

GESTÃO AMBIENTAL APLICADA NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE UMA INDÚSTRIA DE PAPELÃO: UM ESTUDO DE CASO

JEFFERSON DE SOUZA PINTO

UNICAMP - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

HENRIQUE JUNIO MARTINS LIMA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

VITÓRIA NOGUEROL BIAZETTO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

MARCIO LUCIANO MANDALHO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

JANAINA CARVALHO DO CARMO MADUREIRA DA SILVA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

1. Introdução

Uma preocupação recente com o meio ambiente e um endurecimento nas leis ambientais fez com que as empresas dessem uma maior importância nas consequências dos seus processos produtivos e na garantia de que seus efluentes líquidos, seus resíduos sólidos e as emissões atmosféricas não prejudiquem o ecossistema ao redor de suas instalações.

Com isso, grandes investimentos em planejamento e gestão ambiental estão sendo realizados, transformando um transtorno ou custo desnecessário, como anteriormente era visto por empresários, para uma oportunidade de retorno financeiro, com a conquista de certificações e selos ambientais que melhoram a imagem da empresa perante a sociedade (ANDREOLI, 2001).

A Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) Nº 357, de 17 de março de 2005, estabelece que, “os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostas nesta Resolução e em outras normas aplicáveis” (BRASIL, 2005).

Segundo Corrêa, Fonseca e Corrêa (2007), os processos de tratamento de efluentes tem como princípio separar os resíduos sólidos da parte líquida que após tratado possa ser liberado em corpos receptores sem causar danos ao meio ambiente. Esse resíduo sólido contém poluentes, nutrientes e contaminantes, que pode ser dividido e nomeado como lodo químico e biológico e que são subprodutos do tratamento que tem como produto principal a água tratada para ser descartada ou reaproveitada.

A partir desta resolução e leis ambientais, o planejamento e a implantação de sistemas de gestão ambiental tornaram-se obrigatórios e a implantação de estações de tratamento de efluentes transformou-se em um custo adicional para as empresas. Porém este tratamento de efluentes resultou em uma possibilidade de aproveitamento dos produtos e subprodutos gerados de forma que as empresas possam utilizá-lo para minimizar seus custos com insumos, como a água tratada e os resíduos sólidos que podem ser comercializados, garantindo uma fonte de renda capaz de operacionalizar o funcionamento desta estação.

Resíduos sólidos são definidos pela PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos – como qualquer produto orgânico resultante do tratamento de esgotos, que pode ser benéficamente utilizado ou reciclado. Conforme a análise de um dos subprocessos da gestão no tratamento de efluentes, o lodo biológico gera uma despesa extra, pois precisa contratar os serviços de uma empresa especializada em descarte de resíduos para que efetue a coleta e descarte desse subproduto.

De acordo com Pires e Matiazzo (2008) e Paredes Filho (2011), dentro das opções de disposição, a reutilização de resíduos é, sem dúvida, a opção mais interessante sob o ponto de vista econômico, ambiental e, muitas vezes, social. No Brasil, não é difundida a experiência de incorporar resíduos de esgoto e efluente aos solos, pois ainda são poucas as cidades dotadas de estações de tratamento de esgotos (MACIEL *et al.*, 2009; PAREDES FILHO, 2011). Em contrapartida, existe uma variedade de organismos em lodos biológicos, tais como vírus, bactérias, protozoários e helmintos, que devem ser reduzidos a níveis que não tragam problemas à saúde pública.

A técnica de compostagem é o processo de decomposição ou degradação de materiais orgânicos pela ação de micro-organismos em um meio naturalmente aerado (PAREDES FILHO, 2011). Pelegrino, Flizikowski e Souza (2008) descreve que as vantagens da compostagem de lodo biológico são muitas, podendo-se citar: economia de área em aterro sanitário, aumentando a sua vida útil; reaproveitamento agrícola da matéria orgânica; e reciclagem de nutrientes para o solo.

Neste contexto, o trabalho objetiva desenvolver uma análise da aplicação da Gestão Ambiental em uma indústria de papel ondulado com foco na Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos e sua sistemática. Como melhoria no sistema de gestão ambiental da empresa analisada a proposta é transformar o custo no recolhimento do lodo biológico em uma vantagem financeira transformando esse lodo biológico, por meio da compostagem em fertilizante agrícola.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Gestão Ambiental

A partir da década de 60, surge uma tormenta em relação ao futuro ambiental do planeta, levando à aparição de organizações e reuniões voltadas para as questões do meio ambiente, em 1996 finalmente é redigida a primeira versão da ISO 14001 (CARPINETTI e GEROLAMO, 2016).

A gestão ambiental tem por objetivo apoiar as empresas a identificar, gerenciar, monitorar e controlar questões ambientais realizando modificações nos processos industriais que causam impactos ambientais, as normas estão sendo introduzidas aos poucos nas indústrias e estão sendo aplicadas desde a concepção do produto. O setor privado, principalmente o segmento industrial, tem avançado no tratamento das problemáticas ambientais e hoje as certificações, como por exemplo, a ISO 14001, podem ser vistas como uma oportunidade de aumento de competitividade a partir do seu correto gerenciamento, contrapondo-se ao que há algum tempo atrás era visto apenas como custo (OLIVEIRA e SERRA, 2010).

Além disso, fatores sociais e econômicos das corporações estão relacionados principalmente à redução de risco financeiro das empresas, na forma de redução de multas, ações judiciais e fatores políticos que exercem pressões adicionais para a introdução do gerenciamento ambiental nas empresas. O programa impacta também em uma provável redução do custo da produção devido ao reaproveitamento da maior parte da matéria-prima, redução de custos com energia e água (BATÁRY *et al.*, 2015; BENNETT, 2016; CARPINETTI e GEROLAMO, 2016).

Um sistema de gestão ambiental pode ser descrito como um método pela qual as organizações de maneira estruturada atuam sobre suas operações para assegurar a proteção ambiental de acordo com as normas definidas pela *International Organization for Standardization* (ISO) e tem por objetivo propor ações para reduzir continuamente os impactos ambientais gerados pela produção industrial (CARPINETTI e GEROLAMO, 2016) garantindo assim o equilíbrio e proteção ambiental, prevendo a poluição e os potenciais problemas que esta poderia trazer para a sociedade e economia (OLIVEIRA e SERRA, 2010).

Muitas ferramentas que surgiram com a preocupação ambiental focalizam apenas o aspecto do ciclo de vida de produto, porém, elas podem ser utilizadas para mitigar impactos ambientais em todas as áreas fabris da empresa. Para isso é necessário que a administração ambiental seja realizada por meio de um SGA (Sistema de Gestão Ambiental) bem estruturado. Nesse sentido é que as empresas industriais que buscam a gestão ambiental vêm incorporando uma nova função administrativa em sua estrutura, com um corpo técnico específico e um sistema gerencial especializado. Essa nova função administrativa, um departamento ambiental na estrutura da organização, permite que a empresa industrial administre adequadamente suas relações com o meio ambiente, avaliando e corrigindo os problemas ambientais presentes, minimizando os impactos negativos futuros, integrando articuladamente todos os setores da empresa quanto aos imperativos ambientais e realizando um trabalho de comunicação ativo, interno e externo. Esse departamento promove programas

preventivos que se estendem por toda a organização, treina os empregados e promove a conscientização e responsabilidade ambiental em todos os níveis, monitora as operações continuamente e trabalha rapidamente para corrigir problemas assim que ocorrem. Também há uma grande ligação entre a função ambiental e os níveis mais altos de administração, por meio de relações de informações diretas, encontros periódicos ou laços informais (BARBIERI, 2004; DIAS, 2010; DONAIRE, 1999).

A implantação de um SGA faz com que o processo produtivo seja reavaliado continuamente, se refletindo na busca por procedimentos, mecanismos e padrões comportamentais menos nocivos ao meio ambiente (OLIVEIRA e SERRA, 2010). Um SGA pode ser definido como parte do sistema de gestão organizacional utilizado para projetar, implementar e gerenciar a política ambiental. Ele inclui elementos interdependentes, tais como a estrutura organizacional, a divisão de responsabilidades e o planejamento de práticas, procedimentos, processos e recursos necessários para a determinação da referida política e seus objetivos (OLIVEIRA e SERRA, 2010). O primeiro passo para a sua implementação é, discernir o impacto gerado pelo seu respectivo aspecto ambiental, ou seja, aquilo que será feito durante a produção que irá interagir de alguma forma com o meio ambiente, e analisar de forma preventiva as possíveis causas de impactos futuros depois de discernidos os aspectos e seus devidos impactos, torna-se possível a criação de ações que amenizarão ou eliminarão definitivamente o impacto ambiental e o seu respectivo aspecto ambiental, tais ações buscam sempre a redução, reutilização ou até mesmo a reciclagem (CARPINETTI e GEROLAMO, 2016; STREIT, SOLA e MACIEL, 2015).

Oliveira e Serra (2010) acrescentam que os SGAs são importantes ferramentas de identificação de problemas e soluções ambientais baseadas no conceito de melhoria contínua. Além de propor a assunção da responsabilidade social e da criação das circunstâncias para cumprimento da legislação vigente, estes sistemas possibilitam identificar oportunidades para reduzir o uso de materiais e energia, bem como melhorar a eficiência dos processos (OLIVEIRA e SERRA, 2010). A modernização ecológica vinculada a um SGA pode se dar na forma de melhoria ou inovação radical. A melhoria afeta dimensões diferentes, como intensidade de material, intensidade de transporte, intensidade de superfície ou intensidade de risco. Já a inovação está relacionada com o desenvolvimento de nova tecnologia que pode melhorar algumas ou todas as fases do ciclo de vida do produto (ACADEMIA PEARSON, 2011; FERREIRA *et al.*, 2015).

2.2. Norma ISO 14001:2015

A norma NBR ISO 14000 é constituída por uma série de normas que estabelecem um conjunto de requisitos necessários para que um SGA possibilite o desenvolvimento de políticas e objetivos de acordo com os aspectos legais e ambientais mais significativos, tendo como objetivo central determinar as diretrizes que irão garantir que as empresas (públicas ou privadas) estarão colocando o SGA em prática. Para conseguir a certificação ISO 14000, a empresa deve se comprometer com as leis previstas na legislação ambiental de seu país. Este certificado tem como finalidade simbolizar que determinada empresa tem uma preocupação e responsabilidade com o meio ambiente. Esse perfil empresarial é de grande ajuda no mercado, pois ele colabora com a valorização dos produtos e serviços oferecidos pela companhia, demonstrando certa preocupação com o desenvolvimento sustentável (ABNT, 2015).

A norma ISO 14000, de modo geral, apresenta diversas subseções, cada uma delas é dedicada a um ponto específico. Além da ISO 14001 que regulamenta o SGA podem-se citar a ISO 14004, destinada ao uso interno da empresa; ISO 14010, responsável pelas auditorias ambientais; ISO 14020, que especifica a rotulagem ambiental; a ISO 14031, destinada ao desempenho ambiental e a ISO 14040, com a análise do ciclo de vida. A ABNT NBR ISO

14001:2015 é considerada por muitos como a principal norma do grupo, ela garante a redução da carga de poluição gerada pelas organizações porque envolve a revisão de um processo produtivo visando a melhoria contínua do desempenho ambiental, controlando insumos e matérias-primas que representem desperdícios de recursos naturais (CARPINETTI e GEROLAMO, 2016).

Certificar um Sistema de Gestão Ambiental significa comprovar junto ao mercado e a sociedade que a organização adota um conjunto de práticas destinadas a minimizar impactos que imponham riscos à preservação da biodiversidade. As suas cláusulas, textos e nomenclaturas são semelhantes aos da ISO 9001 (Gestão da Qualidade), suas principais diferenças estão relacionadas as cláusulas de planejamento (6) e a de operação (8).

A cláusula 6 da ISO 9001 estipula a necessidade de se fornecer os riscos e oportunidades que asseguram que o sistema de gestão será bem sucedido, enquanto a mesma cláusula da ISO 14001 exige uma documentação relacionando os riscos e oportunidades que precisam ser atendido, bem como uma documentação específica sobre a determinação dos aspectos ambientais garantindo assim que as atividades de gestão serão realizadas conforme o planejado e descrito em tais documentos.

Enquanto que, a cláusula 8 diferentemente da ISO 9001 que envolve apenas as operações de produção, entrega e pós-entrega, a ISO 14001:2015 exige também o planejamento e o controle das operações, ou seja, estabelece um controle para garantir que o processo e a obtenção de materiais e serviço, estarão levando em conta as condições ambientais pré-estabelecidas, além de exigir a preparação e resposta a emergências, que consiste resumidamente em, propor planos de ação que irão prevenir os impactos ambientais causados por acidentes, e garantir que as ações preventivas serão tomadas e revisadas periodicamente, e promover um treinamento adequado aos trabalhadores, bem como a divulgação de informações importantes (CARPINETTI e GEROLAMO, 2016).

2.3. Tratamento de Efluentes Líquidos

A autodepuração dos cursos d'água é conhecida como a capacidade do mesmo de receber e eliminar gradativamente uma carga poluidora ao longo do seu trajeto mediante ações naturais (FERREIRA, 2003). Entretanto, devido ao crescimento exacerbado da industrialização, a poluição não consegue ser contida somente por essa ação natural, sendo necessário um controle das próprias empresas poluidoras, visto que o desordenamento do gerenciamento e utilização desses recursos naturais pode ocasionar danos irreparáveis ao meio ambiente e à sociedade em geral (PULSCHEN *et al.*, 2013; SAVI, 2005).

A contaminação da água tem como consequência a escassez desse importante recurso, o que é extremamente prejudicial à saúde humana, animal e vegetal. Portanto, o interesse para a manutenção de sua integridade pelas indústrias poluidoras possui razões de saúde pública, ecológicas, econômica, legais, e individuais, uma vez que as empresas que pretendem se enquadrar dentro das normas da NBR/ISO 14001, tem que necessariamente atender a legislação e promover a melhoria contínua de seus processos (FERREIRA, 2003).

“Os processos para o tratamento de efluentes líquidos podem ser classificados em físicos, químicos e biológicos em função da natureza dos poluentes a serem removidos e/ou das operações unitárias utilizadas para o tratamento” (GIORDANO, 2004, p.24). Os processos físico-químicos constituem de sistemas que empregam instalações destinadas a reagir, separar e combinar elementos, através de processos físicos como decantação e filtração, e também processos químicos como flotação e floculação (FERREIRA, 2003).

Esse tipo de tratamento ocorre geralmente em bateladas, e é utilizado quando se deseja retirar substâncias indesejáveis, eliminando um determinado produto de uma mistura, ou como tratamento de preparação antecedente aos processos biológicos. O tratamento biológico

é utilizado quando existe no efluente líquido uma carga orgânica impossível de ser removida por processo físico-químico. Esse processo pode ser classificado como aeróbicos, anaeróbicos e mistos (FERREIRA, 2003).

O processo aeróbico é reconhecido como um dos processos de tratamento de efluentes biológicos mais comuns. Ao contrário do sistema anaeróbico, o tratamento baseia-se no processo de “lodos ativados”, que consiste na eliminação das cargas orgânicas por meio de flocos microbianos, em suspensão no efluente, que permanece em determinado período de retenção no “tanque de aeração”. Esse processo reproduz em escala de tempo e área o fenômeno de autodepuração que ocorre na natureza (GIORDANO, 2004). Para que o processo ocorra, deve haver incidência de luz e uma incorporação de oxigênio no reator para melhor eficiência dos micro-organismos presentes.

A eficiência média obtida pelo método de lodos ativados é de 85%, em alguns casos de bom controle analítico podem ultrapassar 95% na redução da carga orgânica (FERREIRA, 2003). O tratamento dos efluentes industriais, de maneira geral apresentam resultados satisfatórios com relação a qualidade da água descartada. Entretanto, esse assunto é mais amplo, pois geralmente vêm acompanhados de um problema: a disposição final dos lodos que resultam dos processos de tratamento (RIGO *et al.*, 2014).

Os processos de tratamento de efluentes normalmente acabam por gerar resíduos sólidos, sejam eles originários das etapas físico-químicas ou biológicas. O lodo presente nos efluentes é separado da água por decantação e raspado por meio de sistemas mecanizados de remoção por pás giratórias, esses equipamentos são conhecidos como “decantadores”.

2.4. Leitos de Secagem

Após a separação do lodo, parte dele é enviado novamente ao tanque de aeração por meio de bombas de recirculação. Após o volume do resíduo se acumular, o excesso de lodo é submetido a um processo de secagem, que pode ser natural ou mecanizada. O processo de secagem do lodo está diretamente relacionado com a segurança ambiental para armazenamento, transporte e destino final, visto que as empresas administradoras de aterros de resíduos não recebem lodo com água livre, ou com umidade superior à 70% (GIORDANO, 2004).

Os leitos de secagem natural do lodo são amplamente utilizados em estações de pequeno porte, esse processo é obtido por três fatores principais: ações dos ventos, temperaturas altas e insolação direta, sendo o primeiro, o fator mais importante (GIORDANO, 2004). Devido à essa influência, os leitos de secagem em sua maioria são construídos ao ar livre. A altura do lodo não deve ser superior a 0,25m, para evitar a formação de uma camada de líquidos sobre o lodo. Após o acondicionamento do lodo no leito de secagem é iniciada a drenagem do mesmo, a redução da altura da camada de lodo é de aproximadamente 60%, resultando em uma altura de 0,10m (GIORDANO, 2004).

Ainda para Giordano (2004), o leito de secagem é o processo que apresenta o lodo seco com menor percentual de umidade e mais estabilizado, são obtidos sólidos com teor de sólidos de até 80%. Com isso pode-se analisar que além de eficiente esse método também possui vantagens em termos ambientais.

2.5. Legislação Ambiental

A legislação ambiental é muito complexa, mesmo aquela somente aplicada à indústria. Resíduos sólidos são definidos pela PNRS, regulamentada pela lei 12305/2010, artigo XVI como material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a

proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Os padrões para lançamento de efluentes industriais são rigidamente monitorados por órgãos e instituições de controle, como exemplo pode-se citar a CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) e o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), que estão diretamente envolvidas com o processo de tratamento de efluentes.

“A obtenção da característica físico-química dos efluentes industriais permite a comparação com os padrões da legislação ambiental, e quanto associados com as suas vazões, permite também o cálculo da carga poluidora industrial” (GIORDANO, 2004, p.62).

A matéria orgânica é medida de forma indireta pelos índices de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), responsável por controlar a quantidade de oxigênio necessária para que os micro-organismos biodegradem a matéria orgânica, e Demanda Química de Oxigênio (DQO), que mede a quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica (GIORDANO, 2004). “No estado de São Paulo, o controle é realizado utilizando-se somente a DBO como parâmetro. É exigida a redução de carga orgânica de 80% ou que a DBO apresente concentração máxima de 60mg O₂/L” (GIORDANO, 2004, p.15).

2.6. Alternativas para Descarte do Lodo Biológico

A disposição em aterro sanitário é o destino mais comum para o descarte dos lodos resultantes do tratamento de efluentes (VIEIRA *et al.*, 2011). Entretanto é de grande risco, pois além da poluição visual, pode provocar contaminação do ar, das águas superficiais e subterrâneas, do solo e conseqüentemente da população (LESSA, 2005; RIGO *et al.*, 2014).

Devido a crescente geração de lodo de esgoto, algumas alternativas para a reutilização desse resíduo começam a ser aplicadas nas indústrias. Existem diversas técnicas para que o biossólido gerado no efluente possa ser reaproveitado de maneira mais sustentável. Dentre as opções disponíveis pode-se citar a incineração, disposição oceânica e florestal, recuperação de áreas degradadas, conversão em óleo combustível, utilização na construção civil e a utilização agrícola, que tem sido considerada promissora. (LESSA, 2005; RIGO *et al.*, 2014).

A experimentação do uso do lodo biológico na agricultura ocorre no Brasil desde a década 80 (VIEIRA *et al.*, 2011). Por apresentar em sua composição micro-organismos patogênicos, metais pesados e outros compostos tóxicos, o lodo quando disposto inadequadamente pode trazer danos ao meio ambiente e à saúde humana (RIGO *et al.*, 2014). Apesar disso, quando é processado, tratado e utilizado de maneira adequada, pode ter seus nutrientes e propriedades aproveitados (LESSA, 2005; RIGO *et al.*, 2014).

A norma P4230 da CETESB estabelece máximas concentrações de patógenos e metais pesados permissíveis para o uso agrícola do biossólido (PAREDES FILHO, 2011). Caso a análise do lodo não seja satisfatória, o mesmo deve ser submetido a tratamentos específicos e reavaliação antes de ser utilizado (PULSCHEN *et al.*, 2013). Como um dos métodos para o tratamento do lodo biológico pode-se citar a compostagem, que é uma alternativa econômica e ambientalmente correta para a estabilização de efluentes de estações de tratamento biológico. A técnica baseia-se na elevação da temperatura e desinfecção do resíduo, possibilitando o seu aproveitamento como fertilizante agrícola (PAREDES FILHO, 2011).

Andreoli (2011) define a compostagem como um processo biológico de degradação da matéria orgânica. Os microrganismos degradam a matéria orgânica contida no lodo puro ou em mistura com outros resíduos orgânicos (palhas, serragem, resíduos de jardinagem e podas de jardins, parques e praças, parte orgânica do lixo urbano, etc.) em processos exotérmicos que geram calor e conseqüentemente aumentam a temperatura das leiras. O uso do lodo na

agricultura, quando controlado, apresenta vantagens na melhoria de produtividade dos cultivos e também na melhoria de solos degradados. Isso ocorre, pois os biossólidos são ricos em nutrientes tais como nitrogênio, fósforo, potássio e também matéria orgânica, sendo essenciais ao cultivo agrícola (RIGO *et al.*, 2014).

Segundo Paredes Filho (2011), mais de 50 mil artigos científicos pesquisados sobre o assunto apontaram que nenhum efeito adverso do uso controlado do lodo foi encontrado. Especialmente na agricultura, o benefício da utilização do lodo como fertilizante se destacou como sendo ainda mais proveitoso para culturas como: cana-de-açúcar, milho, entre outros.

3. Método

Segundo Yin (2015), o uso do estudo de caso é adequado quando se pretende investigar o como e o porquê de um conjunto de eventos contemporâneos. O autor afirma que o estudo de caso é uma investigação empírica que permite o estudo de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Gil (2009) aponta alguns propósitos dos estudos de caso, que consistem basicamente em explorar situações reais na qual os limites não estão claramente definidos, descrevendo a situação do contexto em que se está sendo feita a investigação. Esse tipo de pesquisa, segundo o autor, inclui também a formulação de hipóteses ou desenvolvimento de teorias sobre as variáveis envolvidas no processo estudado.

Dentro deste contexto, este trabalho enquadra-se na estratégia de pesquisa bibliográfica e de um estudo de caso sobre um sistema de gestão ambiental aplicado a uma estação de tratamento de efluentes. O método amplo utilizado foi o indutivo, com a generalização das conclusões por meio de estudos particulares, corroborando com Cooper e Schindler (2016). A abordagem do problema consiste de uma pesquisa qualitativa de natureza aplicada, buscando-se conhecer os fenômenos e propor uma solução para um problema específico do sistema. Por fim, como objetivo da pesquisa, pode-se considerar como sendo um estudo descritivo e exploratório, uma vez que será documentado todo o processo envolvido na ETE e discutido possíveis propostas de melhoria.

O objeto de estudo é uma empresa atua no ramo da produção de papel, chapas e caixas de papelão ondulado. Desde sua criação em 1967, se desenvolveu a partir da inovação e responsabilidade ambiental, possuindo um posicionamento de sustentabilidade já reconhecido. A empresa possui três plantas industriais, sendo que a objeto de estudo está localizada em Itatiba-SP tem uma das instalações industriais mais modernas e automatizadas do setor na América Latina, e é responsável pela produção de chapas e caixas de papelão ondulado. Foi analisada, por observação direta e não-participante, toda a sistemática da coleta de efluentes, a forma de separação e tratamento do lodo químico e biológico. A água como produto final deste processo que apesar de não ser potável é reaproveitada em aplicações fabris internas e somente o excedente é descartado no leito do rio.

O estudo foi analisado e documentado por meio de fotos e laudos da empresa. Todas as etapas do sistema de tratamento de efluentes foram visitadas com acompanhamento dos gestores e operadores do setor, por meio disso, foi possível chegar na problemática do descarte de lodo biológico, que é realizado por empresas terceirizadas que fazem a coleta e o posterior descarte.

A análise do processo de obtenção dos resíduos sólidos e a forma que como são descartados levaram ao objeto de estudo com a proposta de transformar parte da despesa em renda, ou seja, a transformação do lodo biológico, por meio da compostagem, em fertilizante agrícola para ser usado no plantio de cana-de-açúcar e eucaliptos nas fazendas da própria empresa.

4. Resultados e Discussões

A empresa, além de ser certificada pela ISO 9001 – Gestão da Qualidade, possui certificações que garantem o seu compromisso com a política ambiental. Neste aspecto, pode-se citar o "*Renewable Energy Certificate*" (REC), que controla a emissão de gases do efeito estufa em questões relacionadas ao consumo de energia gerada por fontes renováveis.

Pode-se citar também o "Selo Madeira Legal", como reconhecimento para o plantio anual de milhares de árvores em zonas de reflorestamento. O selo madeira legal é concedido para empresas com sede ou filial no estado de São Paulo, que comercializam produtos e subprodutos florestais de origem nativa da flora brasileira de forma responsável.

4.1. Estação de Tratamento de Efluentes

Além de contribuir para a preservação de florestas nativas com seu sistema de produção, a empresa possui modernos sistemas de tratamento de efluentes, que mantém o equilíbrio ecológico evitando a poluição dos rios. E ainda, possui um setor destinado ao tratamento de efluentes. A ETE da planta possui capacidade de 7mil litros de água por hora. A Estação de Tratamento de Efluentes foi implantada em Itatiba em 2007. Apesar de ter menor capacidade, esse sistema tem papel fundamental na relação da empresa com o meio ambiente, gerando empatia e confiança de seus clientes e ratificando sua responsabilidade ambiental perante a sociedade (CICONATTO, 2009).

O sistema de ETE da empresa é do tipo misto, ou seja, o efluente entra com o tratamento inicial físico-químico e em seguida passa por tratamento biológico. A planta industrial gera efluentes líquidos que podem poluir potencialmente o meio ambiente, portanto, o tratamento físico químico se torna necessário em alguns casos. Esses efluentes têm origem dos dois principais setores da fábrica, sendo eles Onduladeira e Conversão.

A Onduladeira é responsável basicamente pela produção de chapas de papelão, resultante da ondulação de bobinas de papel. Nesse processo está envolvida a aplicação de cola, que é produzida na própria empresa, com a utilização da goma de amido de milho. O excedente do processo de fabricação de cola é a primeira linha destinada ao ETE, por ser um produto rico em matéria orgânica, favorece o posterior tratamento biológico. A segunda linha de entrada é oriunda da Conversão. Esse é o processo de corte, vinco e impressão flexografia das caixas de papelão, logo, o principal efluente gerado é a tinta, com um índice de pH relativamente alto (aproximadamente 9 a 9,5). Essas duas fontes de efluentes líquidos são destinadas por duas tubulações separadas que se encontram na ETE. A partir desse ponto, o processo inicial realizado é o tratamento físico-químico.

4.2. Estação de Tratamento Físico-Químico

O tratamento físico-químico é o setor responsável pelo tratamento primário dos efluentes. O líquido é armazenado e constantemente misturado por bombas submersas, para não decantar. Após atingir determinado volume, o operador começa o processo. O efluente é destinado a um reservatório, onde é misturado automaticamente com ar comprimido, polímero e floculante. Esses produtos têm a função de deixar líquido "mais leve" e separar a água do lodo. Essa separação é bem visível, e conforme mostrado na Figura 1, é formado uma camada espessa de lodo sobre a água.

O líquido é destinado à bomba raspadora, que possui duas pás giratórias que de fato raspam a camada superior, retirando grande parte do lodo, que é destinado a uma tubulação específica. A água segue outro caminho, onde é adicionado soda caustica (NaOH), o que causa o aumento do pH. O lodo que sai do tratamento físico-químico é enviado para os leitos

de secagem, esses leitos, conforme apresentado na Figura 2, são reservatórios retangulares de concreto que tem a função de filtrar este efluente mais espesso. O lodo químico é despejado, juntamente com areia e permanece ali por cerca de 5 dias, até secar completamente, restando somente o resíduo final. Toda a água resultante desse processo de filtração é destinada novamente à linha, que se mistura com a saída do físico químico, finalizando essa etapa.

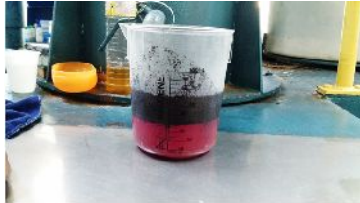


Figura 1. Amostra de Separação do Lodo na Água após Tratamento Físico-Químico.
Fonte: Próprios Autores (2018).



Figura 2. Vista Superior dos Leitos de Secagem.
Fonte: Próprios Autores (2018).

4.3. Estação de Tratamento Biológico

O tratamento biológico é o principal processo para o tratamento do efluente. A água que sai do tratamento físico-químico é destinada à linha de esgoto, e misturada com todo efluente biológico da fábrica (produção/ administrativo/ cozinha/ expedição). A linha de esgoto, após percorrer toda a empresa, se encontra em uma enorme caixa central, onde toda a água é misturada e bombeada novamente para a estação de tratamento.

O primeiro processo do tratamento biológico é feito no tanque de equalização. Esse tanque recebe todo o resíduo bruto e o armazena em processo de recirculação por bombas, a fim de evitar a decantação.

Todo o efluente é destinado então à segunda etapa, o tanque de aeração, é nesse momento que o tratamento da água de fato acontece. O tanque de aeração, Figura 3, consiste em um grande reservatório retangular onde a água permanece em constante movimentação, controlada por quatro bombas de aeração que trabalham em revezamento nas extremidades do tanque.



Figura 3. Tanque de Aeração do Tratamento Biológico.
Fonte: Próprios Autores (2018).

O efluente é constantemente abastecido, as bactérias e micro-organismos presentes no próprio efluente são as responsáveis por trata-lo, esse processo é natural, onde água leva cerca de 20 dias para chegar à outra extremidade do tanque, onde já está relativamente limpa.

Para que as bactérias trabalhem de maneira eficiente, é necessário luz e oxigênio. Devido à isso, o tanque deve ficar exposto ao ar livre e o índice oxigênio é constantemente monitorado. Antiespumantes também podem ser utilizados, a fim de evitar que a espuma atrapalhe a incidência do sol no interior do tanque.

Após o processo realizado pelas bactérias no tanque de aeração, a água é destinada ao tanque de decantação. Nessa etapa, o líquido permanece em maior repouso, desta forma, o lodo restante decanta naturalmente para o fundo do tanque, e os resíduos mais leves flutuam sobre a água. Esse resíduo é descartado por dois sistemas raspadores na parte superior e inferior do tanque. O lodo coletado passa pelas bombas de recirculação, e é destinado novamente ao tanque de aeração para ser reprocessado.

Periodicamente o volume e qualidade do lodo no tanque de decantação é monitorado, e após apresentar característica muito espessa, é descartado nos leitos de secagem. Esse processo ocorre da mesma forma que no processo físico-químico, entretanto o tempo para secagem é bem maior, por se tratar de material biológico (cerca de 25 dias).

4.4. Descarte de Água Tratada

Toda a água tratada sai do tanque de decantação por uma tubulação específica, uma de suas vertentes é destinada ao rio Atibaia, essa água não deve ter cheiro e apesar de ter coloração avermelhada, já é considerada limpa. Os índices de pureza são rigidamente monitorados mensalmente a fim de garantir sua qualidade e preservar a integridade do rio.

A saída da água tratada pode ser intercambiada para outra vertente, que é destinada à estação de reuso. Esse processo é ligado somente durante o dia, em determinados intervalos de tempo.

O reuso é responsável por filtrar a água e deixa-la incolor, isso é feito por carvão especial e adição de cloro. Apesar de ser considerada limpa, a água que sai do reuso não é potável, sendo utilizada somente para aplicações específicas da empresa, como abastecimento de água da caldeira, lavagem de caminhões e jardinagem.

4.5. Controle do Processo de Tratamento de Efluentes

Para garantir a qualidade do processo da Estação de Tratamento de Efluentes, testes e medições são realizados diariamente pelo operador. Uma das principais verificações consiste na análise do pH e da temperatura em diferentes setores. No Quadro 1 é apresentado as medições realizadas em pequenas amostras que foram retiradas dos pontos críticos da ETE. Com o estudo de caso, foi possível acompanhar todo esse processo.

Quadro 1. Análise do pH e Temperatura dos Pontos Críticos do ETE.

Local	pH	Ref.	Temp. [°C]	Ref.
I – Físico-Químico (saída do tanque de flotação);	7,74	<8	26,8°C	<40°C
II – Pós Físico-Químico (pós dosagem de soda caustica);	8,94	<12	26,7°C	<40°C
III – Equalização (tanque de equalização);	7,17	<8	26,3°C	<40°C
IV – Aeração (tanque de aeração);	7,52	<8	27,1°C	<40°C
V – Saída (saída de água tratada).	7,94	<8	27,1°C	<40°C

Fonte: Dados da empresa (2018).

Esses dados evidenciados no quadro são obtidos todos os dias e seu controle é mensalmente revisado e arquivado pelo responsável. Periodicamente, auditorias da CETESB podem ocorrer, nessa situação os dados dessas medições são verificados e devem estar sempre de acordo com o previsto. O segundo teste realizado tem objetivo de analisar a presença de lodo em diferentes pontos do processo. O operador retira 3 amostras de efluente, de 1 litro cada, que são depositadas em um cone invertido de material transparente e escala em mililitros.

O material coletado permanece nesses recipientes por 1 hora, de modo a obter-se a decantação total do lodo para a parte inferior, sendo visível sua divisão. O operador então verifica por meio da escala graduada, o volume de lodo, esses dados também são registrados e arquivados. O Quadro 2 apresenta a relação das medições efetuadas também no estudo de caso.

Quadro 2. Análise do pH e Temperatura dos Pontos Críticos do ETE.

Local	Volume água	Volume lodo	Tolerância
I – Tanque de Decantação (saída de água tratada);	1000ml	0ml	0,1ml
II – Tanque de Aeração (tratamento biológico);	300ml	700ml	750ml
III – Tanque de Decantação (bomba de recirculação).	70ml	930ml	980ml

Fonte: Dados da empresa (2018).

O último teste feito consiste na medição de oxigênio na água, este é feito somente no tanque de aeração, onde o oxigênio é fundamental para a sobrevivência dos microrganismos, e também na saída de água tratada. Devido ao fato de que o tanque de aeração está em constante movimentação, a medição é feita em suas 4 extremidades. A temperatura deve-se manter constante entre 26 e 28°C e o oxigênio deve estar sempre abaixo de 3 mg/L em todos os pontos.

Além dos resultados obtidos nas medições, amostras de efluentes são enviadas mensalmente ao laboratório NALCO, para análise da qualidade da água de saída. Os resultados são baseados nessas mesmas variáveis, e também na análise do DBO e DQO. Além disso apresentam resultados percentuais de pureza da água de saída. O valor já é satisfatório quando acima de 85%, entretanto a empresa atinge uma percentagem bem mais alto de pureza. Nos meses de agosto apresentou 94% e em setembro atingiu 99%, o que comprova a eficácia do processo e compromisso ambiental, garantindo a integridade do Rio Atibaia.

4.6. Problemática do Descarte de Resíduos Sólidos

O índice de pureza obtido no tratamento da água proveniente dos efluentes líquidos da indústria é, de maneira geral, muito satisfatório. Entretanto, é necessário também se atentar a outro fator envolvido na sistemática da estação de tratamento: o descarte do lodo. Durante ambos os processos da ETE, são depositados nos leitos de secagem os lodos resultantes do tratamento do efluente líquido da fábrica, os mesmos permanecem em repouso por tempo determinado, até atingirem a fase sólida.

O lodo proveniente da ETE físico-químico tem propriedade de característica mais artificial, uma vez que consiste, em sua maioria, de resíduos químicos como a tinta. Esse tipo de lodo representa a grande maioria do volume total gerado na unidade, sendo de aproximadamente 90%. O lodo gerado no processo de tratamento biológico, por outro lado, é rico em matéria orgânica, sua composição possui inúmeras propriedades e nutrientes benéficos à várias aplicações, tornando possível o reaproveitamento do lodo biológico após sua secagem. Esse tipo de biossólido é gerado em menor quantidade na ETE de Itatiba, representando apenas, cerca de 10% do volume total.

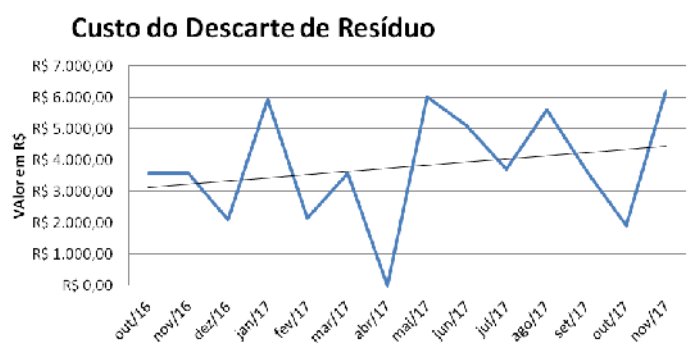
Após atingir a secagem completa, todo o volume de lodo biológico é retirado manualmente dos leitos de secagem, e acondicionado em containers. Depois de certo acúmulo de material, é acionado uma empresa terceirizada para o transporte e descarte dos resíduos sólidos. O destino final dos resíduos sólidos é o Centro de Gerenciamento de Resíduos de Paulínia, no estado de São Paulo. A retirada é feita pela empresa Estre Ambiental S/A que é licenciada a executar esse tipo de descarte. A empresa que é objeto deste estudo, paga pela execução desse serviço, o valor varia mensalmente, de acordo com o peso e volume dos

resíduos a serem retirados. O Quadro 3 e a Figura 6 evidenciam a relação de custos gerados para o descarte nos últimos meses.

Quadro 3. Relação de Custos para o Descarte de Resíduos da ETE.

Mês	Custo p/ Descarte
Out./16	R\$ 3.578,08
Nov./16	R\$ 3.577,21
Dez./16	R\$ 2.101,70
Jan./17	R\$ 5.952,42
Fev./17	R\$ 2.149,50
Mar./17	R\$ 3.586,80
Abr./17	R\$ 0,00 ⁽¹⁾
Mai./17	R\$ 6.025,67
Jun./17	R\$ 5.091,99
Jul./17	R\$ 3.708,90
Ago./17	R\$ 5.615,01
Set./17	R\$ 3.652,08
Out./17	R\$ 1.920,31
Nov./17	R\$ 6.193,55

Fonte: Dados da empresa (2018).



* Resíduo acumulado para o mês subsequente.

Figura 6. Gráfico de Custos para o Descarte de Resíduos da ETE pela Estre Ambiental S/A no último ano.

Fonte: Dados da empresa (2018).

Conforme os dados evidenciados na pesquisa, pode-se observar que os custos para a execução desse serviço somaram um total de quase R\$ 50.000,00 no último ano. Com média aproximada de R\$ 4.000,00 gastos por mês. Além disso, é possível analisar também que a linha de tendência do valor é crescente, o que mostra que as despesas com o descarte desses biossólidos pode se tornar ainda maior futuramente.

4.7. Proposta de Melhoria

O lodo biológico, apesar de representar apenas 10% do volume total de resíduos sólido gerado no processo da estação de tratamento, já é responsável por um custo de descarte significativo. Conforme já citado anteriormente, sua composição possui alta concentração de matéria orgânica, o que torna possível o seu reaproveitamento em diversas aplicações. Esse reaproveitamento, em primeira instância, está diretamente relacionado com vantagens de caráter ecológicas, uma vez que reduz o volume destinado à aterros sanitários, minimizando diversos impactos ambientais causados por esse método.

Uma das alternativas de reutilização do lodo biológico mais promissoras atualmente é aplicação agrícola, esse material pode apresentar grande proveito na substituição de fertilizantes, por exemplo. Diversos estudos comprovam que o lodo biológico possui grande concentração de matéria orgânica e também de nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, sendo totalmente aplicável à agricultura.

A empresa em questão tem tecnologia exclusiva no Brasil por produzir papel com matéria-prima proveniente de fonte renovável: o bagaço de cana-de-açúcar. Devido ao plantio e conservação dessa cultura, despesas com fertilizantes são previstas à empresa. O

aproveitamento do lodo biológico na substituição parcial desses fertilizantes seria de grande proveito, trazendo redução de custos não só no descarte do resíduo, mas também na compra dos adubos industrializados.

Além do plantio da cana, a empresa possui também 5 fazendas destinadas ao reflorestamento, totalizando 540 hectares plantados com eucalipto. A base florestal tem a função de suprir, se necessário, a reserva energética, e estão localizadas nas cidades de Santo Antônio da Alegria e Cajuru, no estado de São Paulo.

Para que o lodo biológico possa ser utilizado para tais aplicações agrícolas, é necessário desenvolver previamente um estudo de sua composição por uma empresa especializada e posterior validação, de modo a prevenir riscos ao meio ambiente, uma vez que o lodo pode apresentar patógenos e metais pesados acima da quantidade limitada pelo CONAMA.

Somente após a caracterização do lodo é possível validá-lo para o uso na substituição dos adubos agrícolas. Caso a classificação seja adequada, essa alternativa tem grande potencial para ser benéfica à empresa, possibilitando além da redução de custos, uma grande vantagem em questões ambientais, contribuindo ainda mais para o reconhecimento ecológico da marca.

5. Conclusões

Conclui-se que a gestão ambiental se consolidou como um importante instrumento qualificador nos mais variados seguimentos industriais, sendo um indicativo, o elevado número de certificações emitidos mundialmente. O mercado tomou como referência as empresas que buscam melhorar sua capacidade de gestão com eficiência e eficácia no tange a utilização dos seus recursos ambientais. O processo cíclico de melhoria continua no sistema de gestão ambiental tem envolvido todas as esferas da administração na indústria, abrangendo desde a alta direção até os executores do processo. A visão sistêmica da gestão ambiental se integra aos demais sistemas de qualidade adotados pela empresa, propiciando a integração entre os sistemas de gestão da empresa. A padronização na gestão ambiental reduz a variabilidade dos resultados, reduz o retrabalho e aumenta a previsibilidade e compreensão das atividades e procedimentos a serem seguidos.

A implementação, manutenção e melhoria em um sistema de gestão ambiental, dependem de recursos humanos e materiais, e de um alto grau de comprometimento da direção para prover os recursos necessários para a sustentação desta gestão. A empresa estudada possui um sistema de gestão ambiental implantado apesar de não estar certificada pela norma ISO 14001:2015, buscando harmonia entre os danos causados ao meio ambiente, e processos de recuperação, prevenção e preservação dos recursos renováveis que garantem que os impactos gerados serão menores que a capacidade de recuperação do meio ambiente, a partir da análise permanente dos resíduos sólidos e líquidos, garantindo o descarte da água com um grau de pureza elevado. Os resíduos sólidos são armazenados e recolhidos periodicamente por uma empresa devidamente habilitada para executar o descarte gerando laudos e certificados ambientais. É evidenciada a consciência da empresa no quesito de melhoria contínua em busca a atingir um menor impacto ao meio ambiente, passando por constantes auditorias pelos órgãos reguladores e mantendo um histórico de excelência nos dados apresentados.

Dentro do processo de tratamento de efluentes prospectou-se que o mesmo seria mais eficiente com a reutilização do lodo, que possui altas propriedades e nutrientes salutíferos, pois diminuiria os impactos causados pelo descarte em aterros sanitários, e a necessidade de uma empresa terceira para o recolhimento e descarte, transformando esse lodo biológico em adubo agrícola, para ser utilizado em outros processos da indústria, convertendo uma despesa em receita.

6. Referências

- ACADEMIA PEARSON. **Gestão Ambiental**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO 14001: 2015**: Sistema da Gestão Ambiental – requisito com orientações para o uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 41p.
- ANDREOLI, C. V. **Gestão Ambiental**. 2001. 10p. Coleção Gestão Empresarial, p.61-70. Disponível em: <http://thalitalima.com.br/wp-content/uploads/2016/10/gestoambiental_20141124054019.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2018.
- BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial**: conceitos, modelos e instrumentos. São Paulo: 2004.
- BATÁRY, P.; DICKS, L. V.; KLEIJN, D.; SUTHERLAND, W. J. *The Role of Agri-environment Schemes in Conservation and Environmental Management*. **Conservation Biology**, v. 29, n. 4, p. 1006-1016, 2015.
- BENNETT, N. J. *Using Perceptions as Evidence to Improve Conservation and Environmental Management*. **Conservation Biology**, v. 30, n. 3, p. 582-592, 2016.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA, **Resolução CONAMA Nº 357/2005**, de 17 de março de 2005. In: Resoluções, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 13. mar. 2018.
- CARPINETTI, L. C. R.; GEROLAMO, M. C. **Gestão da Qualidade da ISO 9001:2015**: requisitos e integração com a ISO 14001:2015. São Paulo: Atlas, 2016.
- CICONATTO, C. E. Estação de Tratamento de Efluentes pelo Processo Biológico Aeróbico. Bragança Paulista: Universidade São Francisco – USF, 2009. (Trabalho não publicado)
- COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de Pesquisa em Administração**. 12.ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.
- CORRÊA, R. S.; FONSECA, Y. M. F.; CORRÊA, A. S., Produção de Biossólido Agrícola por Meio da Compostagem e Vermicompostagem de Lodo de Esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 4, p.420-426, 2007.
- DIAS, R. **Gestão Ambiental**: responsabilidade social e sustentabilidade. 1.ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- DONAIRE, D. **Gestão Ambiental na Empresa**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- FERREIRA, J. H. M.; CUNHA, L. T.; ALBUQUERQUE JÚNIOR, E. P.; BARROS NETO, J. P. Sistema de Gestão Ambiental ISO 14001 e o Nível de Tratamento de Resíduos sob o enfoque da Produção Verde. In: V Encontro de Estudos em Estratégia (3Es), Porto Alegre – RS. **Anais...** Porto Alegre – RS: ANPAD, 2015. 16p.
- FERREIRA, J. A. M. Tratamento de Efluentes. In: VII Encontro Nacional sobre Métodos dos Laboratórios da Embrapa, Jaguariúna-SP. **Anais...** Jaguariúna – SP: EMBRAPA, 2003. 28p. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/portalmet/images/arquivos/08MET/Palestras/tratamentoeffluentes.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2018.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2009.
- GIORDANO, G. **Tratamento e Controle de Efluentes Industriais**. Rio de Janeiro: Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente – UERJ, 2004. 81p. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35427518/Apostila_-_Tratamento_de_efluentes_industriais.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1511545210&Signature=HCmqzgv8yKfmqGS1ENEhdQkOE%2FM%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DTRATAMENTO_E_CONTROLE_DE_EFLUENTES_INDUS.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2018.

LESSA, G. T. Contribuição ao Estudo da Viabilidade da Utilização do Lodo de Estação de Tratamento Biológico de Esgoto Misto na Construção Civil. 2005. 135f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS.

OLIVEIRA, J. O.; SERRA, J. R. Benefícios e Dificuldades da Gestão Ambiental com Base na ISO 14001 em Empresas Industriais de São Paulo. *Production*, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 429-438, jul./sept. 2010.

PAREDES FILHO, M. V. Compostagem de Lodo de Esgoto para Uso Agrícola, 2011. 8p. **Revista Agroambiental**. IFSuldeminas, p. 73-80, dez. 2011. Disponível em: <<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/364>>. Acesso em: 26 mar. 2018.

PELEGRINO, E. C. F.; FLIZIKOWSKI, L. C.; SOUZA, J. B. Compostagem de Lodo de Estação de Tratamento de Esgoto. *In: VI Semana de Estudos de Engenharia Ambiental*. Guarapuava – PR. **Anais...** Guarapuava – PR: Unicentro, 2008.

PIRES, A. M. M.; MATTIAZZO, M. E. **Avaliação da Viabilidade do Uso de Resíduos na Agricultura**. Jaguariúna: EMBRAPA, 2008. 9 p. (Circular Técnica, 19).

PULSCHEN, A. A.; GOMES, M. P. M.; URBANO, V. R.; BASTOS, R. G.; SOUZA, C. F. **Tratamento Biológico de Efluentes Sanitários em ETE Mista**. Araras-SP: Universidade Federal de São Carlos, 2013. 4p. Disponível em: <http://www.sbera.org.br/3sigera/obras/ag_sis_06_MarcusGomes.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2018.

RIGO, M. M.; RAMOS, R. R.; CERQUEIRA A. A.; SOUZA, P. S. A.; MARQUES, M. R. C. Destinação e Reuso na Agricultura de Lodo Derivado do Tratamento de Águas Residuárias Domésticas no Brasil. **Gaia Scientia**, v. 8, n. 1, p. 174-186, 2014.

SAVI, J. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos em Adamantina – SP: análise de viabilidade da usina de triagem de RSU com coleta seletiva**. 2005. 239f. Tese (Doutorado em Geografia), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente – SP.

STREIT, J. A. C.; SOLA, F.; MACIEL, A. C. P. A Empresa no Caminho à Sustentabilidade: implantação de Sistema de Gestão Ambiental conforme a NBR ISO 14001. *In: XVII ENGEMA – Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente*, São Paulo – SP. **Anais...** São Paulo – SP: FEA/USP, 2015. 16p.

VIEIRA, G. E. G.; PEDROZA, M. M.; SOUSA, J. F.; PEDROZA, C. M. O Processo de Pirólise como Alternativa para o Aproveitamento do Potencial Energético de Lodo de Esgoto: uma revisão. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 12, n. 17, p 81-95, 2011.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2015.