante as análises das amostras.

Segue relação de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), utilizados durante o descarregamento dos produtos químicos.

- Capacete com jugular;
- Óculos de segurança;
- Luvas de PVC;
- Luvas de Raspa de Couro;
- Macacão de proteção;
- Calçado de segurança;
- Botas de borracha.

Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) instalados no local – Figura 14.

- Chuveiro;
- Lavador de Olhos.

Figura 14 - EPC - Chuveiro e Lava Olhos



Fonte: Arquivo Pessoal, 2020

Tabela 10 - APR Descarregamento de Hipoclorito de Sódio

Análise Preliminar de Riscos - APR									
Área analisada: ETA – Operação		Atividade: Descarregamento de Hipoclorito de Sódio		Nº APR: 01	Folha: 01		Áreas envolvidas: Operação da ETA, Segurança do Trabalho SST, Serviços de Obras Cíveis – SOC, Sinalização SIN e Gerência de Recursos Humanos - GRH		
Responsabilidade: Operador de Tratamento de Água		Data da elaboração: 15/02/2021		Revisado em:					
Equipe: ETA, operadores de tratamento e chefia direta									
Sub-Atividade	Perigo	Dano	Causa	Categoria			Ações Recomendadas	Responsável	Prazo
				Grav.	Freq.	Risco			
Manobra Caminhão para descarregamento	Atropelamento	Lesões, morte	Má localização, Falta de Sinalização, Falta de Atenção	III	Improvável	Moderado	Melhor Sinalização Horizontal e Vertical	ETA/ SIN	30.04.21
Coleta de Amostra	Risco de Queda - Trabalho em Altura	Lesões, morte	Falta de treinamento, Não utilização dos EPC e EPI, Local para ancoragem	III	Improvável	Substancial	Pórtico para Ancoragem, Treinamento (Utilização EPI e EPC)	SST/ SOC/ GRH	31.08.21
	Contato Produto Químico	Lesões	Respingos do produto químico	III	Provável	Substancial	Utilização adequada dos EPI	ETA	30.05.21
Engate dos mangotes bomba e tubulação	Vazamento Produto Químico	Contaminação, lesões e morte	Engate inadequado, quebra de peças e rompimento dos mangotes/ tubulação, falta de atenção	IV	Altamente Improvável	Inaceitável	Manutenção, Treinamento	ETA/ SST	30.05.21
Conectar Cabos Elétricos Bombas	Choque elétrico	Lesões, morte	Conectar cabos elétricos das bombas do caminhão e da tubulação ao painel elétrico	III	Improvável	Aceitável	Estrutura e Cobertura Treinamento e sinalização	ETA/ SST/ SOC	31.05.21

Fonte: O Autor, 2020

No segundo item da APR, a coleta do produto é realizada conforme a Figura 15 – Coleta da Amostra de Hipoclorito de Sódio, onde o operador ou o motorista do caminhão sobe o tanque do caminhão para realizar a coleta. Nesta atividade o contato com o produto químico pode se dar através de respingos ou derramamento da amostra coletada.

Figura 15 - Coleta de Amostra de Hipoclorito de Sódio



Fonte: Arquivo Pessoal, 2020

Em diálogo com os operadores de tratamento, verificou-se a necessidade da instalação de um pórtico ao lado oposto da Baia de Descarregamento com a disposição de um dispositivo de proteção contra queda - trava queda retrátil para ancoragem do trabalhador durante a atividade.

Verifica-se a importância do Treinamento para a realização da atividade, bem como constar no Atestado de Saúde Ocupacional (ASO) que o mesmo está apto para a realização da atividade.

Figura 16 - Pórtico para Trabalho em Altura sobre Caminhão



Fonte: Adaptado CONECT, 2020

Após a amostra ser verificada pelo laboratório de qualidade e atendendo aos parâmetros estabelecidos, inicia-se o descarregamento do produto, da seguinte forma:

Rosqueia-se o engate rápido a tubulação amarela, no caso do hipoclorito de Sódio, após engata-se a ponta do mangote neste e a ponta oposta a bomba de descarregamento. Na entrada da bomba é acoplada outro mangote que ligará a bomba do caminhão. Apoia-se os mangotes sobre cavaletes e após é realizado a ligação das bombas no painel elétrico demonstrado na Figura 17 – Painel Elétrico.

Figura 17 - Painel Elétrico

Fonte: Arquivo Pessoal, 2020

Nota-se a oxidação da parte externa do painel, por intempérie e mesmo pela reação do contato com os produtos químicos descarregados não local.

Outro ponto de discussão para a segurança durante a operação foi a cobertura do local, que será além de uma proteção aos equipamentos, também a proteção para os operadores e motorista que realizam o descarregamento dos produtos. Também foi verificado a necessidade de um revestimento com resistência maior que o instalado, para resistir a agressividade dos produtos químicos quando em contato com a superfície da baia de descarregamento.

Para proteção dos operadores durante o descarregamento, recomenda-se que os mesmos se posicionem fora da área do descarregamento, e, se possível que que está seja protegida por um ante paro evitando assim os respingos dos produtos químicos descarregados.

Após os levantamentos efetuados durante a operação, foi realizado uma nova análise considerando a mitigação dos riscos com a adoção das medidas elencadas na APR, Tabela 10 – Análise Preliminar de Risco (Revisada).

Tabela 11 - Análise Preliminar de Risco – APR (Revisada)

Análise Preliminar de Risco - APR (Revisada)									
Área analisada: ETA - Operação		Atividade: Descarregamento de Hipoclorito de Sódio		Nº APR: 01	Folha: 01		Áreas envolvidas: SST, versão revisada após análise.		
Responsabilidade: Operador de Tratamento de Água		Data da elaboração: 15/02/2021		Revisado em: 26/02/2021					
Equipe: ETA									
Sub-Atividade	Perigo	Dano	Causa	Categoria			Ações Recomendadas	Responsável	Prazo
				Grav.	Freq.	Risco			
Manobra Caminhão para descarregamento	Atropelamento	Lesões	Má localização, Falta de Sinalização, Falta de Atenção	I	Improvável	Aceitável	Manutenção, Treinamento	ETA/ SST	
Coleta de Amostra	Risco de Queda - Trabalho em Altura	Lesões, morte	Falta de treinamento, não utilização dos EPC e EPI	II	Improvável	Moderado	Treinamento (utilização EPI e EPC)	SST	
	Contato Produto Químico	Lesões	Respingos do produto químico	III	Provável	Substancial	Treinamento e Utilização EPI	SST	
Engate dos mangotes bomba e tubulação	Vazamento Produto Químico	Contaminação, lesões e morte	Engate inadequado, quebra de peças e rompimento dos mangotes/ tubulação, falta de atenção	III	Provável	Aceitável	Manutenção, Treinamento	ETA/ SST	
Conectar Cabos Elétricos Bombas	Choque elétrico	Lesões, morte	Conectar cabos elétricos das bombas do caminhão e da tubulação ao painel elétrico	I	Improvável	Aceitável	Treinamento Contínuo	ETA/ SST	

Fonte: O Autor, 2021

4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Verifica-se através do comparativo entre as duas APR realizadas – Tabela 12, que a ação realizada foi assertiva na avaliação realizada para a mitigação dos riscos. A facilidade na aplicação da ferramenta na avaliação qualitativa dos riscos foi de suma importância para alcançar os resultados.

Recomenda-se que seja realizado as avaliações quantitativas dos produtos químicos e seus limites de tolerância (LT) encontrados no Anexo - 11 da NR 15 e nas normas internacionais, ACGIH.

Tabela 12 - Comparativo Categorias Gravidade, Frequência e Risco APR

APR – I			APR - REVISADA		
Categoria			Categoria		
Gravidade	Frequência	Risco	Gravidade	Frequência	Risco
III	Improvável	Moderado	I	Improvável	Aceitável
III	Improvável	Substancial	II	Improvável	Moderado
III	Provável	Substancial	III	Provável	Substancial
IV	Altamente Improvável	Inaceitável	III	Altamente Improvável	Aceitável
III	Improvável	Aceitável	I	Improvável	Aceitável

Fonte: o Autor, 2021

4.2.1 RESULTADOS APR - I

Verifica-se através dos dados que após as medidas apresentadas é possível reduzir a gravidade das atividades analisadas, onde na primeira APR 80% dos dados estão com gravidade avaliada com III – Crítica, ou seja, podem causar danos consideráveis e lesões as pessoas envolvidas, exigindo prevenção e proteções imediatas. Possíveis danos ao meio ambiente devido a liberações de substâncias químicas, tóxicas ou inflamáveis, alcançando áreas externas à instalação. Pode

provocar lesões de gravidade moderada na população externa ou impactos ambientais com reduzido tempo de recuperação, USP 2020.

Os demais 20% caracterizados como IV – Catastrófico, ou seja, a falha provocará uma severa degradação do sistema podendo resultar na sua perda total e causando lesões graves e mortes às pessoas envolvidas, resultando num risco maior que exigirá ações de prevenção e proteção imediatas. Impactos ambientais devido a liberações de substâncias químicas, tóxicas ou inflamáveis, atingindo áreas externas às instalações. Provoca mortes ou lesões graves na população externa ou impactos ao meio ambiente com tempo de recuperação elevado, USP 2020.

4.2.2 RESULTADOS APR - REVISADA

Após as ações recomendadas se obteve 40% da gravidade classificada como I – Desprezível, ou seja, se a falha ocorrer não haverá degradação do sistema, nem haverá danos ou lesões às pessoas envolvidas, avaliado em um grande ganho para a prevenção á saúde dos envolvidos na atividade.

Foi avaliado e classificado 20% como categoria II – Marginal, ou seja, que a falha poderá degradar o sistema de certa maneira, porém sem comprometê-lo seriamente, não causando danos às pessoas envolvidas, o risco é considerado como controlável. Os danos são considerados irrelevantes ao meio ambiente e à comunidade externa.

Os demais 40% classificados como categoria III, sendo que em um dos itens, 20% a melhora em comparação a primeira APR classificada como catastrófica.

5. CONCLUSÕES

A partir dos dados apresentados, verificou-se a importância da utilização da Análise Preliminar de Risco (APR) como ferramenta de gestão de riscos, onde foi possível identificar de maneira minuciosa cada etapa da atividade objeto do estudo, o descarregamento de produtos químicos, podendo de maneira preventiva minimizar a gravidade dos riscos aos trabalhadores envolvidos na atividade e ao meio ambiente.

Conclui-se que os objetivos do estudo foram alcançados, com validação da APR como uma ferramenta de gestão de riscos na Estação de Tratamento de Água.

Como mostrou-se eficiente a utilização da APR neste processo, recomenda-se na busca da melhoria contínua a utilização da ferramenta em demais atividades críticas no processo de tratamento de água.

REFERÊNCIAS

ACGIH, AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIALS HYGIENISTS. **TLVs® and BEIs®: Baseados na “Documentação” dos Limites de Exposição Ocupacional (TLVs®) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos & Índices Biológicos de Exposição (BEIs®)**. Tradução Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais (ABHO). São Paulo, 2016.

ANA, Agência Nacional de Águas, CEBDS, Conselho Empresarial Brasileiro de Desenvolvimento Sustentável. **Fatos e tendências – Água**. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/fatosetendencias/edicao_2.pdf> Acesso em: 14 de fev. de 20121

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 45001:2018 Sistemas de Gestão de Saúde e Segurança do Trabalho** – Requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 7195:2018 Cores para segurança**. Rio de Janeiro, 2018b.

BRASIL. 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: <https://sit.trabalho.gov.br/portal/images/SST/SST_normas_regulamentadoras/NR-09-atualizada-2019.pdf> Acesso em: 15 de fev. de 2021

_____. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. **NR 15. Atividades e Operações Insalubres**. Portaria MTE nº 1471, de setembro de 2014. Disponível em:

<https://sit.trabalho.gov.br/portal/images/SST/SST_normas_regulamentadoras/NR-15-atualizada-2019.pdf> Acesso em: 18 de fev. de 2021

BRASIL, MINISTÉRIO DE ESTADO DA SAÚDE - PRT MS/GM 2914/2011 – Disponível em: <<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/MatrizesConsolidacao/comum/5727.html>> Acesso em: 27 de fev. 2021

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: 14 fev. 2021.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Diamante de Hommel**. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/aspectos-gerais/simbologia/diamante-de-hommel/>>. Acesso em: 22 de fev. 2021

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

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

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

BARROS, R. T. de V.(Ed.) et al. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221 p.

FAGUNDES, J. M. **Saúde de trabalhadores em estações de tratamento de água: riscos químicos**. estudo de caso/José Moisés Fagundes – Rio de Janeiro. 2006. 161 p.

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: 14 de fev. 2021.

MAIA, A. L. M. **Análise preliminar de riscos em uma obra de construção civil**. 69p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unp.br/index.php/tecinfo/article/view/892> Acesso em: 18 de fev. 2021.

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: <https://www.cin.ufpe.br/~tg/2009-2/afm4.pdf> Acesso em: 15 de fev. 2021.

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

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

SOUZA, Walterler Alves de. **Tratamento de água**. Natal : CEFET/RN, 2007. 152 p.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica Programa de Educação Continuada. **Gerência de riscos**. Epusp- EAD/ PECE, 2020. 273p.