

# Identificação dos riscos químicos inerentes à saúde e segurança do trabalho dos operadores de uma estação de tratamento de água no sul-fluminense: Estudo de caso

Identification of chemical risks inherent to the occupational health and safety of work of operators in a water treatment station in the South of stage of Rio de Janeiro: case study

Vanessa Santos Conceição Batista\*, Shirlei Cardoso de Andrade

**Como citar esse artigo.** Batista VSC, de Andrade SC. Identificação dos riscos químicos inerentes à saúde e segurança do trabalho dos operadores de uma estação de tratamento de água no sul-fluminense: estudo de caso. Rev Teccen. 2022;15(1);66-73.

## Resumo

A água doce usada para consumo humano advém das represas, rios, lagos, açudes e reservas subterrâneas que, depois de tratada tornando-se potável, é armazenada em reservatórios de distribuição e, por meio de uma rede canalizada, é então destinada à população. A cidade que serviu como referência para este estudo, encontra-se no Sul fluminense e conta com uma estação de tratamento de água (ETA) que atende aproximadamente 76.000 habitantes. Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo apontar potenciais riscos químicos na operação da Estação de Tratamento de Água, de acordo com a NR 15. Para tal, nesta pesquisa estudou-se as condições de trabalho e procedimentos de segurança dos funcionários na referida Estação de Tratamento de Água, relacionados aos riscos químicos e possíveis acidentes ao manusear-se tais produtos que são incorporados nas etapas do processo a fim de garantir os parâmetros de qualidade exigidos pela legislação. No que diz respeito à saúde e segurança do trabalhador, as Normas Regulamentadoras da Secretaria do Trabalho do Ministério da Economia foram utilizadas, visto que as mesmas fornecem as diretrizes que garantem a integridade do trabalhador. Por meio deste estudo, pode-se concluir que implantando-se as Normas Regulamentadoras torna-se possível melhor identificar os riscos químicos, determinar o tempo de exposição dos trabalhadores aos produtos químicos bem como os corretos EPI's a serem utilizados de forma a garantir a segurança dos trabalhadores da referida estação de tratamento de água.

**Palavras-Chave:** Segurança do Trabalho; Riscos; Acidentes; Estação de Tratamento de Água.

## Abstract

Fresh water used for human consumption comes from dams, rivers, lakes and underground reserves which, after being treated and becoming potable, is stored in distribution reservoirs and, through a piped network, is then sent to the population. The city that served as a reference for this study is located in the South of Rio de Janeiro and has a water purification plant that serves approximately 76,000 inhabitants. In this context, this study aimed to point out potential chemical risks in the operation of the Water Purification Plant, according to NR 15. For this purpose, we studied the working conditions and safety procedures of employees at said Water Purification Plant, relating it to chemical risks and possible accidents when handling such products which are incorporated in the process, in order to guarantee the quality parameters required by law. In regard to the worker's health and safety, the Regulatory Norms of the Ministry of Economy's Labor Department were used, as they provide the guidelines that guarantee the worker's integrity. Through this study, it can be concluded that implementing the Regulatory Standards makes it possible to better identify chemical risks, to determine the exposure time of workers to chemical products, as well as to determine the correct PPE (Personal Protective Equipment) to be used in order to ensure safety for the workers of such water purification plant.

**Keywords:** Work Safety; Risks; Accidents; Water Purification Plant.

Afiliação dos autores:

<sup>1</sup> Universidade de Vassouras, Vassouras, RJ, Brasil.

\* Email para correspondência: eng.vanessasantoscb@gmail.com

Recebido em: 28/08/2021. Aceito em: 15/10/2021.

## Introdução

Um dos graves problemas ambientais atuais diz respeito aos recursos hídricos. Intensas interferências antrópicas resultam na poluição e comprometimento da qualidade de tais recursos. De acordo com Oliveira et al. (2012), a deterioração dos ambientes aquáticos vem-se caracterizando em um dos maiores problemas mundiais, sendo que os principais responsáveis por esta contaminação são os lançamentos de efluentes domésticos e industriais sem tratamento e o uso excessivo de substâncias químicas na agropecuária.

A água doce usada para consumo humano advém das represas, rios, lagos, açudes e reservas subterrâneas que, depois de tratada tornando-se potável, é armazenada em reservatórios de distribuição e, por meio de uma rede canalizada, é então destinada à população. (Ministério da Saúde, 2006)

Segundo Alves de Souza (2007), o tratamento de água é um conjunto de medidas necessárias para o enquadramento nos padrões de potabilidade preestabelecidos. Para que isso ocorra a água captada do manancial é levada até uma Estação de Tratamento de Água.

Na Estação de Tratamento, a água deve passar por diversos procedimentos envolvendo processos físicos e químicos e utilizando máquinas e equipamentos que ao serem manuseados oferecem riscos ao trabalhador.

Os operadores de ETA estão sujeitos a fatores causadores de acidentes quando em contato com máquinas ruidosas, pisos escorregadios ou irregulares, produtos químicos no tratamento convencional de água e doenças ocupacionais, por exemplo.

O conhecimento destes riscos é de fundamental importância na preservação da saúde e segurança do trabalhador além do fato de ser uma exigência legal (Cardella, 2016).

No Brasil, as Normas Regulamentadoras (NRs) da Secretaria do Trabalho do Ministério da Economia estabelecem as condições mínimas para os ambientes de trabalho, a fim de promover a segurança e a saúde dos trabalhadores, sendo estas de execução obrigatória pelas empresas públicas ou privadas. Segundo a Secretaria do Trabalho do Ministério da Economia (STRAB) na NR 5 (2019), a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA - tem como objetivo a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho, de modo a tornar compatível permanentemente o trabalho com a preservação da vida e a promoção da saúde do trabalhador.

Ainda neste cenário, tem-se a NR 15 (STRAB, 2019), que determina quais atividades são insalubres e define os limites de tolerância para agentes físicos, químicos e biológicos, quando é viável quantificar a contaminação do ambiente. Na referida norma também

são listadas ou mencionadas situações em que o trabalho é considerado insalubre qualitativamente.

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo apontar potenciais riscos químicos na operação da Estação de Tratamento de Água, de acordo com a STRAB (2019) na NR 15.

Para subsidiar esta pesquisa, a metodologia constituiu-se em três etapas.

Na primeira delas foram utilizados alicerces teóricos próprios das diversas áreas do conhecimento envolvidas.

A segunda etapa constituiu-se na coleta de dados, onde descreveram-se todas as operações envolvidas no processo de potabilização da água. Posteriormente procedeu-se a observação do processo produtivo de uma Estação de Tratamento de Água (ETA). Neste momento todos os produtos químicos usados, formas de exposição dos funcionários aos mesmos, limites de tolerância e demais informações toxicológicas foram evidenciadas. Ainda na coleta de dados, realizou-se a verificação das situações reais de trabalho, da exposição dos trabalhadores ao risco químico e os mecanismos de proteção existentes nos locais de trabalho. Esta ação foi realizada por meio de observação em campo, entrevistas com os profissionais que atuam na ETA, aplicação de questionário específico, consulta ao PPR (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) e PCMSO (Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional).

Sequencialmente procedeu-se a avaliação qualitativa das condições de salubridade pertinente aos riscos químicos nos locais de trabalho, para isto foi utilizada a NR 15 (STRAB, 2019) como referência. Para classificar tais riscos, foi empregada a análise qualitativa dos riscos por meio de questionários. Esta análise trata-se de um método de investigação científica que tem como foco o caráter subjetivo do objeto que será analisado.

A terceira etapa consistiu no tratamento dos dados coletados sistematizando as informações dos questionários de maneira a inter-relacionar os resultados obtidos nos mesmos com as evidências coletadas em campo.

## Potabilização da água

Conforme o uso previsto para a água, a legislação brasileira exige requisitos de qualidade. De acordo com Richter e Netto (1999), os parâmetros biológicos, físicos e químicos, determinam as características de potabilidade necessárias para que a água chegue até a população de uma maneira mais segura e confiável a fim de que possa ser utilizada para o consumo humano. Esses parâmetros são regulamentados por normas e/ou padrões definidos em portarias do Ministério da Saúde.

## Riscos ambientais

Todo ambiente laboral expõe o trabalhador ao risco. De acordo com Castro (2009), a palavra “risco” é utilizada de forma indiscriminada para referir situações de dano potencial e probabilidades de ocorrência. E também se utiliza o termo “risco” para transmitir a noção de iminência de ocorrência de algum fenômeno, quanto a seguir se utiliza a mesma palavra para referir perdas, sejam financeiras, materiais ou pessoais.

CETESB (2011), por meio da Norma P4.261, define risco como sendo a medida de danos à vida humana, resultante da combinação entre a frequência de ocorrência e a magnitude das perdas ou danos (consequências).

Uma das formas de classificar os riscos é considerar situações potenciais de perdas e danos ao homem e ao meio ambiente, dividindo-os em algumas classes e subclasses e tendo como ponto de partida os Riscos Ambientais (Cerri e Amaral, 1998).

Nos locais de trabalho, pela própria natureza da atividade desenvolvida e pelas características de organização, existem agentes ambientais que são nocivos à saúde do trabalhador. Tais agentes são elementos ou substâncias que podem ser de natureza química, física ou biológica. (Ministério da Saúde, 2001).

Segundo a STRAB (2019) em sua NR 9 (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA), consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador.

OPRA, é um documento que define a metodologia de ação que irá garantir proteção e integridade à saúde dos trabalhadores a frente dos perigos dos locais de trabalho (Serviço Social da Indústria, 2008).

A identificação dos riscos ocupacionais como os riscos químicos pertinente aos operadores de uma Estação de Tratamento de Água possibilita auxiliar esses profissionais em projetos tendo como objetivo a minimização, neutralização, ou mesmo a eliminação destes riscos na ETA, e também como incentivo em novos propósitos de trabalho.

## Riscos químicos

O mapa de riscos é uma forma gráfica usada para identificar quais são os locais de riscos no trabalho, isso é feito através de círculos de diversas cores e tamanhos. O mesmo tem a função de informar e conscientizar os colaboradores de forma clara esses riscos, de forma que diminuía a ocorrência de acidentes no trabalho. (UDESC, 2007)

De acordo com a STRAB na Norma Regulamentadora NR 9 (2019), consideram-se riscos ambientais os agentes químicos, físicos e biológicos e os agentes de risco químico são substâncias, compostos ou produtos que possam adentrar no organismo do trabalhador por via respiratória, nas formas de poeiras, fumos gases, neblinas, névoas ou vapores, ou que seja, pela natureza da atividade, de exposição, possam ter contato ou ser absorvido pelo organismo através da pele ou por ingestão, sendo representado pela cor vermelha para identificação no mapa de riscos.

## Toxicologia

Toxicologia é a “ciência que define os limites de segurança dos agentes químicos” (Casarett, 2007).

Paracelso (1493-1541) afirma que “todas as substâncias são venenos, não há uma que não seja. A dose correta é que diferencia um veneno de um remédio”.

Segundo Silbergeld (1998), a toxicologia estudou os venenos ou xenobióticos, a forma como são conhecidas as substâncias estranhas ao organismo, incluindo as drogas, substâncias químicas industriais, poluentes ambientais e venenos de origem natural. De maneira ampla, a toxicologia aborda a identificação e quantificação dos efeitos adversos relacionados às exposições a agentes físicos, substâncias químicas e outras condições.

As atividades se expandem desde as investigações da pesquisa básica sobre os mecanismos de ação dos agentes tóxicos, até o desenrolamento e interpretação dos testes padrões que representam as características tóxicas dos agentes.

Segundo a classificação do “Manual para interpretação de informações sobre substâncias químicas”, (Buschinelli e Kato, 2012) as substâncias químicas dispõem de grupos de acordo com sua ação nociva:

Grupo I – Substâncias de ação generalizada sobre o organismo

Grupo II – Substâncias de ação generalizada sobre o organismo, podendo ser absorvidas, também, por via cutânea.

Grupo III – Substâncias de efeito extremamente rápido.

Grupo IV - Substâncias de efeito extremamente rápido, podendo ser absorvidas, também, por via cutânea.

Grupo V – Asfixiantes simples

Grupo VI – Poeiras

Grupo VII – Substâncias cancerígenas (Buschinelli e Kato, 2012)

De acordo com Moraes (2013), os gases e vapores podem ser classificados como irritantes, anestésicos e asfixiantes.

De acordo com Fagundes (2006) nas pesquisas

toxicológicas, um importante indicador é a relação dose-efeito, que é caracterizada como a relação entre a dose e o efeito observado de forma individual. Um aumento na dose poderá aumentar a intensidade do efeito, ou o aparecimento de outro efeito mais grave. Tais relações são muito importantes para a toxicologia, pois nas pesquisas epidemiológicas, são utilizadas para caracterizar onexo causal entre o agente e a doença.

Uma concepção importante no estudo de toxicológico é a dosagem efetiva, que envolve os seguintes fatores: duração de exposição, concentração do material e a quantidade, estado de dispersão, afinidade com o tecido do corpo humano; solubilidade nos fluidos dos tecidos humanos; sensibilidade dos órgãos ou tecidos do corpo humano. (Fagundes, 2006)

## Insalubridade

Considerando-se que o ambiente de trabalho pode conter agentes causadores de danos à saúde do trabalhador e visando proteger a mesma, a Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT 2017), refere-se de forma breve no artigo 189, quanto ao que se deve atentar em casos de atividades e operações insalubres. Já a norma regulamentadora NR 15 (2019), conforme Machado (2001), para definir as atividades insalubres utiliza-se dos critérios de limites de tolerância e de concentração da exposição ao agente nocivo. Assim, são definidas como insalubres as atividades e operações que exponham o trabalhador acima dos limites de tolerância, considerados a concentração máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará danos à saúde do trabalhador, durante a vida laboral.

A NR 15 (2019), informa as graduações à qual a insalubridade existe no ambiente operacional, através da elaboração de quadros e tabelas cuja maior função é determinar parâmetros para o enquadramento do grau de intensidade na qual determinada função é executada.

## Limites de exposição ocupacional

Os limites de exposição foram criados para proteger a saúde dos trabalhadores expostos no ambiente de trabalho, prevenindo doenças ocupacionais e outros agravos à saúde, como irritação nos olhos, secação e efeitos narcóticos. (Gunnar e Steinar, 2008).

Neste sentido, a ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) é uma referência mundial no que diz respeito aos limites de exposição ocupacional (TLV) para agentes físicos, substâncias químicas e exposição biológica.

No Brasil, a Norma Regulamentadora NR 15 (2019), estabelece limites de exposição baseados nos TLVs (*The thresholdlimit value*) da ACGIH e nos anexos da referida

norma, constam tabelas com substancias e seus limites de tolerância a fim de determinar a insalubridade. Para agentes químicos que não possuam Limite de Tolerância estabelecido na NR 15, podem ser aplicados, para controle dos riscos no ambiente de trabalho, os valores adotados pela ACGIH, os TLVs (*Threshold Limit Values* - Valor do Limite de Tolerância).

## Programa de controle médico de saúde ocupacional

A legislação brasileira visando promover e preservar a saúde do trabalhador instituiu a NR 07 (2018), estabelecendo a obrigatoriedade, por parte dos empregadores, de elaboração e implementação do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO).

Para Cauzzo e Meirelles (2005), o PCMSO tem como objetivo fazer avaliações clínicas que permitam identificar os danos à saúde relacionados ao trabalho. O PPRA articula-se com o PCMSO de forma a encontrar riscos que possam causar os agravos à saúde diagnosticados e indicar ações para o seu controle ou eliminação.

## Proteção do trabalhador

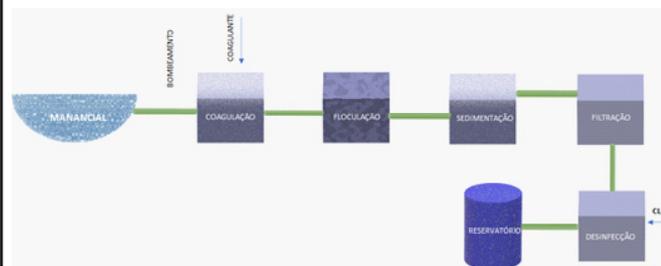
Um ambiente de trabalho seguro deve fornecer bem estar ao trabalhador e também prevenir qualquer tipo de acidente. No Brasil, a legislação determina que a empresa, de acordo com a NR 6 (STRAB, 2018), seja obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI (equipamento de proteção individual) adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho e enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas.

Segundo Gonçalves (2000), o EPI pode ser definido como “todo equipamento de uso pessoal cuja finalidade é proteger a saúde ou a integridade física do trabalhador da exposição a agentes físicos, químicos, mecânicos ou biológicos, por ventura, presentes no ambiente de trabalho”.

## Funcionamento de uma estação de tratamento de água

Os principais métodos de tratamento de água adotados no Brasil, para fornecimento da mesma, devem observar as qualidades dos mananciais de captação. (Fagundes, 2006). Os processos atualmente mais utilizados em uma Estação de Tratamento de Água (ETA) de acordo com Florençano (2011) tem

vido: Mistura Rápida (Coagulação), Mistura Lenta (Floculação), Decantação, Filtração e desinfecção conforme demonstrados na Figura 1.



Fonte: Autores, 2021.

As operações unitárias abrangidas na etapa de clarificação procuram, primeiro, eliminar a turbidez e depois a cor da água. A etapa da clarificação consiste nos seguintes processos: coagulação, floculação, decantação e filtração. (Fagundes, 2006)

A etapa conhecida como coagulação implica em dois fenômenos diferentes e dependentes: o químico, onde acontece a reação do coagulante com a água e o físico no qual realiza o transporte das espécies resultantes para que tenha contato com as impurezas presentes na água. (Fagundes, 2006)

Os produtos químicos adicionados são denominados coagulantes: Sulfato de Alumínio ou Cloreto de Polialumínio (PAC). A coagulação ocorrerá nesse primeiro contato do produto químico com a água, quando essas duas substâncias se misturam ocorre uma transformação química que forma uma substância gelatinosa, o hidróxido de alumínio ( $Al(OH)_3$ ). Esse processo acontece no tanque de mistura rápida. A seguir, a água é direcionada a outro tanque onde ocorrerá a floculação. (Fagundes, 2006)

A etapa de decantação não adiciona nenhum produto químico para o tratamento da água, ela somente possibilita a retirada dos flocos formados. Nesta fase, a água floculada permanecerá em repouso a fim de que os flocos, que são mais densos que a água, assentem no fundo do decantador por ação da gravidade para posteriormente serem removidos. (Cesan, 2013)

Outra possibilidade para a etapa de decantação é a flotação. De maneira oposta da decantação, o qual os flocos vão para o fundo do tanque por conta da força da gravidade, na flotação os flocos vão para a superfície do tanque em razão da adição de água com microbolhas de ar fazendo os flocos flutuarem para a remoção. A utilização de um decantador ou flotador em uma ETA, depende das características da água bruta a ser tratada. (Cesan, 2013)

Para Freitas (2001), após a decantação ou flotação, a água é transportada para filtros. A etapa Filtração não tem adição de produto químico no tratamento. Os filtros são tanques formados por camadas de seixos (pedras),

areia fina e grossa, e carvão antracito. Os flocos que não foram removidos na etapa de decantação (ou flotação) serão retirados na etapa de filtração. A fase de filtração é essencial para remoção da turbidez da água e também para retirada de microrganismos patogênicos. Em seguida a filtração, a água prosseguirá para o tanque de contato onde ocorrerão as fases finais do tratamento.

A fim de garantir que a água esteja livre de patógenos, é realizada a desinfecção. Métodos de desinfecção podem utilizar agentes químicos como cromo, iodo, prata, ozônio, radiação ultravioleta e o cloro. Sendo o cloro (Cl) o produto químico mais usado.

A Portaria de Consolidação n.5 de 2017 do Ministério da Saúde, determina que a companhia de saneamento precisa conceder ao consumidor água tratada obtendo teor mínimo de cloro residual livre de 0,2 mg/L.

A lei federal n. 6.050/1974, ampara a fluoretação da água como uma medida de saúde pública na prevenção da cárie. Na fluoretação os produtos químicos a serem adicionados são fluorsilicato de sódio ou o ácido fluossilícico ( $H_2SiF_6$ ) sendo o mais usado. O ácido fluossilícico libera na água o fluoreto, forma iônica do elemento químico flúor, um dos produtos encarregados pela diminuição da cárie dentária no Brasil. Essa mistura fica em reservatório separado onde utiliza um dosador para ser adicionado a água, alimentado em sua parte inferior por um fluxo de água com vazão constante, proveniente de um reservatório de nível constante.

O último estágio do tratamento da água é a neutralização ou correção do pH (potencial hidrogeniônico). O pH é uma escala que varia de 0 a 14 sendo 7 o ponto neutro indicando que uma substância não é ácida nem alcalina. Números acima de 7 mostram alcalinidade e abaixo de 7 indicam acidez. Este procedimento é necessário quando a água possui características ácidas devido ao contato com produtos químicos do tratamento. E de acordo com a Portaria de Consolidação n.5 de 2017 do Ministério da Saúde, os parâmetros de pH para água tratada variam em no mínimo 6 e no máximo em 9,5.

## Estrutura da estação de tratamento do estudo de caso

Na estação de tratamento de água localizada no Sul fluminense onde são atendidos aproximadamente 76.000 habitantes, a água bruta é captada de um rio próximo (captação), por meio de bombeamento. A seguir é encaminhada a uma calha Parshall onde é realizada a medição da vazão de trabalho da ETA e também a adição do coagulante (etapa rápida).

Posteriormente a água vai para o floculador mecânico onde ocorre a etapa lenta e então segue

para o decantador. Após esta etapa a água é recebida pelos filtros e enviada para o reservatório onde é feita a desinfecção (oxidação). Subsequentemente a água é bombeada para o reservatório de distribuição.

A unidade de produção é constituída também de uma casa de química, destinada a estocagem de produtos químicos e preparo de solução, e um laboratório para análise da água (cor, turbidez, pH e cloro residual).

## Produtos químicos utilizados na eta

Os produtos químicos utilizados para o tratamento de água exigem que, em cada etapa, seja adotado um rígido controle de dosagem destas substâncias e acompanhamento dos padrões de qualidade.

Na estação de tratamento de água deste estudo, os produtos químicos utilizados são: PAC, hipoclorito de Cálcio, sulfato de alumínio e cal (Hidróxido de Cálcio).

## Riscos químicos no tratamento de água da eta

Para realizar a análise dos riscos químicos, objeto deste trabalho, foram consideradas as atividades e os locais em que tais riscos estão presentes.

Na operação de coagulação, os agentes químicos empregados podem ser Sulfato de Alumínio ou Cloreto de Polialumínio (PAC). A respeito destes produtos, as Fichas de Informação de Segurança Produto Químico (FISPQ) fornecem as informações quanto à proteção, segurança, saúde e ao meio ambiente (Oriqui et al., 2011)

Sobre o sulfato de alumínio ( $Al_2(SO_4)_3$ ); a FISPQ fornecida pelo fabricante (Projesan, 2019), informa que a substância não é inflamável e não é volátil, sendo corrosiva. Podendo ser nocivo se ingerido, causando dor abdominal, sensação de queimação, náusea e vomito. Caso penetre nas vias respiratórias ocasiona tosse, dificuldades respiratórias e inflamação de garganta. Em contato com os olhos, provoca irritação ocular. No caso de contato com a pele, pode causar vermelhidão e dor.

Nas ETAs, outra substância utilizada como coagulante é o Cloreto de Polialumínio (PAC), que é um coagulante inorgânico, catiônico e prépolimerizado. Esse coagulante possui cadeias de polímeros pré-formadas, exibindo uma alta concentração de carga catiônica na unidade polimérica. A velocidade de formação dos flocos é superior aos coagulantes tradicionais (sulfato de alumínio e sulfato férrico) não pré-polimerizados, garantindo aos flocos maior peso e consequente precipitação mais rápida e eficiente (Barreto, 2010).

A exposição do trabalhador ao produto é durante o transporte do local de armazenagem (casa de química) até o tanque de mistura.

A FISPQ da empresa Projesan informa que o produto não é inflamável e não é explosivo. Sobre a exposição, o fabricante informa que a substância pode ser nociva se ingerida causando severas queimaduras às membranas mucosas da boca, esôfago e estômago. O contato com a pele provoca irritação e pode resultar em bolhas e descamação. O contato com os olhos ocasiona lesões oculares graves, com lacrimejamento, podendo levar à cegueira. Se inalado, causa irritação no aparelho respiratório.

No estágio de desinfecção da água, podem ser utilizados produtos à base de cloro como hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio ou gás cloro.

A respeito do hipoclorito de Cálcio a FISPQ do produto esclarece que a substância é um sólido comburente, corrosivo, com toxicidade aguda oral em grau 4 (nocivo se ingerido), causa lesões oculares graves, pode ser nocivo em contato com a pele é perigoso ao ambiente aquático. (Roth, 2021)

De acordo com a necessidade de ajuste de pH da água, cal hidratada pode ser utilizada. Na estação de tratamento de água analisada, existe armazenamento do produto em pequena quantidade, visto que é raramente utilizado.

Segundo a FISPQ da empresa Quallical (2018), a cal hidratada é um pó branco e inodoro. O contato pode causar irritação nos olhos, pele, sistema respiratório e trato gastrointestinal. E ademais é uma substância não combustível ligeiramente solúvel em água.

## Limites de exposição dos produtos químicos utilizados

### Componente – PAC

LTEL -  $2\text{mg}/\text{m}^3$

Valor máximo NR-15 -> NA

TLVs da ACGIH -> NA

TLV – TWA (ACGIH) -> NA

TLV – STEL (ACGIH) -> NA

### Componente – Hipoclorito de Cálcio

Por não haver limites de tolerância definidos na NR 15 nem na ACGIH, foram adotados os limites de tolerância relativos ao Cloro visto que a reação do Hipoclorito de Cálcio com a água resulta em ácido hipocloroso.

Anexo 11 da NR-15 da Portaria nº 3.214/78 - 0,8 ppm

TLV's da ACGIH - 0,5 ppm

LT da NIOSH - 0,5 ppm

PEL da OSHA - 1,0 ppm (valor teto)

## Componente - Cal - Hidróxido de Cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>)

ACGIH: 5 mg.m<sup>-3</sup>

NIOSH REL: TWA 5 mg.m<sup>-3</sup>

OSHA PEL: TWA 15 mg.m<sup>-3</sup> (total) 5 mg.m<sup>-3</sup>  
(resp)

## Equipamento de proteção individual (EPI) utilizados na ETA

Estações de Tratamento de Água são locais de riscos de acidentes e por isso necessitam de atenção frequente e também medidas de controle eficientes. O uso do equipamento de proteção correto permite proteger a saúde do trabalhador e minimizar os riscos de acidentes ocupacionais.

Na ETA em estudo, obteve-se a informação acerca dos seguintes EPIS, de acordo com o produto manuseado, distribuídos para uso dos funcionários: avental de PVC; máscara de poeira com 90% de retenção de impurezas; luvas de borracha; bota de borracha; óculos de segurança; bota-calça. Estes EPIs são utilizados pelo operador durante o transporte da cal até os tanques de preparo também na diluição do produto.

No manuseio com sulfato de alumínio, na diluição do produto, foram utilizados os equipamentos: máscara tipo bico de pato FPP238; Luva acrílica; Avental de PVC; Bota de borracha; Óculos de proteção.

- A operação com o Cloreto de Polialumínio (PAC) é realizada durante a verificação de dosadores e transporte interno de galões, são utilizados os seguintes equipamentos:

Máscara panorâmica de queixo; Luvas acrílicas; Botas de borracha.

Luvas de borracha.

- As operações com cloro são as que necessitam maior grau de cuidado entre os operadores, neste caso, utilizou-se os seguintes EPI's na operação:

Máscara de rosto inteiro; Luva acrílica; Bota de borracha; Cartucho para vapores orgânicos e gases ácidos.

## Conclusão

As Estações de Tratamento de Água, bem como qualquer indústria ou empreendimento em que são utilizados produtos químicos perigosos nos processos, estão sujeitas a acidentes colocando em risco a saúde e segurança do trabalhador. Os riscos ocupacionais se encontram presentes em todas as etapas da operação do sistema de tratamento de água. Embora se tenha

ênfático o risco químico, é esperado que outros riscos sejam encontrados.

A partir da revisão da literatura e tendo como base as normas regulamentadoras aplicáveis, é possível observar que a implementação de medidas, de ordem coletiva ou individual, para minimizar ou até mesmo extinguir a exposição aos riscos ocupacionais contribui de forma decisiva na proteção da saúde e segurança do trabalhador.

Mapear os riscos de qualquer atividade que tenha potencial de causar dano auxilia os responsáveis pela segurança do trabalho a tomar decisões, a fim de evitar a exposição dos trabalhadores aos riscos.

Com a realização do estudo foi possível notar que os riscos de acidentes com produtos químicos acontecem durante a preparação das dosagens, na manipulação do Cloreto de Polialumínio (PAC), sulfato de alumínio e cloro gasoso. Por meio das Fichas de Informação dos Produtos Químicos (FISPQ) foi verificado que em caso de exposição acidental, de acordo com os limites de exposição, danos irreversíveis podem acometer os trabalhadores, levando a consequências sérias também para a empresa.

Acidentes com produtos químicos na maioria das vezes ocorrem pelo não atendimento integral aos programas e obrigações contidos nas normas pertinentes.

O presente trabalho apontou os potenciais riscos químicos na operação da Estação de Tratamento de Água, de acordo com a Secretaria do Trabalho do Ministério da Economia (2019) na NR 15.

A maioria das ações preventivas para esses acontecimentos apresentam a necessidade de realização de capacitação dos colaboradores, através de palestras, treinamentos, conscientização dos trabalhadores e adoção de medidas de proteção tanto coletivas como individuais.

## Referências

- Alves de Souza, W. (2007). Tratamento de Água [Ebook] (1a ed., p. 13). Natal- RN: Editora do CEFET-RN.
- Barreto, V. B. G. Estudo de caso: Utilização de polímero catiônico como auxiliar de coagulação no tratamento de água da Estação de Tratamento da Nova Marabá. - Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia de Materiais, Marabá-PA, 2010.
- Buschinelli, José Tarcísio; Kato, Mina. Manual para Interpretação de Informações sobre Substâncias Químicas – São Paulo: FUNDACENTRO, 2011. 62 p.
- Cardella, B. (2016). **Segurança no Trabalho e Prevenções de Acidente** (2a ed.).
- Cauzzo & Meirelles. PPRA / NR – 9: **Programa de prevenção de riscos ambientais**. 2005. Disponível em: [https://www2.jfrs.jus.br/wp-content/uploads/2015/06/LA\\_060.pdf](https://www2.jfrs.jus.br/wp-content/uploads/2015/06/LA_060.pdf)
- Carl Roth GmbH + Co KG (2021) – **Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico** - Hipoclorito de cálcio ≥65 % Cl, granulada

7. Castro, et al. (2005) **Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas. Environmental Risks and Geography: Conceptualizations, Approaches and Scales.** Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. Vol. 28-2 p. 11-30.
8. Cerri, L., e Amaral, C. (1998). **Riscos Geológicos.** Associação Brasileira De Geologia De Engenharia (ABGE), P. 301-310.
9. Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN). (2021). **Apostila Tratamento de Água** [Ebook]. Acessado em 22 de maio 2021. [https://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2020/08/APOSTILA\\_DE\\_TRATAMENTO\\_DE\\_AGUA-.pdf](https://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2020/08/APOSTILA_DE_TRATAMENTO_DE_AGUA-.pdf).
10. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) (2011) - NORMA TÉCNICA P4.261 - **Risco de Acidente de Origem Tecnológica - Método para decisão e termos de referência.** 2ª ed.
11. Fagundes, J.M. **Saúde De Trabalhadores Em Estações De Tratamento De Água: Riscos Químicos. Estudo De Caso.** – Rio de Janeiro, 2006.
12. Florençano, J.C. **Sistemas de Tratamento e Distribuição de Água.** Material Didático, 2011.
13. Freitas, M. B. **Tratamento de água para consumo humano.** Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública. FIOCRUZ, 2001.
14. Gunnar, D. e Steinar, Ø., (2008). **Background, approaches and recent trends for setting health-based occupational exposure limits: A minireview.** *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, v. 51 ed. 3, p.253.
15. Gonçalves, Edwar Abreu. **Manual de Segurança e Saúde no Trabalho.** São Paulo: LTr, 2000.
16. Lei 6050/74 - **Dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas de abastecimento quando existir estação de tratamento.** (1974). Brasília.
17. Machado, S. (2001). **Direito a Proteção ao Meio Ambiente de Trabalho no Brasil** (1a ed.). LTr.
18. Ministério da Economia. Norma Regulamentadora No. 5 - **Comissão Interna de Prevenção de Acidentes** (2019). Brasília.
19. Ministério da Economia. Norma Regulamentadora No. 6 – **Equipamento de Proteção Individual EPI** (2019). Brasília.
20. Ministério da Economia. Norma Regulamentadora No. 7 – **Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO)** (2018). Brasília.
21. Ministério da Economia. Norma Regulamentadora No. 9 – **Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA)** (2019). Brasília.
22. Ministério da Economia. Norma Regulamentadora No. 15 – **Atividades e Operações Insalubres** (2019). Brasília.
23. Ministério da Saúde. (2006). **Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano** – Brasília.
24. Moraes, Giovanni. **Normas Regulamentadoras Comentadas e Ilustradas - Caderno Complementar - Vol. 4 - 8ª Ed.** 2013. Gvc - Gerenciamento Verde Editora. 344 p.
25. Oliveira, J. P. W.; Santos, R. N. D.; Boeira, J. M. **Genotoxicidade e Análises Físico-Químicas das águas do Rio dos Sinos (RS) usando Allium cepa e Eichhornia crassipes como bioindicadores.** *BBR - Biochemistry and Biotechnology Reports*, v. 1, n. 1, pág. 15–22, 2012.
26. Oriqui, L., Mori, M., Wongtschowski, P., Freitas, S. and Santos, J., 2011. **Definição de Shelf Life para Produtos Químicos – A Importância de um Guia de Estabilidade Específico para o Segmento.** *Quim. Nova*, (34 v.10), pp.1869-1874.
27. Portaria de Consolidação nº5, de 28 de setembro de 2017 – Anexo XX - **Do Controle e da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade.**
28. PROJESAN – Saneamento Ambiental 9 (2019). **Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ - Sulfato de Alumínio.**
29. QUALLICAL (2018). **Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico – FISPQ - Cal Hidratada Calcítica.**
30. Richter, C. A.; Netto, J. M. **Tratamento de água: Tecnologia atualizada.** São Paulo: Editora Edgar Blucher, 1999.
31. Serviço Social da Indústria. (SESI) 2009. **Regulamento do Serviço Social da Indústria (SESI)** - Brasília
32. Silbergeld, E. K. **Toxicologia: Introdução.** Enciclopédia de Saúde e Segurança Ocupacional. 4. ed. Genebra: 1998.