

## A gestão integrada na estação de tratamento de esgoto: uma perspectiva ambiental e de segurança do trabalho

Inúmeras alterações no cenário global impulsionam as instituições a atualizar, gerenciar mudanças e proporcionar o surgimento de novos serviços de forma sustentável. Esse cenário traz novos estímulos para as organizações, com o aumento da dificuldade dos desafios e da velocidade necessária para manutenção e avanço dos negócios. Pode-se considerar que a legislação trabalhista brasileira é muito nova e que foi desenvolvida e impulsionada pela necessidade de se combater a grande quantidade de acidentes e sequelas sociais deixadas pelas péssimas condições de trabalho trazidas pela revolução industrial. No Brasil, a publicação da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT é considerada um marco para a legislação, uma vez que ela aproximou as legislações sobre o direito trabalhista com as normas de saúde no trabalho. Contudo, apenas com a Lei 6.514/77, está passou a ter forças para investigar e prevenir as causas dos acidentes do trabalho, sobretudo com a publicação da Portaria 3.214 que aprovou as Normas Regulamentadoras – NRs. O objetivo desse trabalho foi analisar o funcionamento de uma ETE seguindo os padrões de lançamento de efluentes, conforme determinado pela Resolução Conama 430/2011 e de segurança do trabalho realizando um mapeamento dos riscos ocupacionais e relacionando-os com as normas regulamentadoras classificadas como especiais. Para tanto foi efetuado um levantamento das análises físico-químicas, realizadas pelo laboratório químico central da empresa responsável pela unidade em estudo que contemplaram os parâmetros de temperatura, pH, DBO, sólidos sedimentáveis óleos e graxas, referentes aos anos de 2017, 2018 e 2019. Em seguida foi realizada uma análise dos dados a fim de verificar se os resultados atendem aos parâmetros estabelecidos pela Resolução Conama 430/2011, o que evidenciou que 95% dos parâmetros estudados estão de acordo com os requisitos estabelecidos pela referida resolução. A fim de conhecer os riscos ocupacionais presentes na unidade foi realizado um mapeamento e desenvolvido um quadro associando os riscos com as respectivas normas regulamentadoras especiais e comparando-os com a ficha de dados de riscos internacionais da OIT (2000), bem como com o estudo de Scandela et al. (2018). O que evidenciou que os riscos ocupacionais identificados estão associados a 10 normas regulamentadoras classificadas como especiais, dentre elas estão as normas regulamentadoras 06, 15, 24, 33, 35. Por fim, foi elaborado um quadro referente a gestão integrada entre meio ambiente e segurança do trabalho que elencou possíveis cenários de risco e as consequências para o meio ambiente, além das ações mitigadoras.

**Palavras-chave:** Normas Regulamentadoras Especiais; Resolução Conama 430/2011; Riscos Ocupacionais.

## Integrated management in the sewage treatment station: an environmental and work safety perspective

Numerous changes in the global scenario drive institutions to update, manage changes and provide the emergence of new services in a sustainable way. This scenario brings new stimuli to organizations, with the increase in the difficulty of the challenges and the speed needed to maintain and advance the business. It can be considered that Brazilian labor legislation is very new and that it was developed and driven by the need to combat the large number of accidents and social consequences left by the terrible working conditions brought about by the industrial revolution. In Brazil, the publication of the Consolidation of Labor Laws - CLT is considered a milestone for legislation, since it brought legislation on labor law closer to health standards at work. However, only with Law 6,514/77, it started to have the strength to investigate and prevent the causes of work accidents, especially with the publication of Ordinance 3,214 that approved the Regulatory Norms - NRs. The objective of this work was to analyze the functioning of an ETE following the effluent discharge standards, as determined by Conama Resolution 430/2011 and safety at work, mapping occupational risks and relating them to regulatory standards classified as special. For this purpose, a survey of the physical-chemical analyzes was carried out, carried out by the central chemical laboratory of the company responsible for the unit under study, which included the parameters of temperature, pH, BOD, sedimentable solids, oils and greases, referring to the years 2017, 2018 and 2019. Then, an analysis of the data was carried out in order to verify if the results meet the parameters established by Conama Resolution 430/2011, which showed that 95% of the parameters studied are in accordance with the requirements established by that resolution. In order to know the occupational risks present in the unit, a mapping was carried out and a table was developed associating the risks with the respective special regulatory norms and comparing them with the ILO's international risk data sheet (2000), as well as with the study of Scandela et al. (2018). What showed that the identified occupational risks are associated with 10 regulatory standards classified as special, among them are the regulatory standards 06, 15, 24, 33, 35. Finally, a table was prepared regarding the integrated management between environment and safety of the work that listed possible risk scenarios and consequences for the environment, in addition to mitigating actions.


**Keywords:** Special Regulatory Standards; Conama Resolucion 430/2011; Occupational Risks.


Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **02/07/2021**

Approved: **28/07/2021**


Reviewed anonymously in the process of blind peer.

**Kallyne Késia oliveira dos Santos Melo**   
Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3400568094424968>  
<http://orcid.org/0000-0002-7271-856X>  
[kallyneks@gmail.com](mailto:kallyneks@gmail.com)

**Eduardo Antonio Maia Lins**   
Instituto Federal de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6148771863554184>  
<https://orcid.org/0000-0002-9108-4179>  
[eduardomaialins@gmail.com](mailto:eduardomaialins@gmail.com)

**Juliana Morais**  
Instituto Federal de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/9252933079783724>  
[julianamorais@recife.ifpe.edu.br](mailto:julianamorais@recife.ifpe.edu.br)

**David Douglas Alves de Melo**  
Universidade de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0326527713422042>  
[daviddouglasamelo@gmail.com](mailto:daviddouglasamelo@gmail.com)

**Alessandra Lee Barbosa Firmo**   
Instituto Federal de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2847904182166714>  
<https://orcid.org/0000-0003-1127-2805>  
[alessandra.lee@gmail.com](mailto:alessandra.lee@gmail.com)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.007.0026

### Referencing this:

SANTOS, K. K. O.; LINS, E. A. M.; MORAIS, J.; MELO, D. D. A.; FIRMO, A. L. B.. A gestão integrada na estação de tratamento de esgoto: uma perspectiva ambiental e de segurança do trabalho. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.7, p.279-290, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.007.0026>

## **INTRODUÇÃO**

A demanda por fontes de energias alternativas é objeto de pesquisas recorrentes. Aspectos como os impactos ambientais e os altos custos relacionados a essas fontes propulsionam alteração na matriz energética mundial (PENTEADO et al., 2018). As questões ambientais possuem um papel essencial na imagem das empresas, sendo consideradas como um diferencial competitivo. É notória a importância da conservação dos recursos hídricos, para a manutenção da qualidade de vida, de modo a evitar o seu uso indiscriminado e possibilitar seus usos múltiplos, destinando a água de maneira sustentável após o uso. Normalmente, a água utilizada é despejada como esgoto, por isso é fundamental que o efluente receba tratamento adequado em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) antes de ser lançado no meio ambiente (LOPES, 2015).

Para que os efluentes possam ser reutilizados ou lançados no meio ambiente, devem ser obedecidos os padrões na legislação. Em nível nacional há a Resolução CONAMA nº 430/ 2011, que em seu art. 16 estabelece requisitos de modo que efluentes de qualquer fonte poluidora possam ser lançados diretamente no corpo receptor se obedecerem às condições e padrões estabelecidos (SÁ et al., 2015). A degradação dos efluentes domésticos é fundamentalmente biológica, e a partir dos aspectos destes resíduos pode-se melhorar as estações de tratamento de esgotos (ETEs) a fim de atender aos parâmetros exigidos pela legislação ambiental brasileira (AMÂNCIO et al., 2018).

Atividades laborais que envolvem o uso ou manejo de agentes biológicos apresentam grande exposição a riscos biológicos. Em uma estação de tratamento de esgoto os micro-organismos estão presentes em diversas atividades e fazem parte do processo de tratamento do efluente, estando os operadores expostos durante o período de trabalho e vulneráveis a adquirirem doenças (ALBUQUERQUE et al., 2019). O método de degradação biológica da matéria orgânica, na digestão anaeróbia, produz subprodutos como o biogás. Composto por diversas substâncias, em diferentes proporções, o biogás advindo do reator UASB é formado predominantemente por metano (70 a 81%), nitrogênio (10 a 25%) e gás carbônico (6 a 14%), sendo o biogás, em reduzido volume, composto também por pequenas quantidades de hidrogênio (0 a 3%), gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) (233 a 2.470 ppm) e outros gases (BRASIL, 2017).

Dados do Observatório Digital de Segurança e Saúde do Trabalho mostram que a cada três horas e quarenta minutos uma morte por acidente de trabalho é registrada no Brasil, levando o país a contribuir com as estatísticas de índices alarmantes. Além do impacto na vida das pessoas e de suas famílias, as mortes provocadas por acidentes ou doenças do trabalho afetam a economia mundial, representando, aproximadamente, 4% do Produto Interno Bruto global, anualmente. Estima-se que mais de 2,78 milhões de pessoas morrem, por ano, em consequência de acidentes de trabalho ou doenças profissionais no mundo (OIT, 2019).

Para a Organização Internacional do Trabalho (OIT), a segurança e saúde no trabalho pode desempenhar um papel fundamental para o desenvolvimento sustentável, contribuindo para a proteção dos direitos laborais e promoção de ambientes de trabalho seguros e protegidos para todos os trabalhadores (OIT, 2019).

Nesse contexto, considerando a necessidade de desenvolver estratégias de prevenção e dar uma resposta global ao cenário de acidentes do trabalho, a OIT promove a uniformização da legislação laboral, incluindo um patamar mínimo universal de proteção para assegurar um meio ambiente de trabalho seguro e saudável com o objetivo de garantir a produtividade e conseqüentemente o desenvolvimento socioeconômico de modo sustentável (VASCONCELOS FILHO et al., 2016).

A abordagem e desenvolvimento de temas referentes ao meio ambiente, saúde e trabalho é de extrema relevância para uma integração entre as dimensões sociopolítica, cultural e econômica, uma vez que, a partir disso, é possível trabalhar as limitações existentes entre o orgânico e o social, o técnico científico e o tradicional. A segurança do trabalho é capaz de promover, de pequenos escritórios a grandes fábricas e indústrias, um local de trabalho mais seguro e eficaz para todas as pessoas que convivem nesses ambientes. Promovendo uma maior motivação para a realização e o desenvolvimento das atividades (MELO et al., 2017).

Portanto é de fundamental relevância um estudo que busque analisar o funcionamento de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) sob a ótica de questões ambientais e de segurança do trabalho que contemple a conformidade com os padrões de lançamento de efluentes e os principais pontos de riscos ocupacionais na referida estação de tratamento. Nesse contexto, busca-se contribuir para o avanço de critérios e recomendações, que poderão nortear os gestores responsáveis no cumprimento das suas respectivas responsabilidades propondo melhoria e inovações para o setor em questão.

## METODOLOGIA

A Estação de Tratamento de esgoto, objeto desse estudo, consiste em uma unidade responsável pelo esgotamento sanitário que através de processos físicos, químicos e biológicos removem as cargas poluentes do esgoto. O estudo foi desenvolvido em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de uma empresa do setor responsável que atende a uma cidade localizada no nordeste brasileiro. A referida unidade possui empregados em jornada de trabalho de 24 x 72 horas, sendo que cada unidade possui um empregado responsável pela operação da unidade por plantão, totalizando quatro empregados por ETE. A referida unidade recebe esgoto 100% doméstico. O Quadro 1 retrata as principais características da ETE em estudo.

**Quadro 1:** Características da unidade em estudo.

População atendida	12.307 hab
Clima	Semiárido
Vazões de efluente máxima	33,03 L/s = 2.853,79 m <sup>3</sup> /dia
média diária	19,35L/s= 1.671,84 m <sup>3</sup> /dia
velocidade ascensional nos desarenadores para a vazão máxima afluente	1,00 cm/s
concentração da DBO afluente aos reatores UASB	368,07 mg/L
Eficiência dos reatores n remoção de DBO	68,38%
Concentração de DBO efluente dos reatores	116,39 mg/L
Velocidade crítica de sedimentação nos decantadores	0,03 cm/s
Concentração de lodo de descarte dos UASBs para o leito de secagem	4,00%
Carga orgânica média aplicada	615,35 KgDBO/m <sup>3</sup> .dia
Taxa de aplicação média da carga orgânica por reator	4,81 KgDBO/dia
Tipologia da ETE	100% doméstico

A unidade será chamada pelo nome fictício de “ETE Alfa”. Inicialmente foi realizado um levantamento

das etapas de tratamento de esgoto realizadas na ETE Alfa através de leitura do manual de operação existente na unidade. Em seguida foi efetuado um estudo com base nos dados obtidos nas análises químicas, realizadas pelo laboratório químico central da empresa responsável pela unidade em estudo, referentes aos anos de 2017, 2018 e 2019 a fim de avaliar o atendimento aos requisitos legais estabelecidos pelo Art. 16 da resolução Conama 430/2011.

Os dados de temperatura referente ao ano de 2017 foram disponibilizados de janeiro a dezembro, para o ano de 2018 de janeiro a outubro e para 2019 foram disponibilizados os dados de julho e setembro. Os dados de pH, DBO e sólidos sedimentáveis foram disponibilizados de janeiro a dezembro nos três anos. Para o parâmetro de óleos e graxa foram disponibilizados dados de janeiro a dezembro de 2017, de janeiro a julho para 2018 e de abril a dezembro para 2019.

A coleta das informações, referentes às normas regulamentadoras, foi realizada a partir de uma visita técnica, a qual se destinou a conhecer o local e o objeto de estudo. A fim de conhecer os riscos ocupacionais presentes na unidade foi realizado um mapeamento dos riscos ocupacionais e desenvolvido um quadro associando os riscos com as respectivas normas regulamentadoras especiais e comparando-os com a ficha de dados de riscos internacionais da OIT (2000), bem como com o estudo de Scandelai et al. (2018) intitulado de Diagnósticos de riscos ambientais em estação de tratamento de efluentes no município de Maringá-PR. Para a classificação dos riscos identificados, utilizou-se o conceito existente na Norma Regulamentadora 09 (BRASIL, 2019) e no quadro estabelecido pela portaria nº25 (Brasil, 1994). Com o intuito de contribuir com a gestão integrada de segurança e meio ambiente foram relacionados os possíveis cenários ambientais que causam impacto na segurança e saúde do trabalhador.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as etapas de tratamento de esgoto, a realização das análises físicas e químicas, permite o acompanhamento da eficiência do efluente e evidencia a necessidade, ou não, de execução de medidas preventivas e/ou corretivas (MICHALAKE et al., 2016). As características apresentadas na Tabela 1, compreendem os valores mínimo e máximo dos resultados, das análises realizadas e fornecidas pelo laboratório central da unidade em estudo dos parâmetros referentes a temperatura, pH, alcalinidade, eficiência da remoção de DBO, eficiência de remoção de DQO, sólidos sedimentáveis, sólidos totais, sólidos fixos, fósforo e óleos e graxas.

**Tabela 1:** Resultado do Monitoramento dos parâmetros temperatura, pH, alcalinidade, Ef. de remoção de DBO, ef. de remoção de DQO, sólidos sedimentáveis, sólidos totais, sólidos fixos, P, óleos e graxas.

Parâmetros	2017		2018		2019	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	24	30	23	28	25	25
pH	6,4	8,2	6,4	7,5	6	7,7
Alcalinidade (mg)	55	1606	134	908	16	676
Ef. Remoção de DBO (%)	82	98	71	98	36	98
Ef. Remoção de DQO (%)	64	98	63	98	48	95
Sólidos sedimentáveis (ml/l)	0,0	5,5	0,0	5,5	0,0	3,5
Sólidos Totais (mg/l)	1074	2434	659,0	1032	813,0	2088
Sólidos fixos (mg/l)	884	2019	401,0	836	609,0	1992

P (mg/l)	1,5	3	2,5	3	0,8	3,5
óleos e graxas	0,2	46,9	0,1	3	1,0	70,4

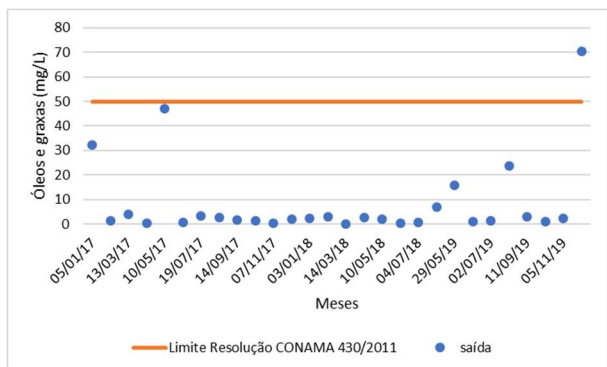


Figura 1: Óleos e graxas das amostras ETE Alfa 2017, 2018 e 2019.

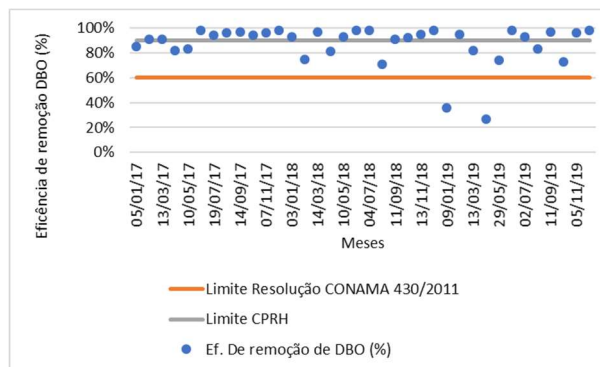


Figura 2: Eficiência de redução de DBO da ETE Alfa nos anos de 2017, 2018 e 2019.

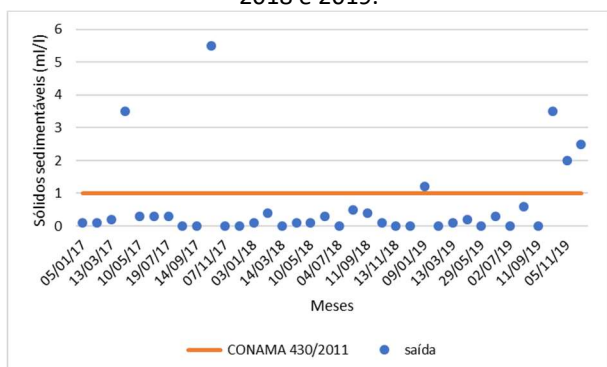


Figura 3: Sólidos Sedimentáveis das amostras ETE Alfa 2017, 2018 e 2019.

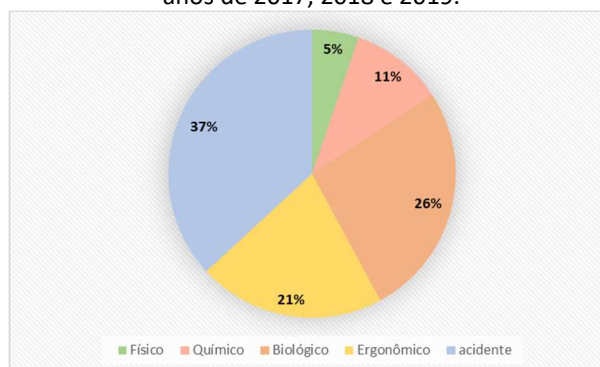


Figura 41: Riscos ocupacionais identificados na ETE Alfa.

**Quadro 2:** Comparativo de riscos associados às normas regulamentadoras especiais.

Risco	Causa	OIT (2000)	Scandela et al. (2018)	Norma regulamentadora especial relacionada
Físico	Ruído	X	_	NR 15, NR 06
Químico	Substâncias, compostos e produtos químicos em geral.	X	X	NR 15, NR 06
Biológico	Fungos, bactérias, protozoários, parasitas	X	X	NR 15, NR 06
Acidente	Arranjo físico inadequado, queda, eletricidade, iluminação inadequada, probabilidade de incêndio ou explosão, animais peçonhentos.	X	X	NR 6, NR 8, NR 10, NR 33, NR 35, NR 12, NR 23, NR 26
Ergonômico	postura inadequada, Esforço excessivo.	X	_	NR 24

Fonte: Adaptado de Scandela et al. (2018).

**Quadro 3:** Possíveis cenários de riscos ambientais com impacto na segurança e saúde do trabalhador.

Cenários de riscos	Classificação de risco ocupacional	Consequências para o meio ambiente	Ações mitigadoras
Transbordamento de esgoto bruto	Risco biológico/ risco de acidente	Contaminação do solo por esgoto	Manutenção e limpeza preventiva nas grades
Vazamento de Esgoto em Tratamento	Risco biológico/ risco de acidente	Contaminação do solo por esgoto	Manutenção e limpeza preventiva
Incêndio	Risco de acidente	Resíduos dos produtos	Manutenção dos sistemas de prevenção e combate ao incêndio.
Liberção de gás sulfídrico (H <sub>2</sub> S) nos digestores	Risco de acidente	Poluição atmosférica	Manutenção dos queimadores e alternativas de utilização dos gases.
Transporte de resíduos	Risco biológico/ risco de acidente	Liberção de resíduos ao longo do trajeto	Treinamento e manutenção preventiva de caçambas e caminhões.
Ruído	Risco físico	Poluição sonora.	Instalação de barreiras absorvedoras de ruído e utilização de EPI

Michalake et al. (2016), estudaram as seguintes análises: SST, SS, DQO e DBO. O estudo foi realizado em uma Estação de tratamento de esgoto pertencente a Sanepar e localizado na cidade de Curitiba (PR).

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica e descritiva onde foram comparados os dados da ETE Belém durante o período de 10 anos que compreendeu os anos entre 2003 e 2013. Considerando o DBO observou-se que a carga do esgoto bruto (afluente) coletada por essa ETE apresentou uma redução da ordem de 5,0% considerando o intervalo de tempo de dez anos, onde passou a lançar, seletivamente nos esgotos, cargas orgânicas menores. Para o efluente lançado no corpo receptor, esse valor também foi reduzido em 35%, e passou de 32,21 para 21 mg/l. As suas reduções, durante os anos estudados, do esgoto bruto para o tratado, foram entre 89,70 e 92,95%. Quanto aos parâmetros de sólidos totais e sedimentáveis verificou-se que os parâmetros avaliados tiveram uma melhora significativa nos anos entre (2003 - 2013) estando de acordo com a legislação pertinente.

Conforme as Figuras 1, 2 e 3, os dados referentes a óleos e graxas, sólidos sedimentáveis, e a eficiência de redução de DBO apresentaram dados incompatíveis com os parâmetros mínimos exigidos. A eficiência de redução de DBO apresentou no ano de 2019, análises referentes ao mês de janeiro e abril que não atenderam ao percentual mínimo de eficiência de remoção da DBO. Quanto aos anos de 2017 e 2018 é demonstrado através dos dados que as análises atendem ao percentual de eficiência de remoção de DBO estabelecido pela Resolução CONAMA, uma vez que os valores estão superiores ao índice de remoção mínima de 60% de DBO.

Rouso et al. (2018), em sua pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho de remoção de poluentes de um sistema híbrido. O estudo ocorreu, através de um monitoramento físico-químico realizado por 70 semanas, em uma estação elevatória de esgoto localizada em Florianópolis. Nessa pesquisa foram avaliados os seguintes parâmetros: pH, Alcalinidade, DQO, SST, P-PO4-, N-NH4+, N-NO3- e NT. O monitoramento revelou que o efluente final do sistema híbrido se mostrou apto para lançamento em corpos hídricos segundo verificou que a aptidão de lançamento do efluente tratado mostrou-se dentro dos parâmetros estabelecidos pela Resolução Conama nº 430/2011.

Para Del-Guercio et al. (2017), o efluente advindo de centros urbanos reflete os hábitos de vida da população e a frequência com que novos tipos de contaminantes são elaborados e lançados no meio ambiente. Segundo os pesquisadores, o esgoto doméstico apresenta, além do alto teor de matéria orgânica e patógenos, contaminantes utilizados em grandes quantidades em nosso cotidiano, como produtos de higiene pessoal, limpeza doméstica e medicamentos.

Segundo Soares (2010), um dos motivos associados a uma redução na eficiência de estações de tratamento são as oscilações de vazão e de carga a montante do reator biológico, uma vez que elas podem sobrecarregar os reatores ou demandar uma quantidade extra de oxigênio dissolvido. Para Colares et al. (2013), os fatores que podem influenciar para baixa remoção de DBO podem estar relacionados a qualidade do esgoto bruto na entrada do sistema, devido à ausência de tratamento preliminar, como também, em virtude dos picos de vazão e a quantidade de sólidos no interior dos tanques, que reduz o tempo de detenção hidráulica dos ao longo do experimento.

A fim de identificar os riscos ocupacionais presentes na Estação de tratamento de esgoto foi realizado um mapeamento dos riscos ocupacionais, sendo encontrados os cinco tipos de riscos na referida unidade.

Conforme apresentado na Figura 4 o risco de acidente correspondeu a 37%, seguido do risco biológico 26%, risco ergonômico 21%, risco químico 11% e o risco físico que correspondeu a 5%. Bavaresco (2018), durante o seu estudo em Estações de tratamento de água, identificou a presença de riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes. Sendo a etapa de preparação e dosagem, que possui a presença de produção químicos, a que apresentou o maior número de riscos. Para Garcia (2018), as atividades que expõem o trabalhador a riscos biológicos compreendem a limpeza manual dos sistemas de gradeamento e desarenação, medição manual da vazão de entrada de esgoto bruto, remoção de óleos e graxas sobrenadantes, limpeza de decantadores, aeração superficial, deságue de lodo. Trabalhadores que laboram em estações de tratamento de esgoto estão expostos a uma grande variedade de poluentes que podem conter agentes biológicos, desenvolvendo problemas respiratórios, gastrointestinais, gripes e diversos outros sintomas que podem estar associados à exposição a micro-organismos (ALBUQUERQUE et al., 2019).

Riscos biológicos são atividades laborais que compreendem o uso ou manipulação de agentes biológicos. Os micro-organismos estão presentes em diversos setores de uma ETE, uma vez que fazem parte da aceleração do processo de tratamento de efluentes. A fim de tornar o ambiente de trabalho mais seguro, devem ser determinados e cumpridos procedimentos que garantam a segurança e saúde dos colaboradores (ALBUQUERQUE et al., 2019).

O Quadro 2 retrata um comparativo de riscos associando-os às normas regulamentadoras especiais. Segundo Scandelai et al. (2018) apesar dos diversos estudos e da constante evolução, os dados de segurança do trabalho não consideram efetivamente todos os ramos da atividade industrial, sendo notória a escassez de dados técnicos e científicos que possibilitem analisar os riscos presentes no processo de tratamento de efluentes. A fim de que sejam reduzidas as consequências relacionadas aos riscos presentes durante a realização das atividades em estações de tratamento de esgoto os colaboradores devem receber os equipamentos de proteção individual e serem educados quanto a correta utilização dos mesmos, conforme determinado pela NR 06 (HALEEMA, 2019).

O risco físico, identificado na unidade, teve como causa o ruído proveniente das bombas e está relacionado com as Normas Regulamentadoras especiais que de Equipamento de proteção individual e atividades e operações insalubres. Também esteve associado a essas normas regulamentadoras o risco químico e o biológico que foram identificados nas etapas de tratamento do efluente, sendo o risco químico representado pelo dicloro que é utilizado nas tinas e o risco biológico representado pelos fungos, bactérias, protozoários e demais que estão presentes no processo de tratamento da referida unidade.

Para Sonego et al. (2016), dentre as doenças ocupacionais existentes, que podem ser evitadas através do uso de EPI, pode ser citada a perda auditiva induzida por ruído ocupacional – PAIR. Para o pesquisador, é extremamente importante que as empresas reconheçam os colaboradores que estão expostos ao ruído, além de instruí-los quanto ao uso de EPI. Uma vez que, para os pesquisadores essas são formas complementares que auxiliam a prevenção de doenças e acidentes do trabalho.

O risco de acidente apresentou a maior associação com as normas regulamentadoras especiais, estando presente além das normas que tratam de equipamento de proteção individual e atividades

insalubres, as normas referentes a edificações, segurança em instalações e serviços em eletricidade, segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, proteção contra incêndios e segurança e saúde nos espaços confinados. De acordo com o Grupo especial de apoio à fiscalização (GEAF, 2012), os riscos associados aos processos de tratamento de esgoto variam de acordo com as características da planta da unidade de tratamento e com os produtos químicos utilizados em cada etapa. Conforme o estudo realizado pelos profissionais, o risco de acidente também apresentou uma maior incidência e contemplou as contusões e quedas, explosões em atmosferas contendo metano e H<sub>2</sub>S, como espaços confinados e reatores anaeróbicos, choques elétricos, dentre outros. Também foram identificados os riscos físicos, químicos, ergonômicos e biológicos.

Segundo o Guia técnico da NR 33 do Ministério da economia, para ser caracterizado como espaço confinado, o local não deve ser destinado para a ocupação humana contínua, deve possuir meios restritos, limitados, parcialmente obstruídos ou providos de obstáculos na entrada e/ou saída, além de existir a possibilidade de ocorrer uma atmosfera perigosa (BRASIL, 2013). Esses espaços devem ser considerados inseguros para a entrada até que possuam as condições mínimas de segurança. Nesses ambientes, só é permitida a entrada após avaliação atmosférica com emissão da permissão de entrada e trabalho – PET, além disso deve existir sinalização com informação clara e permanente, proibindo a entrada de pessoas não autorizadas no interior do espaço confinado. Ao paralisar os trabalhos devem ser previstos dispositivos que impeçam a entrada no ambiente inseguro, devendo o trabalho começar, permanecer e finalizar em condições seguras (ALMEIDA, 2018).

Seguindo as orientações estabelecidas pelas legislações federal, estadual e municipal os equipamentos utilizados no tratamento de efluentes devem ser instalados de acordo com os parâmetros mínimos de segurança. Em operações de manutenção e limpeza de decantadores, por exemplo, devem ser observados os requisitos mínimos estabelecidos pela Norma Regulamentadora 33. Além disso, esses equipamentos devem possuir, quando necessário, meios de acesso permanente como guarda corpo, rodapé e escada, seguindo as orientações fornecidas pela Norma Regulamentadora 12 (ABRAMEQ, 2014).

Para Barbosa et al. (2017), a utilização e o conhecimento acerca do EPI é de extrema importância, uma vez que as consequências em caso de acidente podem ser minimizadas. Segundo Malta et al. (2015), em acidentes de trânsito, uma das maiores causas para lesões e mortes no trânsito é além da velocidade excessiva, o não uso de equipamentos de proteção, como cintos de segurança, capacetes e dispositivos de retenção de crianças.

A Norma Regulamentadora 06 que trata de equipamento de proteção individual - EPI estabelece na sua redação parâmetros mínimos que devem ser cumpridos por empregadores e empregados. Dentre os parâmetros estabelecidos estão a obrigatoriedade de fornecimento de EPI por parte dos empregadores, além da obrigatoriedade de uso por parte dos empregados. Além disso, todo EPI só pode ser posto à venda caso possua certificado de aprovação – CA válido (CAMISASSA, 2019). Para Camargo (2018), os acidentes de trabalho que envolvem trabalho em altura são causados por atos inseguros dos colaboradores e por falta de fiscalização por parte do empregador. Para que sejam evitados, as empresas devem conscientizar e capacitar



seus colaboradores, a fim de que possam reconhecer os cenários de risco nos ambientes de trabalho.

Quanto ao risco ergonômico identificado na unidade e decorrente de postura inadequada e Esforço excessivo, foi associada a norma regulamentadora especial que trata das condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho. Essa norma abrange os mobiliários disponibilizados para os colaboradores, sendo a cadeira de trabalho inadequada e umas das causadoras da postura inadequada. É ressaltado que o risco ergonômico está diretamente associado à norma regulamentadora 17, que trata de ergonomia. No entanto, por se tratar de uma norma regulamentadora classificada como geral não foi associada e inserida no Quadro 6. Para Calvet et al. (2018), a ergonomia busca a solução de projetos e adaptações com o intuito de assegurar o conforto, estando nesse sentido a ergonomia diretamente relacionada ao espaço, uma vez que une tanto as características da população quanto ao dimensionamento do espaço.

O Quadro 3 retrata os possíveis cenários ambientais que causam impacto na segurança e saúde do trabalhador e evidencia a relevância da Gestão integrada entre segurança e meio ambiente. Para Aziz et al. (2015), fatores como comunicação, atitude e custo são os aspectos mais importantes para se ter um efetivo sistema de gestão de segurança nos sistemas de esgotamento sanitário. Os pesquisadores ainda afirmam que para melhoria dos processos relacionados à segurança e saúde no trabalho - SST é necessário o aumento de campanhas de conscientização sobre SST, estabelecimentos de programas de treinamento que envolvam também as empresas terceirizadas, utilização de tecnologia da informação para divulgação de informações de SST.

Para Castanheira et al. (2015), dentre os impactos ambientais provocados por uma ETE devem ser considerados aspectos como possíveis odores, ruído e geração de tráfego que podem causar impactos negativos para a população vizinha. Uma avaliação integrada é de extrema relevância, uma vez que é construído um instrumento de avaliação que considera impactos socioambientais pela operação das estações de tratamento de esgoto mediante o uso de métodos de avaliação e análise preliminar de perigo (MOURA et al., 2020).

Pinto (2017), em sua pesquisa teve como objetivo principal identificar as ações voltadas à segurança do trabalho e meio ambiente das oficinas de reparação mecânica automotiva do município de Francisco Beltrão- PR propondo um plano de ação para sua melhoria. Para a coleta de dados foram realizadas visitas em 19 oficinas mecânicas. Durante a inspeção foi identificado que havia irregularidades no que tange a gestão ambiental, uma vez que não havia medidas preventivas contra o vazamento de resíduos perigosos no solo, sendo possível identificar manchas no piso provocadas pelo vazamento de substâncias perigosas. Além disso, a disposição de EPI estava sendo realizada de forma irregular, já que os equipamentos considerados impróprios não estavam sendo destinados às empresas legalmente autorizadas. Quanto a disponibilização de equipamento de proteção individual – EPI para seus colaboradores apenas 17 das 19 oficinas analisadas fornecem o EPI para seus funcionários. No entanto 16 oficinas não dispõem de treinamentos para uso desses materiais. No levantamento de riscos ocupacionais realizado foram identificados os seguintes riscos: físico, químico, ergonômico e de acidente.

Segundo Job et al. (2020), os Sistemas de Gestão de Segurança equivalem ao conjunto de políticas,

estratégias e procedimentos referentes a uma determinada organização, que por levar a um nível de análise organizacional, engloba os alicerces de administração e gestão. Logo, deve ser levado em conta questões que considerem não apenas se os trabalhadores são envolvidos com as temáticas de segurança e desenvolvimento do sistema de gestão da segurança, mas também a forma como essa participação é incentivada por esse sistema.

## **CONCLUSÕES**

O presente artigo avaliou a eficiência da gestão integrada segurança e meio ambiente da ETE Alfa que fica localizada no nordeste brasileiro. Inicialmente foi realizada a descrição das etapas de tratamento de esgoto na Estação de tratamento Alfa a fim de conhecer o funcionamento da ETE estudada. Nesse momento, foi identificado que a ETE Alfa é composta pelas etapas de pré-tratamento, reatores UASB, reatores anaeróbios, leitos de secagem e instalações de desinfecção. Considerando os Parâmetros utilizados para a avaliação da gestão do meio ambiente, foi verificado que a ETE Alfa não atende a todos os parâmetros exigidos pela Resolução Conama, uma vez que o resultado apresentado para o parâmetro de sólidos sedimentáveis em janeiro de 2019 e para o parâmetro de óleos e graxas em dezembro de 2019 evidenciaram níveis superiores ao exigido pela Resolução Conama 430/2011. Além disso, os resultados de DBO, apresentaram nos anos de 2017, 2018 e 2019 uma eficiência máxima de 98%.

Quanto a temática referente a gestão de segurança do trabalho no que tange as normas de abrangência especial foi identificada a presença dos cinco tipos de riscos ocupacionais sendo eles: físico, químico, biológico, ergonômico e de acidente. Esses riscos foram associados às respectivas normas regulamentadoras, que classificadas como normas especiais, recomendam as condições mínimas de segurança que devem ser adotadas. Quando comparados com os riscos ocupacionais que foram citados pela Ficha de dados de riscos internacionais da OIT (2019) e com o artigo científico de Scandelai et al. (2018) foi observado que cerca de 100% dos riscos identificados na ETE Alfa estavam descritos nas referidas pesquisas. Evidenciando que apesar do distanciamento de tempo entre os estudos, os riscos identificados naquelas pesquisas permanecem presentes nessa, sendo de extrema relevância estudos que contemplem a temática de segurança e saúde do trabalhador em Estações de tratamento de esgoto.

A fim de evidenciar que o não atendimento aos requisitos ambientais podem gerar impactos à segurança do trabalho foi verificado através do Quadro 3, possíveis cenários de risco que podem gerar impactos no meio ambiente e a segurança do trabalhador simultaneamente. Reiterando a importância de uma gestão integrada que contemple aspectos referente ao meio ambiente e à saúde do trabalhador.

Por fim com o objetivo de aprimorar os sistemas de gestão integrada quanto as temáticas de segurança do trabalho e meio ambiente, recomendam-se novos estudos em outras estações de tratamento de esgoto de maneira que as boas práticas sejam ainda mais disseminadas. Uma vez que, investir na qualidade do saneamento, tratamento e na segurança e saúde dos trabalhadores, é algo que não poderá ficar em segundo plano nas ações de gestão integrada das diversas unidades de tratamento de esgoto de todo o mundo.

## REFERÊNCIAS

- ABRAMEQ. Associação Brasileira das Máquinas e Equipamentos para os Setores de Couro, Calçados e Afins. **Cartilha NR 12 Segurança em máquinas para couro e tratamento de efluentes**. Novo Hamburgo: ABRAMEQ, 2014.
- ALBUQUERQUE, P. H.; BRAGA, E. M.; MASCAENHAS, D. L.; ALENCAR, D. B.; NASCIMENTO, M. H. R.; BRITO JUNIOR, J. A.. Biological Risk Analysis in a Waste Treatment Company in Manaus-AM. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v.6, n.8, 2019. DOI: <http://doi.org/10.22161/ijaers.68.12>
- ALMEIDA, L. A. S.. **Monitoramento dos gases existente em espaço confinado de uma unidade armazenadora de grãos**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2018.
- AMÂNCIO, D. V.; RODRIGUES, F. N.; RIBEIRO, K. D.; COELHO, G.. Caracterização do lodo gerado numa estação de tratamento de água. **Sustentare**, v.1, n.1, p.29-44, 2018.
- AZIZ, A. A.; BARUJI, M. E.; ABDULLAH, M.; HIM, N.; YUSOF, N. M.. An initial study on accident rate in the workplace through occupational safety and health management in sewerage services. **International Journal of Business and Social Science**, v.6, n.2, 2015.
- BARBOSA, A. D. A.; FERREIRA, A. M.; MARTINS, E. N. X.; BEZERRA, A. M. F.; BEZERRA, J. A. L.. Percepção do enfermeiro acerca do uso de equipamentos de proteção individual em hospital paraibano. **Revista Brasileira de Educação e Saúde**, v.7, n.1, p.01-08, 2017. DOI: <http://doi.org/10.18378/rebes.v7i1.4858>
- BAVARESCO, C. R.. **Análise preliminar de riscos em uma estação de tratamento de água: estudo de caso**. Engenharia Segurança do Trabalho-Florianópolis, 2018.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Guia técnico de aproveitamento energético de biogás em estações de tratamento de esgoto**. 2 ed. Brasília: Ministério das Cidades, 2017.
- BRASIL. Ministério do Trabalho. **Guia técnico da NR 33**. 2 ed. Brasília: MT, 2013.
- CALVET, J.; ABRAHÃO, J.. **Acessibilidade em edifícios de múltiplos usos mediada pela ergonomia**. 2018.
- CAMARGO, R. D.; BRAGA, E. S.; FERREIRA, A. F.; CARALHO, J. T.. Trabalho em altura X Acidentes de trabalho na Construção Civil. **Revista Eletrônica TECCEN**, v.11, n.2, p.09-15, 2018. DOI: <http://doi.org/10.21727/teccen.v11i2.1312>
- CAMISASSA, M. Q.. **Segurança e Saúde no Trabalho – NRs 1 a 37 – Comentadas e Descomplicadas**. 5 ed. São Paulo: Método, 2019.
- CASTANHEIRA, J. P. A.; BAYDUM, V. P. A.. Percepção dos Impactos Socioambientais da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Relatados pelos Moradores do Residencial Olho d'Água, Jaboatão dos Guararapes, PE. **Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, PE**, v.8, n.3, p.876-887, 2015.
- COLARES, C. J. G.; SANDRI, D.. Eficiência do tratamento de esgoto com tanques sépticos seguidos de leitos cultivados com diferentes meios de suporte. **Revista Ambiente & Água**, v.8, n.1, 2013.
- DEL-GUERCIO, A. M. F.; CHRISTOFOLETTI, C. A.; FONTANETTI, C. S.. Avaliação da eficiência do tratamento de esgoto doméstico pelo teste do micronúcleo em *Oreochromis niloticus* (Cichlidae). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.22, n.6, p.1121-1128, 2017.
- GARCIA, N. L. S.. **Análise dos riscos biológicos em estações de tratamento de esgoto sanitário**. 2018.
- GEAF. Grupo Especial de Apoio à Fiscalização. **Manual de Procedimentos Para Auditoria no Setor de Saneamento Básico**. Brasília: GEAF, 2002.
- HALEEMA, M.. An occupational health survey of sewage treatment plant workers of Dakshina Kannada, Karnataka. **International Journal of Community Medicine and Public Health**, v.6, n.4, p.1467, 2019.
- JOB, A.; SILVA, I.; MOREIRA, T.. Teste de um modelo de cultura de segurança na perspectiva das chefias. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v.22, n.2, p.250-270, 2020.
- LOPES, T. R.. **Caracterização do esgoto sanitário e lodo proveniente de reator anaeróbico e de lagoas de estabilização para avaliação da eficiência na remoção de contaminantes**. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental) - Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2015.
- MALTA, D. C.; ANDRADE, S. S. C. A.; GOMES, N.; SILVA, M. M. A.; MOARIS NETO, O. L.; REIS, A. A. C.; NARDI, A. C. F.. Injuries from traffic accidents and use of protection equipment in the Brazilian population, according to a population-based study. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.21, p.399-410, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1590/1413-81232015212.23742015>
- MELO, C. G.; FELICI, E. M.. Segurança do trabalho em uma escola primária: ergonomia para funcionários e segurança para crianças. In: COLLOQUIUM EXACTARUM. **Anais**. 2017. p.102-108.
- MICALAKE, A. E.; SILVA, C. R.; SILVA, F. F.. Análise dos parâmetros físico-químicos do esgoto tratado de Curitiba (PR) -Estação Belém. **Ciência e Natura**, v.38, n.3, p.1560-1569, 2016.
- MOURA, M. R. F.; SANTOS, F. M.; GALVÃO, C. O.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SILVA, S. R.. Segurança e vulnerabilidade hídrica: evoluções conceituais à luz da Gestão Integrada e Sustentável. **Ciência & Trópico**, v.44, n.1, 2020. DOI: [http://doi.org/10.33148/cetropicov44n1\(2020\)art6](http://doi.org/10.33148/cetropicov44n1(2020)art6)
- OIT. Organização Internacional do Trabalho. **Segurança e saúde no centro do futuro do trabalho**. Tirando partido de 100 anos de experiência. OIT, 2019.

PENTEADO, M. C.; SCHIRMER, W. N.; DOURADO, D. C.; GUERI, M. V. D.. Análise do potencial de geração de biogás a partir da biodigestão anaeróbia da vinhaça e bagaço de cana. **BIOFIX Scientific Journal**, v.3, n.1, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/biofix.v3i1.56013>

PINTO, B. V.. **Gestão ambiental e de segurança do trabalho em empresas de reparação automotiva de Francisco Beltrão-PR**. Monografia (Bacharelado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

ROUSSO, B. Z.; SANTOS, M. O.; FREITAS, M. N.; PELISSARI, C.; FECHINE, V. Y.; SEZERINO, P. H.. Avaliação de aptidão de lançamento do efluente tratado em sistema híbrido de wetlands construídos. **Tecno-Lógica**, v.22, n.1, p.30-34, 2018. DOI: <http://doi.org/10.17058/tecnolog.v22i1.10501>

SÁ, O. R.; OLIVEIRA, C. S.. Avaliação da eficiência do tratamento de efluentes em um abatedouro do município de Passos, MG, Brasil. **Ciência et Praxis**, v.8, n.16, p.13-20, 2015.

SCANDELAI, A. P. J.; PINAFF, C. D.; POLASTRI, P.; OKAWA, C. M. P.. Diagnóstico de riscos ambientais em estação de tratamento de efluentes no município de Maringá-PR. **REBRAST**, v.1, n.2, p.01-10, 2018.

SOARES, T. M.. **Desenvolvimento de controle avançado para processos de aeração por ar difuso visando aplicação em sistemas de tratamento de efluentes**. Dissertação (Mestrado) -Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

SONEGO, M. T.; SANTOS FILHA, V. A. V.; MORAES, A. B.. Personal protective equipment headphones: evaluation of effectiveness in workers exposed to noise. **Revista CEFAC: Atualização Científica em Fonoaudiologia e Educação**, v.18, n.3, p.667-677, 2016.

VASCONCELOS FILHO, O. A.; ARAÚJO, B. M. V.. Negociado versus legislado: o papel dos atores sociais contra a hegemonia do capital financeiro E A(In) sustentabilidade da relação de igualdade no processo negocial coletivo. **Revista do Direito do Trabalho e Meio Ambiente do Trabalho**, v.2, n.2, p.116-135, 2016.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.