

Tratamento de efluentes em um polo agroindustrial do Brasil

Carlos Alberto Notari, Ricardo Gambini, Loreni Teresinha Brandalise, Jerry Adriani Johann e Geysler Rogis Flor Bertolini*

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Programa de Pós-Graduação em Administração. Rua Universitária, 1619. Jardim Universitário. Cascavel-PR, Brasil (CEP 85819-110). *E-mail: geysler_rogis@yahoo.com.br.

Resumo. Este estudo teve como objetivo, levantar os custos de instalação e operacionalização de uma estação de tratamento de efluentes industriais e identificar indústrias em um polo agroindustrial do Brasil que utilizam de água no processo produtivo e possuem estação de tratamento de efluentes. A metodologia utilizada foi um estudo de caso e uma pesquisa quantitativa utilizando Survey. Os resultados obtidos foram a identificação dos custos de uma estação de tratamentos de efluentes de uma pequena indústria de doces e ainda o levantamento que das indústrias pesquisadas que utilizam água no seu processo produtivo, nenhuma possui estação de tratamento de efluentes.

Palavras-chave: Processos industriais; Reuso de água; Ecossistemas.

Abstract. *Effluent treatment plant in an agro-industrial pole in Brazil.* This study aimed to raise the costs of installing and operating an industrial effluent treatment station and to identify industries in an agro-industrial pole in Brazil that use water in the production process and have an effluent treatment station. The methodology used was a case study and a quantitative research using Survey. The results obtained were the identification of the costs of an effluent treatment station in a small candy industry and also the survey that of the surveyed industries that use water in their production process, none has an effluent treatment station.

Keywords: Industrial processes; Water reuse; Ecosystems.

Recebido
16/04/2020

Aceito
26/08/2020

Disponível *on line*
27/08/2020

Publicado
31/08/2020



Acesso aberto



ORCID

0000-0002-9253-4813
Carlos Alberto Notari

0000-0003-4139-8660
Ricardo Gambini

0000-0003-4359-0787
Loreni Teresinha
Brandalise

0000-0001-6184-8011
Jerry Adriani Johann

0000-0001-9424-4089
Geysler Rogis Flor
Bertolini

Introdução

A utilização de água pela indústria, segundo Giordano (2004), pode ocorrer de diversas formas, tais como pela utilização no cozimento de matérias prima, na incorporação ao produto que está sendo preparado, em razão das lavagens de máquinas, de tubulações e de pisos, águas de sistemas de resfriamento, e vários outros processamentos.

Segundo Zaharia e Suteu (2013), efluente é a água que sobra dos processos de produção industrial, que sempre vem carregada de substâncias orgânicas ou inorgânicas. Os efluentes podem ser gasosos, líquidos e ou sólidos e, quando não tratados e despejados, comprometem a qualidade das águas, solo, ar, e são responsáveis por desequilibrar e desestabilizar os ecossistemas (Constantino e Yamamura, 2009).

Entre essas variáveis, pode-se citar: as diferentes matérias-primas, os diversos processos de produção, as condições climáticas, a disponibilidade de água, dentre outros. Sendo assim, raramente as soluções para tratamento de efluentes podem ser transplantadas de uma unidade industrial para outra, principalmente quando se trata de indústrias alimentícias, que são vistas como pequenas fontes de produção de resíduos (Zaharia e Suteu, 2013).

Para a realização deste processo de tratamento, no ambiente industrial são utilizados reatores que, por definição, são equipamentos com boa eficiência e elevada capacidade de tratamento de efluentes. Pode-se considerar métodos distintos para realização do tratamento de efluentes, como: aeróbio, ou seja, com o fornecimento de oxigênio aos microrganismos, ou anaeróbio, que é o método com utilização de microrganismos independentes de oxigênio (Serenio Filho et al., 2013).

Segundo Van Haandel e Lettinga (1994), o sistema combinado anaeróbio/aeróbio tem grande potencial de redução de custos de implementação e operação. O ciclo de operação de um reator anaeróbio de bateladas sequenciais (RBS) é predeterminado e realizado em cinco etapas: enchimento, reação, sedimentação, retirada do efluente e repouso (Yang e Wang, 1999).

Foi constatado que a maioria dos estudos recentes encontrados sobre o tema desta pesquisa são de caráter técnico e experimental. Os estudos concentram-se nas áreas de biologia, biotecnologia, química e engenharia química. Existe grande amplitude de assuntos abordados, como os relacionados ao tratamento com flotação em efluentes com princípios oleosos (Borba et al., 2018), técnicas de eletrofloculação para efluentes industriais (Fleck et al., 2013), uso de pupunha para realização de tratamento de efluentes de indústria têxtil (Chicatto et al., 2018), tratamento de efluentes com uso de peixes (Wijayanti et al., 2019). Já o tratamento físico consiste na retenção de sólidos entre as partículas de areia, enquanto o tratamento químico se dá pela retenção química entre as partículas do leito e aqueles presentes no efluente (Bertoncini, 2008).

A lacuna de pesquisa identificada é de casos práticos de instalação de sistema de tratamento de efluentes em indústrias, com abordagem no projeto de sistema da estação de tratamento e nos custos para realiza-lo e mantê-lo. Desta forma, foi elaborada a seguinte questão de pesquisa: Quais são os custos envolvidos para a instalação e manutenção de um sistema de tratamento de efluentes em uma indústria?

Foram definidos como objetivos desta pesquisa: acompanhar a instalação de uma estação de tratamento de efluentes em uma pequena indústria de doces, identificando os custos de instalação, equipamentos e de operação; e, identificar, por meio de pesquisa quantitativa, indústrias de um polo agroindustrial do interior do Paraná-Brasil, que fazem uso de água no seu processo produtivo e se possuem estação de tratamento dos efluentes.

A justificativa da pesquisa consiste na determinação da legislação brasileira, Lei nº 9.433/1997 (Brasil, 1997), que exige o tratamento de efluentes nas atividades industriais (Villar e Graziera, 2015) e com o intuito de contribuir para a lacuna existente com relação aos poucos trabalhos publicados com o fim de esclarecer sobre projetos e custos de tratamentos de efluentes industriais.

Efluentes industriais

Segundo Zaharia e Suteu (2013), efluente é a água que sobra de vários processos industriais ou mesmo de uso doméstico, sempre carregada de substâncias orgânicas ou inorgânicas.

Os processos de tratamento de efluentes industriais podem ser divididos em físicos, químicos e biológicos, e estão relacionados ao tipo de produção industrial e ao tipo de matéria prima e aos processos utilizados, que resultaram no efluente. Existe uma necessidade por parte das indústrias, que o processo de tratamento, tanto a prática, quanto a manutenção, sejam economicamente viáveis e possibilitem a continuidade da produção industrial (Vaghetti, 2009).

Segundo Nuvolari (2003), o descarte dos efluentes sem prévio tratamento, em um corpo de água, pode causar deterioração da qualidade dessa água, que passaria então a ser uma ameaça à saúde da população. Sendo assim, uma prática aconselhável seria o lançamento de maneira bem criteriosa, após etapas de tratamento.

Os efluentes industriais precisam ser tratados antes do descarte, sendo assim, depois de coletados, segundo Cardoso et al. (2008), é preciso definir quais contaminantes devem ser removidos para que seja possível proteger o ambiente e em que extensão. Para Oliveira e Sperling (2005) existem alguns requisitos a serem atingidos para que o efluente possa ser lançado no meio ambiente.

Tanto padrões de emissão como de qualidade são tipificados e quantificados em legislações específicas a nível federal e estadual (Cavalcanti, 2009). Conforme Di Bernardo e Dantas (2005), dentre os vários processos, destacam-se os tratamentos físicos, que são caracterizados por métodos de separação de fases envolvendo a sedimentação, decantação, filtração, centrifugação ou flotação dos resíduos.

Para Poetsch e Koetz (1998), os processos anaeróbios de tratamento de efluentes industriais tem sido responsável pela grande mudança nas condições de controle de poluição industrial, pois são tecnologias de baixo custo econômico e energético e de resposta satisfatória, tanto do ponto de vista empresarial, como dos órgãos de fiscalização e de pesquisa.

Fica evidente a importância do tratamento dos efluentes industriais, pois é necessário cuidar para que as futuras gerações possam ainda usufruir e fazer uso de água limpa e de boa qualidade.

Legislação ambiental brasileira

A legislação brasileira ambiental é muito rígida a respeito do tratamento de efluentes, principalmente quando aplicada à indústria. Assim, a legislação é a primeira condicionante para que seja desenvolvido um projeto de uma estação de tratamento de efluentes industriais.

O relevante art. 49, da Lei nº 9.433/1997, aborda, de forma extensa e detalhada, o que é considerado infração a respeito do uso e descarte de recursos hídricos no Brasil e o art. 50 considera sobre as medidas cabíveis para o não cumprimento do que foi proposto pelo art. 49. As medidas podem ser advertências por escrito, multas, até mesmo o embargo provisório das atividades da indústria (Brasil, 1997).

Sobre a legislação: Portaria MS nº 2914/2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (Brasil, 2011). A Resolução CONAMA nº 430/2011 (Brasil, 2011) e suas

correlações: complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357/2005 (Brasil, 2005), que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357/2005 (Silva et al., 2016).

No que tange a resíduos sólidos, a situação legal é diversa, existindo, em âmbito federal, a Lei nº 12.305/2010 (Brasil, 2010), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, bem como a Resolução CONAMA nº 313/2002, que dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais (Brasil, 2002). O estudo de efluentes industriais está intrinsecamente vinculado às normas que versem sobre o tratamento e a disposição final dos mesmos, e, conseqüentemente, englobando a fiscalização sobre os recursos hídricos, a condição dos corpos d'água e a qualidade da água (Bandeira et al., 2018).

Investimentos e custos

Conforme Godarth (2014), a competição tomou espaço na grande maioria das indústrias, assim a competitividade faz com que as mudanças aconteçam rapidamente.

O empreendedor, ao deparar-se com um possível investimento, deverá avaliar, analisar, orçar e comparar as propostas de tal forma que seja possível mensurar o custo benefício da negociação (Assaf Neto e Lima, 2009).

Segundo Nunes (2004), os custos relativos à operação e manutenção da estação de tratamento físico e químico por coagulação-floculação são maiores que os dos processos biológicos, quando o sistema é único, logo, o tratamento é a nível secundário e depende muito do porte do empreendimento.

Metodologia

A metodologia utilizada foi um estudo de caso acompanhando a instalação de uma estação de tratamento de efluentes em uma pequena indústria de doces. Segundo Yin (2001), o estudo de caso representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados. Pode incluir tanto estudos de caso único quanto de múltiplos, assim como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa.

A indústria de doces, objeto desta pesquisa, está situada no interior do Paraná, Brasil, na Região Metropolitana do Município de Cascavel, a qual será apresentada neste estudo com o nome fictício Indústria de Gêneros Alimentícios, atuante na fabricação de frutas cristalizadas, balas, biscoitos, bolachas e semelhantes.

A empresa responsável por realizar o projeto e instalação da estação de tratamento de efluentes foi a "BrasÁgua Tratamento de Água e Efluentes do Brasil Ltda", fundada na década de 1970, com laboratório sediado no Município de Cascavel, oeste do Estado do Paraná, considerada região polo agroindustrial e econômico devido à sua posição geográfica, portal para o Mercosul (Brasil, Argentina e Paraguai).

A pesquisa para verificar quantas empresas instaladas na cidade de Cascavel fazem uso de água no seu processo produtivo e possuem estação de tratamento de efluentes, foi realizado através de *survey*, pesquisa quantitativa, que segundo Richardson (2012), caracteriza-se pelo emprego da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações quanto no tratamento dessas através de técnicas estatísticas.

Para o levantamento de dados foi elaborado um questionário estruturado, com perguntas fechadas e abertas, abordando aspectos relacionados ao tratamento de efluentes, utilizando as seguintes variáveis: tempo de existência da empresa, número de funcionários visando identificar o porte da empresa, ramo de atividade visando identificar se é indústria (o foco da pesquisa), comércio ou serviços, se faz uso de água no processo produtivo, qual o volume de água utilizado, se possui estação de tratamento de efluentes e se existe intenção de estudo para implantação de estação de tratamento de efluentes.

A amostra da pesquisa utilizou-se os seguintes parâmetros: População = 1.228 - nível de confiança de 95% e margem de erro de 5%. Segundo os cálculos de amostragem é necessário que 205 indústrias respondam a pesquisa para atender o nível de confiança e a margem de erro. Como respostas da pesquisa realizada obteve-se 144 empresas respondentes, consideradas todas válidas para a análise, atendendo assim aos objetivos propostos por este estudo.

Os dados obtidos foram tabulados e editados em planilha eletrônica para posterior análise. Conforme citado por Malhotra (2001), utilizou-se para a análise a distribuição de frequência com o objetivo de averiguar o número de respostas relacionadas às variáveis do estudo.

Resultados e discussão

Produção de doces e o tratamento de efluentes

O foco da indústria analisada é a fabricação de frutas cristalizadas, balas e semelhantes que abrange tanto a cristalização de frutas como a fabricação de balas, confeitos e semelhantes. Os parâmetros de controle mais relevantes da produção do doce são: o tempo, a temperatura, a cor, concentração de sólidos solúveis. A etapa de cozimento é feita em tacho a vapor ou aberto com homogeneizador, a uma temperatura suficiente para deixar cozimento em ebulição constante. A utilização de calor nas indústrias é frequente, sendo que em grande parte os níveis de temperatura estão ao redor de 150 °C a 200 °C, estes níveis de temperaturas são utilizados para a secagem, cozimento, evaporação, desidratação, concentração, cozimento, produção de reações químicas e esterilização microbiológica (ELETROBRÁS, 2008).

Resultante da produção de doces, além dos produtos em si, resultam também os efluentes, os quais precisam de tratamento, pois devido a sua composição, não podem ser descartados nas redes pluviais e fluviais. As características dos efluentes industriais são inerentes à composição das matérias primas, das águas de abastecimento da produção industrial.

Estação de tratamento de efluentes (ETE)

Para dimensionar a estação de tratamento de efluentes e atender às necessidades da indústria de doces, a empresa BrasÁgua primeiramente realizou uma análise das etapas da produção e do efluente gerado, buscando identificar a carga poluidora dos efluentes resultantes da produção da indústria de doces, bem como o volume e períodos de vazão dos efluentes.

O ritmo produtivo deve ser conhecido, não só os horários dos turnos de trabalho, como também o das operações de limpeza, manutenção. Os parâmetros adotados para a caracterização dos efluentes foram: carga poluidora e vazão.

Para o cálculo de vazão dos efluentes foram utilizados como parâmetros os coeficientes definidos pela ABNT NBR 9649/1986 (ABNT, 1986) (Tabela 1), pertinente ao assunto, levando em conta as peculiaridades locais e em conformidade com o projeto final (SISPROC, 2010).

Com os resultados das análises pode-se identificar os tipos de poluentes e o volume da vazão do efluente (Tabela 2), juntamente com o período produtivo.

O tratamento para cada tipo de efluente é indicado de acordo com a carga poluidora e a presença de contaminantes, atendendo às exigências legais. Os principais tipos de tratamentos de efluentes podem ser separados por etapas: tratamentos preliminares, primários, secundários e terciários, tendo cada um desses estágios, uma função principal e um processo/tecnologia predominante (Fogaça, 2016).

Tabela 1. Coeficientes de Vazão - ABNT NBR 9649/1986 (ABNT, 1986).

Consumo de água considerado, "per capita" (q):	200 L/hab.dia
Coeficientes de variações de consumo médio:	
Coeficiente do dia de maior consumo:	(k1): 1,2
Coeficiente da hora de maior consumo:	(k2): 1,5
Coeficiente de retorno esgoto/água:	(C): 0,8
População atendida:	5 hab/econ.
Taxa de Infiltração:	0,5 L/s. km
Declividade mínima	5,077m/km
Coeficiente de Rugosidade (Manning)	0,010

Fonte: SISPROC (2010).

Tabela 2. Coeficiente de Vazão diária - Base: ABNT NBR 9649/1986 (ABNT, 1986).

- Coeficiente de máxima vazão diária	K1 = de 6 a 8 m ³ /dia
- Coeficiente de máxima vazão horária	K2 = de 0,75 a 1 m ³ /hora
- Tipos de contaminantes (efluentes)	Sólidos suspensos

Fonte: BrasÁgua (2019).

Para obter os resultados desejados no tratamento dos efluentes da indústria de doces, a empresa BrasÁgua definiu as etapas necessários para o tratamento (Tabela 3), que foram implementadas.

A primeira etapa do tratamento dos efluentes da indústria de doces buscou remover os sólidos em suspensão sedimentáveis e flutuantes através do gradeamento, peneiramento, separação de óleos e gorduras, sedimentação e flotação, obtendo como resultado, somente o efluente líquido.

A etapa seguinte é o tanque de equalização que tem como principal finalidade regular a vazão do efluente a ser tratado, mantendo o controle para uma vazão constante para as próximas etapas do tratamento. O dimensionamento do tanque de equalização leva em conta as medições das vazões média, mínima e máxima que ocorrem durante o período produtivo na indústria, visando a obter como resultado um efluente com o mínimo de resíduos sólidos.

O tanque de decantação serve para separar, por gravidade, os sólidos sedimentáveis contidos nos efluentes. Os sólidos sedimentam no fundo do decantador de onde são removidos como lodo, enquanto o efluente resultante decanta pelo vertedouro.

Nas estações de tratamento de efluentes são utilizadas as bombas de recalque para transferir o efluente de um tanque de equalização para a próxima unidade de tratamento, que normalmente está em elevação.

Já o reator para o tratamento físico-químico da água e efluentes é usado principalmente para controlar poluentes não removidos etapas convencionais, reduzir a carga orgânica, precedendo o tratamento químico, obtendo como resultado um efluente sem cargas orgânicas.

O efluente resultante das etapas de tratamento, permite direcioná-lo para as valas de infiltração que consistem na percolação do efluente no solo. Formada por tubos de PVC perfurados e envolvidos por camada de pedra britada e areia, alinhados no interior de valas, recobertas com solo de baixa declividade. O conduto propicia o retorno e a infiltração do efluente tratado ao solo através dos filtros naturais, resultando em água limpa e possível de reutilização.

Tabela 3. Etapas implementadas no tratamento químico do efluente industrial

Etapas	Equipamentos	Função
Pré-tratamento	Peneira estática	Remover sólidos grosseiros, flutuantes e areia afluentes ao tanque de equalização, evitar o acúmulo de sólidos nos tanques e no reator.
	Tanque de equalização	Dispositivo utilizado para regular a vazão do efluente antes do tratamento químico, mantendo uma vazão e carga praticamente constante ao longo do processo de tratamentos de efluentes industriais.
	Tanque de decantação	Os tanques de decantação podem ser circulares ou retangulares. Os efluentes fluem vagarosamente através dos decantadores, permitindo que os sólidos em suspensão, que apresentam densidade maior do que a do líquido circundante, sedimentem gradualmente no fundo.
	Bomba de recalque	Nas estações de tratamento as instalações de bombas de recalque são constituídas principalmente de linhas de elevação do efluente do tanque de equalização para a próxima unidade.
	Floculação/coagulação	O processo de coagulação, ou floculação, consiste na adição de produtos químicos que promovem a aglutinação e o agrupamento das partículas a serem removidas, tomando o peso específico das mesmas maior que o da água, facilitando a decantação.
	Serpentina e reator químico	O tratamento físico-químico da água e efluentes é usado principalmente para controlar poluentes não removidos nos processos convencionais, reduzir a carga orgânica, precedendo o tratamento químico.
Destinação	Valas de infiltração	Consiste na percolação do efluente no solo. Formada por tubos de PVC perfurados e envolvidos por camada de pedra brita e areia, alinhados no interior de valas, recobertas com solo de baixa declividade
	Lodo	Lodo é o material sedimentado e removido do fundo de decantadores enquanto o efluente líquido e tratado é removido pela superfície. O destino do lodo é tanque de compostagem para transformação em adubo orgânico.

Lodo é o material sedimentado e removido do fundo de decantadores enquanto o efluente líquido e tratado é removido pela superfície. O destino do lodo é tanque de compostagem para transformação em adubo orgânico.

Os sistemas de tratamento de efluentes com a utilização de reatores encontram uma grande aplicabilidade. As diversas características favoráveis destes sistemas, como o baixo custo, simplicidade operacional e baixa produção de sólidos, aliadas às condições ambientais do Brasil, onde há a predominância de elevadas temperaturas, têm contribuído para a colocação dos sistemas de tratamento de efluentes em posição de destaque.

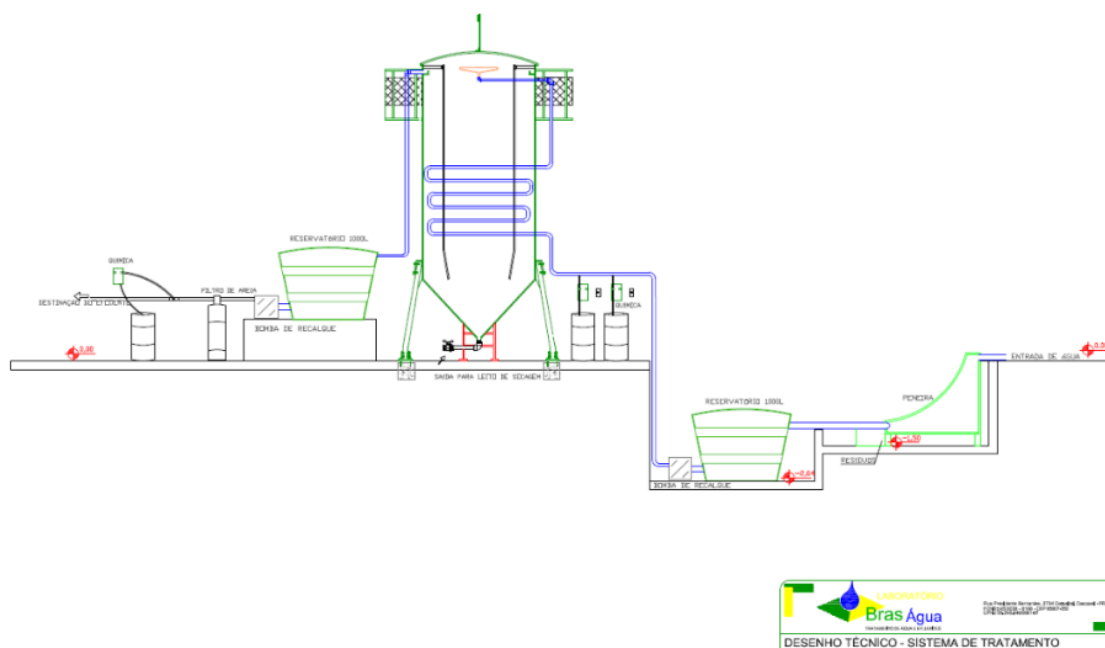
O sistema projetado pela empresa BrasÁgua, para o tratamento do efluente da indústria de doces, abrangeu alguns equipamentos (Tabela 4) que foram instalados, compondo a estação de tratamento de efluentes.

Tabela 4. Características dos equipamentos de tratamento de efluentes.

• Bomba monofásica 220 V;
• Dosadoras EX 15/3;
• Reator anaeróbio com capacidade de 1.000 L/h;
• Caixa auto limpante de 1.000 L;
• Filtro de areia FA 800;
• Quadro de comando para o sistema de tratamento;
• Material hidráulico;
• Material elétrico;
• Base para equipamento reator;
• Casa da química

Fonte: BrasÁgua (2019).

Para melhor visualizar o sistema de tratamento de efluentes implantado na indústria de doces, os desenhos técnicos (Figuras 1, 2 e 3) demonstram todas as etapas e os componentes envolvidos em cada uma, proporcionando como resultado um efluente líquido limpo e reaproveitável.

**Figura 1.** Sistema de tratamento de Efluentes. Fonte: BrasÁgua (2019).

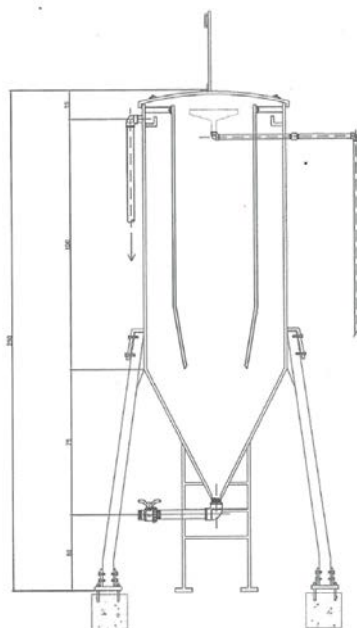


Figura 2. Sistema de tratamento de Efluentes - Reator. Fonte: BrasÁgua (2019).

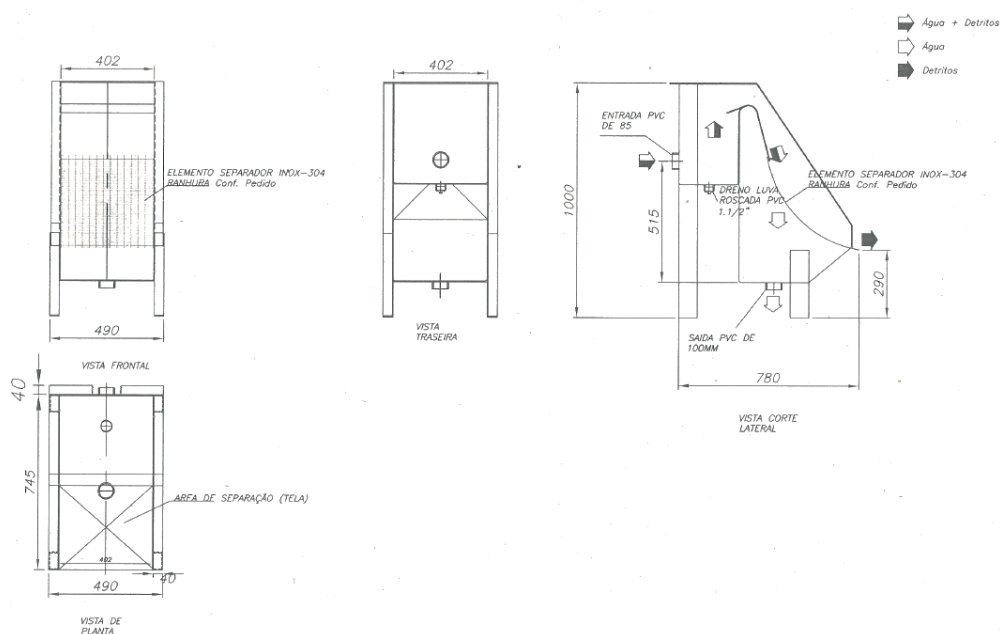


Figura 3. Sistema de tratamento de Efluentes - Calha. Fonte: BrasÁgua (2019).

Após a implantação do sistema de tratamento de efluentes na indústria de doces, elaborou-se também um levantamento dos custos envolvidos na instalação da estação de tratamento (Tabela 5), bem como de todos os componentes.

Tabela 5. Custos do projeto.

Equipamento tratamento efluentes	Custos
• Bomba monofásica 220 V;	R\$ 600,00
• Dosadoras EX 15/3;	R\$ 1.200,00
• Reator químico com capacidade de 1.000 L/h;	R\$ 18.000,00
• Caixa autolimpante de 1.000 L;	R\$ 600,00
• Filtro de areia FA 800;	R\$ 3.000,00
• Quadro de comando para o sistema de tratamento;	R\$ 1.500,00
• Material hidráulico;	R\$ 1.500,00
• Material elétrico;	R\$ 1.500,00
• Base para equipamento reator;	R\$ 3.000,00
• Casa da química	R\$ 6.000,00
Mão de obra	R\$ 8.000,00
Total	R\$ 43.700,00

Fonte: BrasÁgua (2019).

Conforme levantamento realizado em dezembro de 2019, apresentado na Tabela 5, os custos envolvidos na instalação da estação de tratamento são de R\$ 43.700,00 (quarenta e três mil e setecentos reais).

Lodo resultante do tratamento do efluente

O lodo resultante do tratamento do efluente, quando é desidratado torna-se consistente e semissólido, passando a ser chamado de lodo seco, o qual pode ter como destinação final aterros sanitários ou compostagem.

Na indústria de doces, como o lodo resultante do tratamento do efluente não tem utilidade na indústria, ele é doado para compostagem, sendo retirado semanalmente, através de veículo adequado, por empresa parceira, processadora de compostagem, sem custo para a indústria de doces.

Custo operacional da estação de tratamento de efluentes

Após a implementação da estação de tratamento de efluentes e a colocação em operação, foram levantados e identificados os custos de operação e manutenção da estação de tratamento de efluentes da indústria de doces.

Conforme identificado na Tabela 6, o custo mensal de manutenção da estação de tratamento de efluentes é baixo, uma vez que a mesa traz um grande benefício para a indústria e atenda os requisitos da legislação ambiental.

Tabela 6. Custo de operação e manutenção.

Equipamento Tratamento Efluentes	Custos
• Mão de obra – horas/homem/mês	R\$ 330,00
• Produtos químicos - mensal;	R\$ 120,00
• Serviços de terceiros - mensal;	R\$ 130,00
• Energia elétrica - mensal;	R\$ 150,00
• Água de limpeza e manutenção - mensal;	R\$ 30,00
• Manutenção equipamentos - hora/homem/mês;	R\$ 80,00
Total	R\$ 840,00

Fonte: BrasÁgua (2019).

Conforme levantamento realizado em dezembro de 2019, apresentado na Tabela 6, os custos operacionais da estação de tratamento de efluentes são de R\$ 840,00 (oitocentos e quarenta reais) mensais.

Pesquisa nas indústrias no polo agroindustrial

A pesquisa foi realizada com os dezesseis mil associados da Associação Comercial e Industrial de Cascavel (ACIC), e obteve-se 144 empresas respondentes ao *survey*, consideradas todas válidas para a análise, atendendo assim aos objetivos propostos por este estudo.

O foco da pesquisa foi o ramo industrial, visando a identificar o número de indústrias instaladas na cidade de Cascavel e que fazem uso de água no seu processo produtivo. A quantidade de empresas, do ramo industrial que responderam à pesquisa foi de 35 sendo que destas, 29 utilizam água no seu processo produtivo.

As indústrias foram indagadas sobre o tempo que estavam no mercado (Figura 4). Constatou-se que 35% são recentes (1 a 5 anos), outras 25% estão no mercado de 6 a 10 anos a maioria (40%) tem mais de 11 anos.

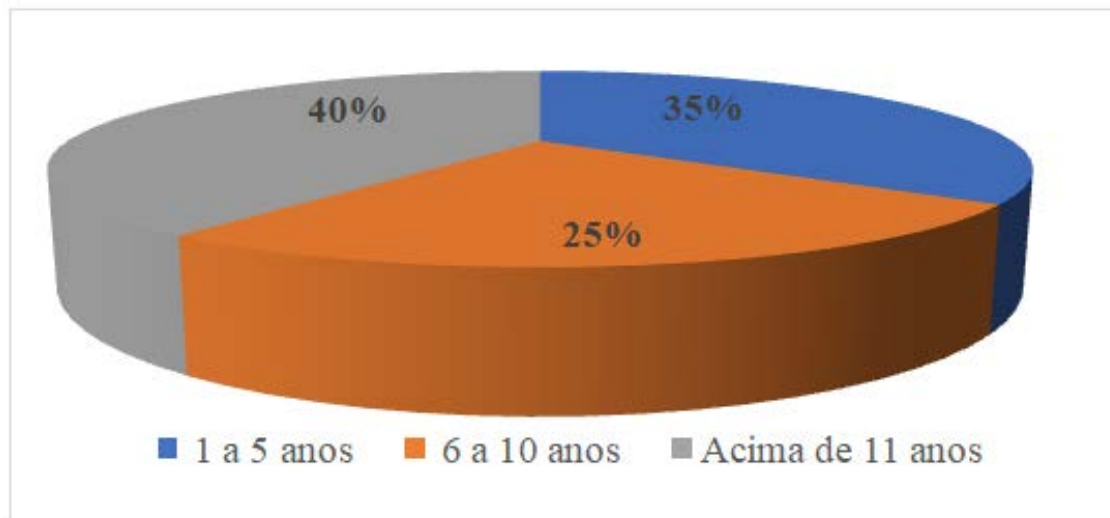


Figura 4. Tempo das empresas estudadas no mercado.

Constatou-se que 19 empresas (54%) (Figura 5) possuem de 1 a 10 funcionários, ou seja, são microempresas. 13 empresas (37%) possuem entre 11 e 20 funcionários, sendo consideradas empresas de pequeno porte e apenas 3, ou seja, 9% (com mais de 20 funcionários) são empresas de porte médio a grande. Assim, verifica-se que 91% das empresas pesquisadas são micro e pequenas empresas.

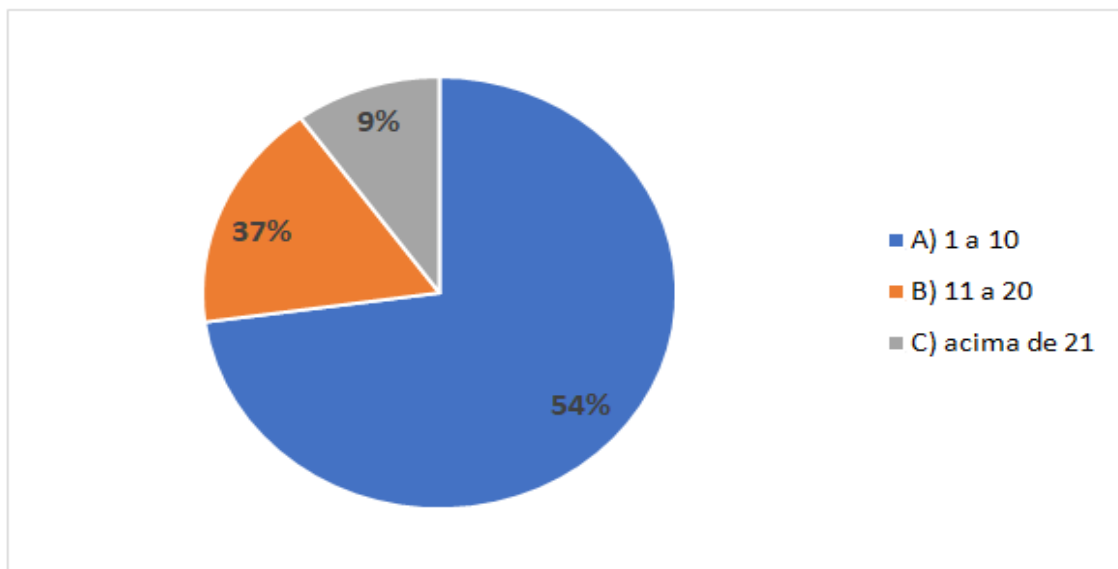


Figura 5. Número de funcionários das empresas estudadas.

Identificou-se também que 23 indústrias (66%) fazem uso de água no seu processo produtivo. Destas, 22 utilizam de 1 a 5 m³ de água por dia e a outra empresa de 6 a 10 m³ de água por dia. As outras 12 indústrias (34%) não fazem uso de água no seu processo produtivo.

Vale ressaltar que, segundo dados do IBGE (2010), a cidade de Cascavel possui 1.228 indústrias de transformação, sendo que o resultado obtido na pesquisa foi 35 indústrias respondentes, ou seja, apenas 1,87% desse total, não podendo ser considerado representativo, apenas uma pequena amostra do universo de indústrias e ser explorado.

Conclusões

O estudo atingiu sua finalidade identificando os custos de instalação de uma estação de tratamento de efluentes industriais implementada em uma pequena indústria de doces, os quais irão servir de referência para outras indústrias que necessitam fazer o tratamento de seus efluentes. Também foram levantados os custos de instalação, equipamentos e de operação de uma estação de tratamento de efluentes.

Quanto à *survey*, nenhuma das 23 indústrias pesquisadas que usam água no processo produtivo possuem estação de tratamento de efluentes. Outro aspecto relevante encontrado na pesquisa, ao questionar as empresas se tinham intenção de fazer algum estudo para tratamento e reaproveitamento de água, apenas uma informou ter interesse em realizar um estudo para tratamento e reaproveitamento da água do processo produtivo.

Como sugestão para estudos futuros recomendamos a identificação junto às indústrias, e que fazem uso de água no seu processo produtivo, a motivação para utilização de uma estação de tratamento de efluentes.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 9649:1986 - Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

Assaf Neto, A. A.; Lima, F. G. **Curso de administração financeira**. São Paulo: Atlas, 2009.

Bandeira, A. A.; Esquerre, K. R.; Borges, R. B. A regulamentação sobre o tratamento e a disposição final de efluentes industriais: avaliação do gerenciamento de efluentes no Polo Industrial de Camaçari, Estado da Bahia. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, v. 8, n. 2, p. 121-148, 2018.

Bertoncini, E. I. Tratamento de efluentes e reuso da água no meio agrícola. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. 1, n. 1, p. 152-169, 2008.

Borba, J.; Leste, A. N.; Xavier, E. G.; Silva, F. B.; Melo, A. M. Tratamento de efluentes industriais através da utilização de plantas na despoluição da água, associado à decantação e filtração lenta. **Científic@ - Multidisciplinary Journal**, v. 5, n. 2, p. 132-136, 2018. <https://doi.org/10.29247/2358-260X.2018v5i2.p132-137>

BrasÁgua - Tratamento de Água e Efluentes do Brasil Ltda. **Projeto de Sistema de Tratamento de Efluentes**. Cascavel: BrasÁgua, 2019.

Brasil. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm>. Acesso em: 20 fev. 2020.

Brasil. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 20 fev. 2020.

Brasil. **Portaria MS nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 20 fev. 2020.

Brasil. **Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002**. Dispõe sobre o inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

Brasil. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

Brasil. **Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

Cardoso, K. C.; Bergamasco, R.; Cossich, E. S.; Moraes, L. C. K. Otimização dos tempos de mistura e decantação no processo de coagulação/floculação da água bruta por meio da *Moringa oleifera* Lam. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 30, n. 2, p. 193-198, 2008. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v30i2.5493>

Cavalcanti, J. E. W. A. **Manual de tratamento de efluentes industriais**. São Paulo: Engenho, 2009.

Chicatto, J. A.; Rainert, K. T.; Gonçalves, M. J.; Helm, C. V.; Altmajer-Vaz, D.; Tavares, L. B. B. Decolorization of textile industry wastewater in solid state fermentation with peach-palm (*Bactris gasipaes*) residue. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, n. 4, p. 718-727, 2018. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.175074>

Constantino, A. F.; Yamamura, V. D. Redução do gasto operacional em estação de tratamento de água utilizando o PAC. Anais do Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Maringá, 2009.

Di Bernardo, L.; Dantas, A. D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 2. ed. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A. **Instrumentação e controle: guia básico**. Brasília: IIEL/NC, 2008.

Felson, L. Netting limitations. **Marketing News**, v. 35, n. 5, p. 43, 2001.

Fleck, L.; Tavares, M. H. F.; Eyng, E. Utilização da técnica de eletrofloculação para o tratamento de efluentes têxteis: uma revisão. **Revista Eixo**, v. 2, n. 2, p. 51-65, 2013.

Fogaça, F. C. **Estudo da eficiência da eletrocoagulação aplicada a afluentes da produção de bebidas não alcoólicas e não gaseificadas**. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2016. (Dissertação de Mestrado).

Giordano, G. Tratamento e controle de efluentes industriais. **Revista ABES**, v. 4, n. 76, p. 1-84, 2004.

Godarth, K. A. L.; Lasta, S.; Mello, G. R.; Rojo, C. A.; Leismann, E. L. Compra em redes como estratégia de competitividade no varejo. **Revista de Globalización, Competitividad y Gobernabilidad**, v. 8, n. 1, p. 51-66, 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Densidade demográfica: censo demográfico 2010**. Disponível em <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=10&uf=00>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

Malhotra, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

Nunes, J. A. **Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais**. Aracaju: Gráfica Editora J., 2004.

Nuvolari, A. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. São Paulo: Blucher, 2003.

Oliveira, S.; Corrêa, M. A.; Von Sperling, M. Avaliação de 166 ETES em operação no país, compreendendo diversas tecnologias. Parte 2: influência de fatores de projeto e operação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, n. 4, p. 358-368, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522005000400012>

Poetsch, P. B.; Koetz, P. R. Sistema de determinação da atividade metanogênica específica de lodos anaeróbios. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 4, n. 3, p. 161-165, 1998.

Richardson, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 14. Reimpr. São Paulo: Atlas, 2012.

- Sereno Filho, J. A.; Santos, A. F. D. M. S.; França Bahé, J. M. C.; Gobbi, C. N.; Lins, G. A.; Almeida, J. R. Tratamento de efluentes da indústria de bebidas em reator anaeróbio de circulação interna (IC). **Revista Internacional de Ciências**, v. 3, n. 1, p. 21-42, 2013. <https://doi.org/10.12957/ric.2013.7065>
- Silva, J. R.; Lustosa, G. S.; Veras-dos-Santos, D. S. Análise dos estudos ambientais realizados em Caxias-MA nos anos 2010 a 2014. **Cadernos Cajuína**, v. 1, n. 2, p. 100-118, 2016.
- SISPROC. **Projeto Rede Coletora de Esgoto Sanitário Hidráulico**. nº 5.633/Supro Revisão 1. 2010.
- Vagheti, J. C. P. **Utilização de biossorventes para remediação de efluentes aquosos contaminados com íons metálicos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. (Tese de doutorado).
- Van Haandel, A.; Lettinga, G.; Haandel, A. **Tratamento anaeróbio de esgotos**: um manual para regiões de clima quente. Campina Grande: Epgraf, 1994.
- Villar, P. C.; Graziera, M. L. M. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: regiões hidrográficas brasileiras. Brasília: ANA, 2015. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/regioeshidrograficas2014.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2019.
- Wijayanti, I. I.; Budiharjo, A.; Pangastuti, A.; Prihapsara, F.; Artanti, A. N.; Harini, M. Optimization of self nanoemulsifying drug delivery system with ethanolic extract of ginger (*Zingiber officinale*) and eel bone oil (*Anguilla* spp.) extracted by maceration as carrier. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 578, 012050, 2019. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/578/1/012050>
- Yang, P. Y.; Wang, Z. Integrating an intermittent aerator in a swine wastewater treatment system for land-limited conditions. **Bioresource Technology**, v. 69, n. 3, p. 191-198, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(99\)00006-1](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(99)00006-1)
- Yin, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.
- Zaharia, C.; Suteu, D. Coal fly ash as adsorptive material for treatment of a real textile effluent: operating parameters and treatment efficiency. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 20, n. 4, p. 2226-2235, 2013. <https://doi.org/10.1007/s11356-012-1065-z>



Informação da Licença: Este é um artigo Open Access distribuído sob os termos da Licença Creative Commons Attribution, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.