

Elaboração de procedimentos gerais para identificação e gerenciamento de riscos ocupacionais em estações de tratamento de efluentes

Elaboration of general procedures for identification and management of occupational risks in wastewater treatment plants

- **Data de entrada:** 06/03/2023
- **Data de aprovação:** 24/03/2023


André Aguiar Battistelli^{1*} | Rhuan Felipe Jeranoski² | Rodrigo Camilo³

DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2024.015>

ORCID ID

Battistelli AA  <https://orcid.org/0000-0003-4951-3272>

Jeranoski RF  <https://orcid.org/0000-0001-5023-2801>

Camilo R  <https://orcid.org/0000-0001-8945-2633>

Resumo

As atividades relacionadas à operação e manutenção de estações de tratamento de efluentes (ETEs) envolvem diversos riscos à saúde e segurança. Entretanto, inexistente uma norma regulamentadora (NR) específica que aborde as condições para realização de um trabalho seguro neste setor. O presente trabalho teve por objetivo estabelecer procedimentos gerais para o gerenciamento de riscos em ETEs. Para tanto, realizou-se uma análise preliminar de riscos, com vistas à sua identificação e classificação. Verificou-se que os principais riscos estão relacionados à ocorrência de contusões e exposição a produtos químicos e patógenos. Em seguida, procedeu-se a identificação das NRs aplicáveis, bem como a elaboração de procedimentos voltados à mitigação e minimização de acidentes e doenças do trabalho nessas instalações. Dessa forma, o presente trabalho pode servir de base para a identificação e avaliação de riscos, além subsidiar a elaboração dos programas de gerenciamento de riscos em ETEs reais.

Palavras-chave: Análise Preliminar de Riscos. Normas Regulamentadoras. Gestão de Riscos.

Abstract

Activities related to the operation and maintenance of wastewater treatment plants (WWTPs) involve several health and safety risks. However, there is no specific regulatory standard that addresses the conditions for carrying out safe work in this sector. This work aimed to establish general procedures for risk management in WWTPs. For this purpose, a preliminary risk analysis was carried out, with a view to identifying and classifying them. It was found that the main risks are related to the occurrence of injuries and exposure to chemicals and pathogens. Then, the applicable regulatory standard were identified, as well as the elaboration of procedures aimed at the mitigation and minimization of accidents and occupational diseases in these facilities. In this way, the present work can serve as a basis for the identification and assessment of risks, in addition to subsidizing the elaboration of risk management programs in real WWTPs.

Keywords: Preliminary Risk Analysis. Regulatory Norms. Risk management.

¹ Universidade Estadual do Centro-Oeste/PR (UNICENTRO) - Irati - Paraná - Brasil.

² Universidade Estadual de Ponta Grossa/PR (UEPG) - Ponta Grossa - Paraná - Brasil.

³ Universidade Estadual de Maringá/PR (UEM) - Maringá - Paraná - Brasil.

* **Autor correspondente:** andreambiental@live.com.

1 INTRODUÇÃO

O elevado crescimento demográfico, aliado à modificação nos padrões de consumo da população ocorrido nas últimas décadas, vem resultando em maior demanda pela água, seja para o atendimento às necessidades cotidianas ou para a produção industrial. Tal situação implica em maior pressão aos recursos hídricos, tanto em termos de quantidade, em função do aumento da vazão captada, como de qualidade, devido ao lançamento dos efluentes originados sem o adequado tratamento.

Nesse contexto, no que se refere aos efluentes sanitários, a atual situação do Brasil é bastante crítica. Segundo dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos (BRASIL, 2021), pouco mais da metade da população urbana brasileira (55%) tem acesso a serviços de coleta de esgoto considerados adequados e, do volume gerado em relação ao volume de água consumido, apenas 50,8% recebem tratamento, ou seja, cerca de metade do esgoto produzido no país pode estar sendo lançado diretamente nos corpos receptores ou no solo sem tratamento, contribuindo para os diversos problemas associados a essa prática.

Diante desse cenário, em julho de 2020 foi promulgada a Lei nº 14.026, a qual estabeleceu o novo marco legal do saneamento básico no país, e cujo objetivo principal é a universalização do acesso aos serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto à população. Dentre as principais modificações atreladas à referida Lei, destacam-se o estabelecimento de normas e padrões de referência e a regulamentação da participação da iniciativa privada na oferta desses serviços, permitindo a competição pelos contratos com as companhias públicas e de capital misto, o que tende a aumentar o aporte de recursos ao setor e, conseqüentemente, a melhoria e ampliação da infraestrutura voltada ao tratamento de efluentes. (BRASIL, 2020).

Como resultado direto desse aquecimento no mercado, espera-se a ampliação de postos de trabalho relacionados à operação e manutenção de estações de tratamento de efluentes (ETEs). Nesse viés, é importante salientar que, devido às condições ambientais destas instalações, ao desempenhar suas funções, os funcionários estão sujeitos a diversos riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes. Essa condição, por sua vez, evidencia a importância da adoção de procedimentos adequados de higiene e de segurança neste setor, de forma a atender à legislação pertinente e diminuir o número de acidentes e mortes, os quais, além dos danos à saúde do trabalhador, podem gerar diversos prejuízos financeiros e sociais às empresas (SCANDELAI et al. 2018).

De acordo com a tabela do CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas), a operação das ETEs, que envolve as atividades de tratamento por meio de processos físicos, químicos e biológicos, é enquadrada na subclasse 3701-1/00 - Gestão de redes de esgoto, apresentando grau de risco 3 (variação de 1 a 4) de acordo com a NR 4. Para essa subclasse, ocorreram mais de 1000 acidentes no Brasil no período de 2006 a 2018, demonstrando que a operação e manutenção de instalações voltadas ao tratamento de efluentes apresentam diversos riscos à saúde e segurança dos trabalhadores, sobretudo no que diz respeito à ocorrência de acidentes típicos, ou seja, aqueles originados no desempenho de suas funções rotineiras (DATAPREV, 2020). É importante salientar que esses dados se referem apenas às estações de tratamento de esgotos domésticos, não sendo contabilizados as doenças ocupacionais e os acidentes associados à operação de estações de tratamento de efluentes industriais. Dessa forma, acredita-se que o número de acidentes e de doenças relacionadas a esse tipo de atividade certamente seja bem maior.

De acordo com Scandelai et al. (2018), os trabalhadores das ETEs estão expostos a riscos químicos e biológicos relacionados à exposição direta aos efluentes (contendo microrganismos patogênicos, substâncias químicas variadas, metais pesados, entre outros contaminantes) e aos produtos químicos utilizados nos processos de tratamento. Além disso, também pode-se citar a existência de riscos físicos, ergonômicos e de acidentes decorrentes da utilização de máquinas, equipamentos e da planta de tratamento como um todo.

Considerando esse cenário, é importante destacar que, apesar de existirem diversas normas aplicáveis ao desempenho de funções no âmbito das ETEs, inexistem uma norma regulamentadora (NR) específica que aborde as condições adequadas para realização de um trabalho seguro neste setor. Soma-se isso a provável ampliação da oferta de postos de trabalho, resultante do aquecimento do mercado ocasionado pela promulgação do novo marco legal do saneamento, cujo objetivo é ampliar a oferta desses serviços no país (BRASIL, 2020). Ou seja, é evidente a importância do estabelecimento de procedimentos gerais para a identificação e gerenciamento de riscos à saúde e segurança dos trabalhadores nas plantas de tratamento de efluentes, sejam eles domésticos ou industriais.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho consiste em estabelecer procedimentos gerais para a identificação e gerenciamento de riscos à saúde e segurança dos trabalhadores responsáveis pela operação e manutenção de ETEs. Para tanto, buscou-se identificar, analisar e avaliar os riscos à saúde e segurança dos trabalhadores responsáveis pela operação e manutenção

dessas instalações, além de realizar um levantamento das normas regulamentadoras aplicáveis e elaborar um conjunto de procedimentos básicos a serem adotados no gerenciamento de riscos identificados.

2 METODOLOGIA

O presente estudo é enquadrado como uma pesquisa descritiva com abordagem qualitativa. A pesquisa descritiva tem como foco descrever as características de determinada população ou fenômeno e/ou estabelecer relações entre variáveis estudadas, levando à compreensão dos fatores que influenciam esse fenômeno. A abordagem qualitativa, por sua vez, caracteriza-se por seu caráter exploratório, no qual o pesquisador procura reduzir a distância entre a teoria e sua aplicabilidade prática, usando a lógica da análise fenomenológica, ou seja, a compreensão dos fenômenos pela sua descrição e interpretação (LAKATOS; MARCONI, 2001).

2.1 Layout da ETE em estudo

Para identificação e avaliação dos riscos ocupacionais, optou-se por considerar uma ETE hipotética que emprega a tecnologia de lodos ativados de aeração prolongada, cujo *layout* e unidades presentes estão representados na Fig. 1. Esta configuração foi selecionada por conter diversos níveis de tratamento, além de unidades administrativas e de armazenamento de produtos químicos, possibilitando a identificação ampla dos riscos associados à atividade de tratamento de efluentes em suas diversas etapas e permitindo a utilização dos resultados em situações reais.

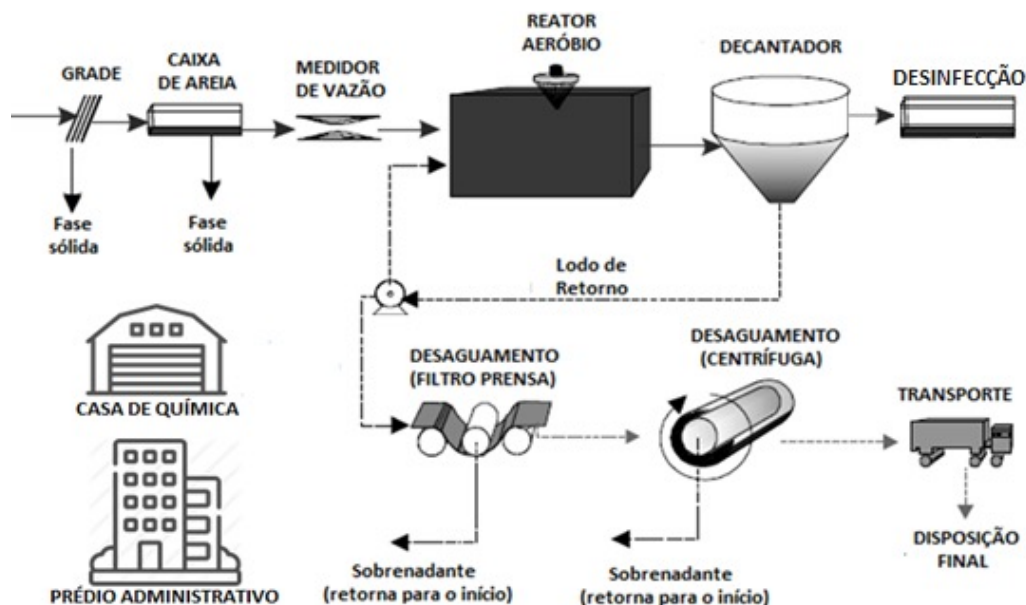


Figura 1 - Layout hipotético da ETE utilizada no estudo

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2016)

A ETE hipotética em questão é constituída, simplificada, das seguintes unidades:

- Tratamento Preliminar: contempla as unidades de gradeamento e de desarenação, além de calha parshall para monitoramento da vazão.
- Reator aeróbio: equipado com sistemas de aeração forçada que ocasionam a formação de aerossóis.
- Decantadores: tanques cilíndricos com elevada profundidade.
- Desinfecção: tanques de contato empregando cloro como agente desinfetante.
- Laboratórios: local onde são realizadas análises físico-químicas e microbiológicas para monitoramento da qualidade do efluente (são utilizados produtos químicos, mufla, estufa, entre outros).
- Casa de Química: Armazenamento de produtos químicos empregados no tratamento dos efluentes (cloro, ácidos fortes e bases fortes).
- Prédio Administrativo: elaboração de projetos e monitoramento da estação.

2.2 Procedimentos metodológicos adotados para coleta e análise de dados

A presente pesquisa consistiu na identificação, análise e avaliação dos riscos à saúde e segurança dos trabalhadores responsáveis pela operação e manutenção de estações de tratamento de efluentes. Para tanto, além da definição de um *layout* genérico, também foram realizadas visitas técnicas a diversas estações de tratamento de efluentes domésticos e industriais nos estados do Paraná e Santa Catarina, entre os anos de 2018 e 2020, com objetivo de identificar potenciais riscos. Além disso, também foram utilizadas informações provenientes da literatura especializada.

A análise e a avaliação de riscos, por sua vez, foi realizada de acordo com as diretrizes estabelecidas na norma NBR ISO 31.000 (ABNT, 2018), considerando as etapas de identificação, análise, avaliação e tratamento. Para esse fim foi empregada a ferramenta de Análise Preliminar de Riscos (APR), a qual consiste em uma avaliação prévia e aprofundada sobre os eventuais riscos ocupacionais (físicos, químicos, biológi-

cos, ergonômicos e de acidentes) envolvidos em um projeto ou atividade. De acordo com França, Toze e Quelhas (2008), a utilização da APR permite identificar os riscos e as medidas preventivas antes da fase operacional, utilizando como metodologia a revisão geral de aspectos de saúde e segurança, por meio de um procedimento sistemático que levanta as causas e efeitos de cada risco, sua categorização, além de medidas e prevenção ou correção. A APR compreende a

execução das etapas de definição dos objetivos e do propósito da análise; definição das fronteiras do estudo; levantamento de informações sobre a infraestrutura das instalações voltadas ao tratamento de efluentes e seus potenciais riscos; classificação dos riscos; e análise dos resultados (TOMASONI et al., 2015). Para a classificação dos riscos, foram utilizados critérios de probabilidade e severidade de forma simultânea (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 - Categorias de probabilidade de ocorrência de eventos adversos relacionados aos riscos identificados

Categoria	Denominação	Descrição
A	Extremamente Remota	Extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação
B	Remota	Não deve ocorrer durante a vida útil da instalação
C	Improvável	Pouco provável que ocorra durante a vida útil da instalação
D	Provável	Esperado ocorrer pelo menos uma vez durante a vida útil da instalação
E	Frequente	Esperado ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação

Fonte: Adaptado de Bristot (2019).

Tabela 2 - Categorias de severidade dos eventos adversos relacionados aos riscos identificados

Categoria	Denominação	Descrição
I	Desprezível	Incidentes operacionais leves e danos insignificantes ao meio
II	Marginal	Potencial de causar ferimentos pequenos e/ou danos leves ao meio ambiente
III	Crítica	Potencial de causar danos graves e até mesmo levar a morte de algumas pessoas
IV	Catastrófica	Potencial de causar várias vítimas fatais e danos irreversíveis ao meio ambiente

Fonte: Adaptado de Bristot (2019).

Combinando-se as categorias de probabilidade e de severidade obteve-se a Matriz de Riscos

(Fig. 2), a qual representa uma indicação qualitativa do nível dos riscos avaliados.

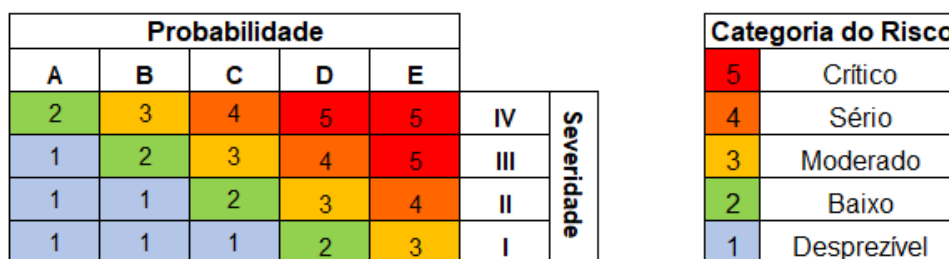


Figura 2 - Matriz de Riscos
Fonte: Adaptado de Sousa e Jerônimo (2014)

Os resultados obtidos a partir da APR foram organizados em uma planilha que apresenta os

riscos e sua classificação. Essas informações forneceram subsídios para a identificação das

normas regulamentadoras aplicáveis à operação e manutenção de ETEs, bem como para a elaboração de um conjunto de procedimentos voltados à mitigação e minimização de acidentes e de doenças do trabalho nessas instalações, o qual pode ser utilizado como base para elaboração do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Identificação dos agentes de risco

Considerando as unidades presentes na ETE em estudo, foram identificados os agentes de risco químicos, físicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes existentes nas instalações, relacionados com as atividades rotineiramente desenvolvidas, os quais estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3 - Agentes de risco existentes nas instalações em estudo relacionados às possíveis atividades desenvolvidas rotineiramente pelos funcionários

Grupo	Agentes de risco	Atividades expostas aos agentes de risco identificados
Físicos	Radiação não ionizante	- Atividades de operação e manutenção desenvolvidas com exposição ao sol
	Temperaturas elevadas	- Atividades de operação e manutenção desenvolvidas com exposição ao sol - Manutenção de tanques e equipamentos
	Ruídos	- Operação e manutenção de sistemas de bombeamento - Operação e manutenção de sistemas de aeração - Operação e manutenção de prensas e centrífugas - Operação de carregamento e transporte de lodo
Químicos	Produtos Químicos	- Operação da unidade de desinfecção - Regulação do pH - Análises físico-químicas e biológicas - Manuseio de produtos químicos (carga, descarga e armazenamento) - Lubrificação e engraxamento de máquinas e equipamentos
	Condições Atmosféricas	- Manutenção de tanques e reservatórios em espaços confinados
Biológicos	Microorganismos patogênicos	- Operação, manutenção e limpeza de grades e desarenadores - Exposição a aerossóis originados no sistema de aeração - Operação, manutenção e limpeza de tanques e decantadores - Gerenciamento do lodo - Operação da unidade de desinfecção - Análises físico-químicas e biológicas
Ergonômicos	Luminosidade inadequada	- Operação e manutenção de unidades no período noturno - Manutenção e limpeza de tanques e equipamentos
	Manuseio de cargas acima de 20 kg	- Levantamento e transporte de bombonas e equipamentos, em geral
	Postura Inadequada	- Manutenção e limpeza de tanques e equipamentos - Trabalho em escritórios e laboratórios
Acidentes	Afogamento	- Queda nas unidades de aeração e decantação
	Choques Elétricos	- Manutenção e operação de máquinas e equipamentos presentes em todas as unidades
	Quedas e contusões	- Operação, manutenção e limpeza de grades e desarenadores - Operação, manutenção e limpeza de tanques e decantadores - Coleta e monitoramento do efluente - Descarregamento de produtos químicos - Carregamento de lodo - Atividades em áreas externas
	Picadas de animais peçonhentos	- Atividades em áreas externas
	Lesões em máquinas e equipamentos	- Operação, manutenção e limpeza de grades mecanizadas - Operação, manutenção e limpeza de prensas - Operação, manutenção e limpeza de centrífugas - Operação e manutenção de outras máquinas e equipamentos diversos

Com relação aos agentes de risco físicos, identificou-se que as radiações não ionizantes, temperaturas elevadas e ruídos são os mais relevantes nas instalações destinadas ao tratamento de efluentes. Silva et al. (2020) elaboraram um estudo voltado a diagnosticar os riscos de aci-

dentos na ETE do Instituto Federal de Minas Gerais, campus de Governador Valadares. De acordo com esses autores, observou-se que o ruído ocorrido durante a operação de ETEs pode ser caracterizado como contínuo, não possuindo sons relacionados a impactos, como por exem-

plo explosões ou zumbidos de curta duração. De acordo com o referido estudo, os níveis de ruído observados na ETE não ultrapassaram o limite de tolerância estabelecido pela NR-15 para um regime de 8h de trabalho, não sendo considerada a exposição prejudicial à saúde do trabalhador.

Ainda segundo Silva et al. (2020), durante o trabalho contínuo em áreas externas, o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) foi de 30,6°C, ultrapassando o limite de tolerância estabelecido na NR 15 (26,7 °C). Além disso, mesmo adotando intermitência de 30 minutos de trabalho seguidos de 30 minutos de descanso, os limites estabelecidos pela NR seriam extrapolados. Dessa forma, os autores concluíram que somente após as 16h haveria uma temperatura adequada para o exercício do trabalho na instalação em questão. Esses resultados evidenciam a importância do controle e da exposição a temperaturas elevadas nas instalações voltadas ao tratamento de efluentes.

Outro agente de risco relacionado ao trabalho em áreas externas que cabe ser destacado refere-se à exposição dos trabalhadores à radiação não ionizante, especificamente aos raios ultravioleta provenientes do sol. Segundo Pozzebon e Rodrigues (2009), a exposição crônica ou prolongada a esse tipo de radiação tem sido relacionada a diversos efeitos na saúde, incluindo o câncer de pele, envelhecimento prematuro da pele e problemas nos olhos. Dessa forma, considerando que boa parte das atividades desenvolvidas nas ETEs envolvem a exposição a esse agente de risco, é evidente que medidas de proteção precisam ser devidamente adotadas.

No que tange aos agentes de riscos químicos, a exposição direta a produtos químicos e condições atmosféricas inadequadas observadas nos espaços confinados são considerados os mais importantes. De acordo com Buda (2004), os agentes de risco químicos presentes nas ETEs

estão relacionados, sobretudo, aos produtos utilizados para o tratamento dos efluentes, como é o caso do cloro – utilizado para a desinfecção, ácidos e bases fortes utilizados para o ajuste do pH e, ainda, outros produtos complementares, como é o caso dos coagulantes utilizados como auxiliares para a floculação e desaguamento do lodo. Além disso, os reagentes utilizados nos laboratórios e os óleos e graxas utilizados para lubrificação dos equipamentos também podem ser considerados fontes de riscos relevantes. Ainda segundo o autor supracitado, a exposição a esses agentes envolve as vias cutânea, respiratória ou a ingestão, podendo causar danos graves à saúde do trabalhador, tais como irritações, queimaduras e doenças pulmonares.

Outro agente de risco químico identificado envolve os trabalhos de manutenção e limpeza dos espaços confinados presentes nas ETEs, como é o caso de tanques e tubulações. É importante destacar que, além da presença de poeiras, fumos, vapores, névoas e neblinas, é comum a ocorrência de processos de degradação anaeróbia nessas instalações, o que propicia a formação de gás sulfídrico (H_2S) e metano (CH_4). Segundo Scandelai et al. (2018), a exposição ao CH_4 pode causar asfixia, além de criar condições propícias à ocorrência de explosões. O cheiro característico de ovo podre do H_2S , por sua vez, pode ser percebido apenas em concentrações baixas; já em níveis mais altos (acima de 150 ppm), pode bloquear a percepção olfativa, provocando a perda da sensação de odor, sendo que trinta minutos ou mais de exposição a concentrações superiores a 300 ppm torna-se fatal (MAINIER; VIOLA, 2005). Diante desse cenário, de acordo com a NR-15, o limite de tolerância para o H_2S é de 8 ppm em até 48 horas semanais de trabalho, sendo que o grau de insalubridade a ser considerado no caso de sua caracterização é o máximo.

A exposição a microrganismos patogênicos, tais como vírus, bactérias, fungos, protozoários e pa-

rasitas em geral, foi identificado como o principal agente de risco biológico nas ETEs. A exposição a esses patógenos ocorre devido ao contato direto com o efluente, com o lodo produzido nas unidades de tratamento, ou ainda devido à exposição a aerossóis formados na etapa de aeração, devido à explosão de bolhas de ar (SCANDELA et al., 2018). Segundo Ho (2002), as unidades de aeração presentes nas ETEs podem produzir, a cada minuto, mais de 130 partículas por m³ de ar introduzido no sistema, sendo que cerca de 10% referem-se a microrganismos patogênicos. Destaca-se que a exposição a esses patógenos pode ser associada à ocorrência de uma série de doenças, dentre as quais podem-se destacar: hepatite infecciosa, gastroenterite, disenteria, cólera, giardíase, criptosporidíase, teníase, filariose, entre outras (BARSANO; BARBOSA e VIANA, 2014).

Os agentes de riscos ergonômicos identificados, por sua vez, referem-se ao trabalho em condições de luminosidade deficientes, posturas inadequadas e o manuseio de cargas acima da linha da cintura com pesos acima de 20kg (bombonas e equipamentos em geral). Por se tratar de uma atividade que usualmente é realizada durante 24h, é comum a realização de atividades de operação e manutenção em período noturno. Além disso, as intervenções realizadas no interior dos tanques usualmente também apresentam uma condição de luminosidade precária, logo a dificuldade de visualização pode ser um fator de risco relevante, evidenciando a necessidade de intervenções físicas de modo a criar um ambiente seguro e adequado ao trabalho.

Com relação aos riscos associados à adoção de posturas inadequadas e levantamento de cargas, estes estão presentes tanto nas atividades desenvolvidas pelos operadores como pelos funcionários que atuam nos laboratórios e escritórios. De acordo com Barbosa et al. (2014),

a saúde ocupacional do trabalhador apresenta uma relação direta com a sua postura, além de movimentos e posições que este realiza ao desenvolver uma tarefa. Ainda segundo estes autores, os distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) têm se tornado cada vez mais frequentes em diversas atividades, e nas instalações voltadas ao tratamento de efluente a condição não é diferente. Nesse sentido é muito importante a adaptação dos postos de trabalhos às características do trabalhador, criando-se condições para que a atividade seja desempenhada de acordo com condições ergonômicas adequadas.

Por fim, os riscos de acidentes identificados são mais diversificados, sendo os mais relevantes: afogamentos, choques elétricos, quedas e contusões, picadas de animais peçonhentos e lesões em máquinas e equipamentos. Bortoluzzi (2005) realizou um estudo sobre a ocorrência de acidentes de trabalho em uma empresa de saneamento no estado do Rio Grande do Sul. De acordo com esse autor, o principal grupo de trabalhadores afetados pelos acidentes são os operadores (38% dos casos), e a maior parte dos acidentes está relacionada à ocorrência de contusões (40%). O autor destaca, ainda, que cerca de 70% dos acidentes resultaram em afastamento, o que evidencia a importância de um programa adequado de segurança nestas instalações.

Ainda segundo Bortoluzzi (2005), as principais causas estão relacionadas a atos inseguros, tais como: desatenção, utilização inadequada de EPIs, transporte de cargas em limite superior ao estabelecido e manuseio de insumos e produtos químicos de forma inadequada. Scandela et al. (2018) apontam ainda a relevância do arranjo físico das ETEs e as condições de funcionamento de máquinas, equipamentos e ferramentas, além da presença de dispositivos de proteção, os quais possuem relação direta com a ocorrência de acidentes.

3.2 Análise Preliminar de Riscos (APR)

A partir da avaliação dos riscos identificados, em conjunto com consultas à literatura espe-

cializada, realizou uma Análise Preliminar de Riscos (APR), cujos resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Análise Preliminar de Riscos (APR) para a ETE hipotética em estudo

Agentes de risco	Frequência	Severidade	Grau de Risco
Produtos Químicos	D	IV	5
Patógenos	E	III	5
Quedas e contusões	E	III	5
Animais peçonhentos	D	III	4
Lesões em máq. e equip.	D	III	4
Condições Atmosféricas	D	III	4
Choques Elétricos	D	III	4
Radiação não ionizante	E	II	4
Temperaturas elevadas	E	II	4
Postura Inadequada	E	II	4
Afogamento	C	III	3
Luminosidade inadequada	D	II	3
Ruídos	E	I	3

Verifica-se que os agentes com grau de risco crítico (5) são a exposição a produtos químicos, contato com microrganismos patogênicos e ocorrência de quedas e contusões. Dessa forma, as ações voltadas à manutenção da saúde e segurança dos trabalhadores de ETEs devem ser voltadas prioritariamente ao controle dos referidos agentes de risco.

Em seguida, classificados como agentes com grau de risco sério (4), aparecem as picadas de animais peçonhentos, lesões em máquinas e equipamentos, condições atmosféricas nos espaços confinados, choques elétricos, exposição à radiação não ionizante, exposição a temperaturas elevadas e postura inadequada. Por fim, classificados como grau de risco moderado (3), são destacados o afogamento, luminosidade inadequada e ruídos.

Considerando os riscos identificados e os resultados obtidos a partir da Análise Preliminar de

Riscos (APR), são apresentadas no tópico subsequente as normas regulamentadoras aplicáveis, bem como alguns métodos de controle voltados à manutenção da saúde e segurança dos trabalhadores dessas instalações, os quais podem ser empregados em situações reais.

3.3 Normas Regulamentadoras Aplicáveis e Métodos de Controle Gerais

As Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho estabelecem os requisitos mínimos para promover a saúde e segurança dos trabalhadores em diversas atividades e setores da economia. Entretanto, cabe lembrar que inexistente uma NR específica voltada à operação e manutenção de ETEs. Nesse contexto, objetivando evidenciar a regulamentação aplicável às atividades desenvolvidas nas ETEs, são apresentadas na Tabela 5 as NRs diretamente relacionadas aos agentes de risco anteriormente identificados.

Tabela 5 - Normas regulamentadoras aplicáveis considerando os agentes de risco identificados

Agentes de risco	Normas Regulamentadoras Aplicáveis
Produtos Químicos	NR 15 - Atividades e Operações Insalubres NR 25 - Resíduos Industriais
Patógenos	NR 15 - Atividades e Operações Insalubres
Quedas e contusões	NR 17 - Ergonomia NR 26 - Sinalização e segurança NR 35 - Segurança e saúde no trabalho em altura
Animais peçonhentos	-
Lesões em máq. e equip.	NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos
Condições Atmosféricas	NR 15 - Atividades e Operações Insalubres NR 33 - Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados
Choques Elétricos	NR 10 - Segurança em Instalações e serviços em eletricidade
Radiação não ionizante	NR 15 - Atividades e Operações Insalubres NR 21 - Trabalho a céu aberto
Temperaturas elevadas	NR 15 - Atividades e Operações Insalubres
Postura Inadequada	NR 17 - Ergonomia
Afogamento	NR 26 - Sinalização e segurança
Luminosidade inadequada	NR 17 - Ergonomia NR 15 - Atividades e Operações Insalubres
Ruídos	NR 15 - Atividades e Operações Insalubres

Verifica-se que existem diversas NRs a serem consideradas durante a execução das atividades desenvolvidas nas ETEs. Dessa forma, com vistas à manutenção da saúde e segurança dos trabalhadores, recomenda-se o cumprimento integral dos requisitos, orientações e procedimentos estabelecidos em cada uma delas. Além disso, existem outras NRs gerais que também devem ser consideradas no âmbito de atuação das estações de tratamento de efluentes, independentemente das atividades desenvolvidas, tais como: NR 1 - Disposições Gerais; NR 4 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança em Medicina do Trabalho (SESMT); NR 5 - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA); NR 6 - Equipamento de proteção individual; NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho e NR 26 - Sinalização e segurança.

De acordo com a NR 4, as empresas públicas e privadas que possuam empregados regidos pela consolidação das leis trabalhistas precisarão manter o SESMT, dependendo do grau de risco da atividade e do número de funcionários. Dessa forma, considerando a tabela do CNAE, as atividades relacionadas a esgotos são enquadradas como grau de risco 3, sendo necessária a imple-

mentação do SESMT quando existirem mais de 101 funcionários atuando na instalação. A NR 5, por sua vez, estabelece a necessidade da existência de uma CIPA quando existirem no mínimo 20 funcionários no estabelecimento, tendo como objetivo a prevenção de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho, identificando e avaliando os riscos à saúde e segurança dos funcionários e propondo melhorias, sempre que necessário. Dentre as atribuições da CIPA, destaca-se a importância da elaboração do mapa de risco da unidade, o qual consiste em uma representação gráfica de todo e qualquer fator capaz de acarretar danos à saúde dos trabalhadores e visitantes, sendo considerado um instrumento essencial voltado à prevenção de acidentes.

Segundo Scandelai et al. (2018), que elaboraram um diagnóstico de riscos ambientais em uma ETE no município de Maringá-PR, os riscos e falhas mais comumente verificados na ETE são em relação à ausência de medidas de proteção coletivas, sobretudo em escadas e rampas de acesso. Dessa forma, torna-se imprescindível considerar as orientações e procedimentos estabelecidos nas NRs 24 e 26, com vistas à manutenção de condições sanitárias e de conforto no ambiente

de trabalho, bem como utilização de sinalização de segurança adequada. Especificamente com relação aos equipamentos de proteção coletiva (EPCs), recomenda-se que sejam instaladas sinalizações de perigo em toda a unidade, sistemas de isolamento acústico em locais com nível de ruído elevado, dispositivos de proteção em máquinas e equipamentos, bem como pisos antiderrapantes, guarda-corpos e corrimãos com objetivo de evitar a ocorrência de quedas. Além disso, torna-se imprescindível a instalação de chuveiros de emergência e lava-olhos em até 10 segundos de deslocamento da área de risco (principalmente próximos aos riscos químicos), não podendo ser instalados em locais com obstáculos, como portas, degraus ou paredes, que impeçam o acesso do colaborador ao equipamento.

Com relação à NR 6, destaca-se a importância da utilização de EPIs de boa qualidade e adequados às atividades desenvolvidas nas ETEs, como cintos de segurança, capa de chuva, avental, luvas de cano longo, sapato com bico de aço, bota de cano longo, máscara facial simples e com filtro (dependendo da atividade) e óculos. No que tange aos uniformes de uso diário, além de fornecê-los, o empregador deve providenciar a contratação de uma empresa especializada para realização de sua lavagem e higienização, evitando o transporte dos mesmos para residência dos trabalhadores, em virtude do elevado potencial de contaminação por patógenos. Destaca-se, ainda, que não basta apenas o fornecimento dos EPIs adequados, mas também é necessário o adequado treinamento para sua utilização, bem como a fiscalização e o controle de forma contínua. (SCANDELA et al., 2018).

Ademais, em virtude da inexistência de uma NR específica voltada ao controle da ocorrência de picadas de animais peçonhentos, recomendam-se inspeções semanais e manutenção periódica da vegetação no entorno das instalações da ETE, envolvendo atividades de capina, poda e corte de

vegetação, com objetivo de minimizar a proliferação destes animais (SILVA et al. 2020).

Por fim, no que diz respeito às disposições gerais para prevenção de segurança e saúde no trabalho, é importante lembrar que a norma pertinente (NR 01) passou por uma revisão no ano de 2020, aprimorando ainda mais seu contexto como uma norma de gestão. Dentre as principais modificações está a exigência de que as empresas deverão elaborar um Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR). O PGR deverá substituir gradualmente os Programas de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), com o objetivo de tornar o gerenciamento de riscos mais dinâmico e eficaz. Além disso, o PGR deve considerar todos os riscos ocupacionais, incluindo os riscos ergonômicos e de acidentes, além dos riscos físicos, químicos e biológicos já previstos no PPRA. (DA SILVA, 2021). Nesse sentido, o presente trabalho pode contribuir com a adaptação dos PPRA já existentes em algumas ETEs ou, ainda, auxiliar na elaboração de novos PGRs, uma vez que foram identificados e avaliados todos os grupos de risco ocupacionais necessários.

4 CONCLUSÕES

O presente estudo consistiu na identificação e avaliação dos riscos à saúde e segurança dos trabalhadores responsáveis pela operação e manutenção de estações de tratamento de efluentes. Verificou-se a existência de agentes físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes relacionados às atividades desenvolvidas, os quais foram classificados de acordo com o grau de risco por meio de uma APR. Os agentes classificados com grau de risco crítico foram a exposição a produtos químicos, o contato com microrganismos patogênicos e a ocorrência de quedas e contusões.

Em seguida, identificaram-se as normas regulamentadoras aplicáveis às atividades específi-

cas realizadas pelos trabalhadores, tais como o trabalho em altura (NR 35), condições insalubres (NR 15) e manutenção de máquinas e equipamentos (NR 12). Além disso, foram descritos outros requisitos e orientações de NRs gerais que também devem ser considerados em todas as atividades, tais como a necessidade de elaboração de um PGR, manutenção do SESMT e da CIPA, utilização de EPIs e sinalização de segurança.

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que apesar da inexistência de uma NR específica voltada ao estabelecimento de condições de trabalho adequadas em ETEs, diversas orientações e procedimentos podem ser encontrados na regulamentação existente. Dessa forma, o presente trabalho pode servir de base para a identificação e avaliação de riscos em ETEs reais, além subsidiar a elaboração de PGRs para estas instalações.

5 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Conceitualização: Battistelli, A. A. e Jeranoski, R. F.; **Metodologia:** Battistelli, A. A., Jeranoski, R. F. e Camilo, R.; **Investigação:** Battistelli, A. A. Jeranoski, R. F.; **Redação Primeira versão:** Battistelli, A. A.; **Redação Revisão & Edição:** Battistelli, A. A., Jeranoski, R. F. e Camilo, R.; **Supervisão:** Camilo, R.

6 REFERÊNCIAS

ABNT. NBR ISO 31.000: **Gestão de Riscos - Diretrizes**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2018.

BARBOSA, P. H.; CARNEIRO, F.; DELBIM, L. R.; HUNGER, M. S.; MARTELLI, A. Doenças osteomusculares relacionadas ao trabalho e à ginástica laboral como estratégia de enfrentamento. *Archives of Health Investigation*, v. 3, n. 5, 2014.

BARSAÑO, P.R.; BARBOSA, R.P.; VIANA, V.J. **Poluição Ambiental e Saúde Pública**. 1 ed. São Paulo: Érica, 2014.

BORTOLUZZI, L. C. P. **Diagnóstico dos Acidentes de Trabalho Ocorridos em Empresa de Saneamento**. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2005.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 16 julho. 2020.

BRASIL. NRs – **Normas Regulamentadoras**. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho/pt-br/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 03 ago. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto**. Brasília: SNS/MDR, 2021.

BRISTOT, V. M. **Introdução à engenharia de segurança do trabalho** [Recurso eletrônico] – Criciúma, SC: UNESC, 2019. 259 p.

BUDA, J. F. **Segurança e higiene no trabalho em estação de tratamento de esgoto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

DA SILVA, E. D. Impactos das mudanças dos programas de gerenciamento de risco na segurança do trabalho. **Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula**, v. 4, n. 2, p. 155, 2021.

DATAPREV (EMPRESA DE TECNOLOGIA E INFORMAÇÕES DA PREVIDÊNCIA). **Base de Dados Históricos de Acidente de Trabalho**. 2019 Disponível em: <http://www3.dataprev.gov.br/aeat/>. Acesso em: 03 ago. 2021.

FRANÇA, S. L. B.; TOZE, M. A.; QUELHAS, O. L. G. A gestão de pessoas como contribuição à implantação da gestão de riscos. O caso da indústria da construção civil. **Revista Produção Online**, v. 8, n. 4, 2008. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v8i4.142>

HO, J. Future of biological aerosol detection. **Analytica Chimica Acta**, v. 457, n. 1, p. 125-148, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(01\)01592-6](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(01)01592-6)

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MAINIER, F. B.; VIOLA, E. D. M. O sulfeto de hidrogênio (H₂S) e o meio ambiente. In: II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. 2005. **Anais...**

POZZEBON, P. H. B.; RODRIGUES, N. V. Radiação ultravioleta em trabalhadores da construção civil: problemas e soluções. **Disciplinarum Scientia | Naturais e Tecnológicas**, v. 10, n. 1, p. 15-26, 2009.

SCANDELAI, A. P. J.; PINAFFI, C. D.; POLASTRI, P.; OKAWA, C. M. P. Diagnóstico de riscos ambientais em estação de tratamento de efluentes no município de Maringá-PR. **Revista Brasileira de Saúde e Segurança no Trabalho**, v. 1, n. 2, p. 1-10, 2018. <http://dx.doi.org/10.18265/2594-4355a2018v1n2p1-10>

SILVA, G. H. D.; FERREIRA, M. V. S.; DE ASSIS BARONY, F. J.; SILVA, L.; CHAIB, E. B. D. A. Aspectos da segurança do trabalho aplicados na estação de tratamento de esgoto (ETE) do IFMG, campus

Governador Valadares. In: XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Vitória/ES, 2020. **Anais...**

SOUSA, G. G.; JERÔNIMO, C. E. M. Análise Preliminar de Riscos Ambientais para Atividades Relacionadas a Perfuração de um Poço de Petróleo Terrestre. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 3, p. 3265-3277, 2014. <https://doi.org/10.5902/2236130813051>

TOMASONI, E.; SANTOS, D. B.; ANJOS, J. R.; SANTOS, M. R. C. Análise de Riscos do Emissário Submarino para o descarte de Água Produzida. **Tecnologia & Informação**, v. 2, n. 2, p. 54-65, 2015.

VON SPERLING, M. **Lodos Ativados**. 4ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2016. 461 p.