



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
IV CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO HÍDRICA E AMBIENTAL**

PATRICK AMARAL DA COSTA

**GESTÃO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS NO PROCESSO DE
OBTENÇÃO DE SUBSTRATO AGRÍCOLA: ESTUDO DE CASO.**

**BELÉM-PA
2016**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
IV CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO HÍDRICA E AMBIENTAL**

PATRICK AMARAL DA COSTA

**GESTÃO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS NO PROCESSO DE
OBTENÇÃO DE SUBSTRATO AGRÍCOLA: ESTUDO DE CASO.**

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, como requisito parcial para obtenção de grau de Especialista em Gestão Hídrica e Ambiental na área de concentração em Gestão Hídrica.

Orientador: Prof. Dr. Milton Antônio da Silva
Matta.

BELÉM-PA
2016

DEDICATÓRIA

**À Deus,
Pela oportunidade de vida e pela graça de ter me permitido alcançar
mais este sonho.
Aos meus pais João e Eliete,
que tudo fizeram por mim.
À minha esposa, Vanessa,
companheira, amiga e grande incentivadora;
por compreender a minha ausência durante o tempo dedicado aos
estudos.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por conseguir conquistar mais esta meta profissional, me tornar Especialista em Gestão Hídrica.

À Universidade Federal do Pará – UFPA, pela oportunidade de realizar a especialização.

Ao meu orientador Prof. Dr., Milton Antonio da Silva Matta pelo apoio, disponibilidade, críticas e sugestões feitas durante sua orientação.

À minha madrastra Prof.^a Maria Limonge, pelo apoio e incentivo.

A todos aqueles que, de alguma forma, ajudaram na realização desta monografia.

E acima de tudo à minha família, pelo amor incondicional e pelo apoio constante.

O meu muito obrigado!

“Podemos escolher recuar em direção à segurança ou avançar em direção ao crescimento. A opção pelo crescimento tem que ser feita repetidas vezes. E o medo tem que ser superado a cada momento”.

Abraham Maslow

GESTÃO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS NO PROCESSO DE OBTENÇÃO DE SUBSTRATO AGRÍCOLA: ESTUDO DE CASO.

RESUMO – Nas últimas décadas a poluição de corpos hídricos em função do lançamento de efluentes líquidos se tornou uma preocupação constante para o seguimento industrial. Realizou-se um estudo de caso em uma indústria processadora de substrato agrícola, no período de Fevereiro e Abril de 2016, com o objetivo de avaliar a eficiência do tratamento do efluente industrial deste seguimento fabril, localizada na Região Metropolitana de Belém-Pa.. Buscando caracterizar as operações unitárias da Estação de Tratamento do Efluente Industrial (E.T.E.I.) adotadas. Assim foram realizadas visitas técnicas para identificação dos pontos geradores do efluente industrial, conhecimento do processo de tratamento e realização de ensaios laboratoriais para caracterização do efluente gerado. Os resultados obtidos com a caracterização dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicas do efluente foram comparados com os valores máximos para lançamento de efluentes industriais permitidos pela Resolução CONAMA 430/2011, e os resultados obtidos com as amostras do corpo hídrico receptor foram comparados com as definições da Resolução CONAMA 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Desta forma permitindo confirmar que o sistema de tratamento adotado pela empresa em estudo atende as legislações vigentes, preocupando-se com a conservação dos recursos hídricos e proteção do meio ambiente.

Palavras-chaves: Efluentes industriais, tratamento.

INDUSTRIAL EFFLUENTS MANAGEMENT IN PROCESS OF AGRICULTURAL SUBSTRATE PROCUREMENT: CASE STUDY.

ABSTRACT - In the last decades the pollution of water bodies due to the liquid effluent discharge has become a constant concern for the industrial segment. We conducted a case study in a processing industry of agricultural substrate, in February and April 2016, in order to evaluate the efficiency of the industrial effluent treatment in a factory, placed in the Metropolitan Area of Belém-Pa, trying to characterize the unit operations deployed in Industrial Effluent Treatment Station (ETEI). So there were technical visits to identify the generating points of industrial effluent, to know the treatment process and to conduct laboratory tests to distinguish the effluent generated. The obtained results in the characterization of physical, chemical and microbiological effluent were compared with the maximum values for industrial effluents disposal allowed by CONAMA Resolution 430/2011, and the obtained results with samples of the receptor water body were compared with the definitions by CONAMA Resolution 357/2005, which provides for the classification of water bodies and environmental guidelines for its legal framework. Therefore it allows confirming that the treatment system adopted by the company, in study, follows the current legislation, concerned with the conservation of water resources and environmental protection.

Keywords: industrial effluents, treatment.

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

E.T.E.I. – Estação de Tratamento de Efluentes Industriais

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

pH – Potencial Hidrogeniônico

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Definições da geração de efluentes	18
Figura 2: Comparação dos efeitos do uso da água	19
Figura 3: Níveis do tratamento de efluentes	25
Figura 4: Determinações para a caracterização do efluente líquido.....	27
Figura 5: Localização da área de estudo.....	31
Figura 6: Processo produtivo e identificação dos pontos de geração dos efluentes industriais	33
Figura 7: Fluxograma da Estação de Tratamento do efluente Industrial	36
Figura 8: Classificação das etapas da E.T.E.I., da atividade processadora de substrato agrícola.....	37
Figura 9: Peneira Rotativa do “Efluente I”	38
Figura 10: Tanque de equalização e Aeradores flutuantes	39
Figura 11: saída do efluente tratado.....	41
Figura 12: Comparação entre o efluente bruto e após o processo de coagulação e floculação	42
Figura 13: Lagoa Aerada Facultativa	43
Figura 14: Centrifuga para desidratação do lodo	44
Figura 15: Comparação entre as opções de equipamentos utilizados para desidratação do lodo	44
Figura 16: Corpo hídrico receptor – Rio Benfica.....	45
Figura 17: Distribuição dos pontos amostrais.....	46
Figura 18: Coordenadas geográficas dos pontos amostrais	46
Figura 19: Leitura dos parâmetros de OD e Temperatura na amostra A2.....	47
Figura 20: Coleta de amostra a jusante do ponto de lançamento do efluente no corpo hídrico receptor	47
Figura 21: Leitura dos parâmetros de OD e Temperatura na amostra A4 – Montante do lançamento no corpo receptor.....	48
Figura 22: Comparação do comportamento visual do efluente industrial	51
Figura 23: Comportamento do volume (kg) do subproduto gerado no processo de desidratação do lodo	53

LISTA DE TABELAS:

Tabela 1: Metodologia de análise laboratorial	16
Tabela 2: Projeção do m ³ do efluente bombeado para o Tanque de Coagulação e Floculação	40
Tabela 3: Resultado das análises físico-químicas	49
Tabela 4: Comparação dos resultados obtidos nas amostras do efluente Industrial com a Resolução CONAMA 430/2011	50
Tabela 5: Comparação dos resultados com a Resolução CONAMA 357/2005 ...	52

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
2. JUSTIFICATIVA	13
3. OBJETIVOS	14
3.1. OBJETIVO GERAL.....	14
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
4. MATERIAIS E MÉTODOS	14
5. REFERENCIAL TEÓRICO	16
5.1. UTILIZAÇÃO DA ÁGUA NO CENÁRIO INDUSTRIAL	16
5.2. GERAÇÃO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	18
5.2.1. Efluente líquido Industrial	18
5.2.2. Poluição/Contaminação originado pelo setor industrial	19
5.3. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	20
5.4. IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DOS EFLUENTES INDUSTRIAIS	22
5.4.1. Classificação dos processos de tratamento de efluentes industriais	23
5.4.1.1. Processos Físicos	23
5.4.1.2. Processos Químicos.....	23
5.4.1.3. Processos Biológicos	23
5.4.2. Níveis do processo de tratamento dos efluentes industriais	24
5.4.2.1. Tratamento preliminar	25
5.4.2.2. Tratamento primário	25
5.4.2.3. Tratamento secundário.....	25
5.4.2.4. Tratamento Terciário	25
5.5. PARÂMETROS PARA A DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO.....	26
5.5.1. Determinações físicas	27
5.5.2. Determinações Químicas	28
5.5.3. Determinações Biológicas	29
5.6. MONITORAMENTO DO COMPORTAMENTO DOS EFLUENTES INDUSTRIAIS.....	29
6. ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA PROCESSADORA DE SUBSTRATO AGRÍCOLA	30
6.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	31
6.1.1. Localização.....	31
6.1.2. Atividade Processadora de Substrato Agrícola	31
6.1.3. Fluxograma do Processamento do Substrato Agrícola	32
6.1.4. Identificação dos Pontos Geradores do Efluente Industrial	34
6.1.5. Composição da Estação de Tratamento do Efluente Industrial (E.T.E.I.).....	34
6.1.5.1. Fluxograma do Tratamento do Efluente Industrial	35
6.1.5.2. Classificação das Etapas do Tratamento do Efluente Industrial	37
6.1.5.2.1. <i>Tratamento Preliminar</i>	37

6.1.5.2.1.1. Tanque Coletor	37
6.1.5.2.1.2. Peneira Rotativa	38
6.1.5.2.1.3 Tanque Bruto	38
6.1.5.2.2. Tratamento Primário.....	38
6.1.5.2.2.1 Tanque de Equalização	38
6.1.5.2.2.2 Tanque de Coagulação e Floculação	39
6.1.5.2.2.2.1. A clarificação do efluente	41
6.1.5.2.2.3 Condicionamento do lodo	42
6.1.5.2.3. Tratamento Secundário.....	43
6.1.5.2.3.1. Lagoa de Estabilização	43
6.1.5.2.4. Desidratação do Lodo	43
6.1.5.2.5. Corpo Hídrico Receptor	45
6.2. ESTUDOS REALIZADOS NA E.T.E.I.....	45
6.2.1. Pontos Amostrais	46
6.2.2. Coleta de Campo.....	47
6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
6.3.1. Caracterização das Análises Físico-Químicas do Efluente Industrial.....	48
6.3.2. Gestão dos Subprodutos Gerados no Tratamento do Efluente Industrial.....	52
6.3.3. Levantamento dos Pontos Positivos e Negativos do Processo de Tratamento do Efluente Industrial da Atividade Processadora de Substrato Agrícola.....	53
6.3.4. Importância do Tratamento do Efluente para o Meio Ambiente	54
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	54
8. REFERÊNCIAS.....	57
APÊNDICE A	60

INTRODUÇÃO

A água é um bem de domínio público cujos níveis de qualidade são primordiais para assegurar o seu uso sem prejudicar o bem-estar humano e o equilíbrio ecológico. De acordo com Daminelli *apud* Cesaro, 2007, é bem estabelecida a noção de que a contribuição de esgotos e rejeitos industriais promove alterações significativas nas características físico-químicas dos ambientes aquáticos. A consequência do lançamento de efluentes *in natura* em corpos hídricos é motivo de grande preocupação para a maioria dos países.

Historicamente o desenvolvimento urbano e industrial ocorreu ao longo dos rios devido à disponibilidade de água para abastecimento e a possibilidade de utilizar o rio como corpo receptor dos dejetos, e a partir da Revolução Industrial, o homem passou a explorar de forma intensa os recursos naturais disponíveis; incidiu a contaminar cada vez mais os corpos hídricos, e a utilizar de forma irracional os recursos naturais não renováveis.

Os efluentes gerados pelas atividades industriais ao serem lançados com seus poluentes característicos ocasionam a modificação da qualidade do corpo hídrico receptor.

A poluição hídrica pode ser considerada meio de alteração física, química ou biológica da qualidade de um corpo hídrico, podendo exceder os padrões estabelecidos de qualidade do corpo receptor, de acordo com seu uso preponderante. Considerando a atuação dos agentes: físicos materiais (sólidos em suspensão) ou formas de energia (calorífica e radiações); químicas (substâncias dissolvidas ou com potencial de solubilização); biológicos (microorganismos). (GIORDANO 2004).

Não é de hoje, que os impactos ocasionados pelos processos industriais estão em pauta. A busca constante da produção de bens de consumo forçou a classe industrial a responder as necessidades impostas pela sociedade e organizações ambientais. Buscando adequar suas atividades potencialmente poluidoras às questões socioambientais.

Contudo, hoje existe uma série de legislações ambientais, critérios políticos e revisões que procuram influir tanto na seleção dos locais de lançamento, quanto no nível de tratamento exigido para garantir que os impactos ambientais provocados pela disposição dos efluentes tratados sejam aceitáveis.

Para tanto a resolução 430 do CONAMA de 13 de Maio de 2011, determina os padrões de lançamentos de efluentes no corpo receptor. O artigo 16 da Resolução supracitada rege os parâmetros de lançamentos de efluentes após o devido tratamento.

No presente trabalho foi analisado o sistema de tratamento de efluentes industriais de uma fábrica de processamento de substrato agrícola, tendo como matéria-prima fibra de coco. A indústria em estudo utiliza-se de um sistema de tratamento físico de transporte e homogeneização do efluente, comum a todas as indústrias, e tratamento químico através da adição conjunta de polímeros nas fases do tratamento do efluente.

2. JUSTIFICATIVA

Nos últimos anos, o setor industrial passou a dar uma maior importância às consequências de seus processos produtivos, ou seja, a garantia de que seus efluentes líquidos, seus resíduos sólidos e emissões atmosféricas não prejudiquem a qualidade dos ecossistemas ao seu redor, através da aplicabilidade de atividades sustentáveis, colocando em prática a responsabilidade compartilhada do ciclo de vida dos seus produtos, com isso, grandes investimentos foram feitos, tornando-se indispensável à implantação do sistema de tratamento de efluentes industriais, cuja obrigatoriedade determinou um custo adicional para o seguimento industrial, transformando uma necessidade, que antes era classificada como um transtorno, em uma possibilidade de retorno financeiro, melhorando a imagem da empresa perante a sociedade e ao cumprimento as legislações vigentes.

Cabe às indústrias o conhecimento da caracterização do efluente que é gerado, para assim estudar qual a melhor forma de tratar esse efluente, com essa finalidade são realizadas análises físicas e químicas do efluente gerado, do mesmo

modo estudos para caracterização, quantificação, tratamento e acondicionamento adequado, antes da disposição final para que não haja danos ao meio ambiente.

Através desse contexto, observou-se a importância do conhecimento da gestão aplicada aos efluentes industriais gerados por atividade processadora de substratos agrícolas; visto que, não foram identificados estudos da caracterização do tratamento adotado aos efluentes industriais deste seguimento na região metropolitana de Belém-PA.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL:

- ✓ Avaliar a eficiência do tratamento do efluente industrial gerado na atividade de processamento de substrato agrícola.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Caracterizar a atividade de processamento de substrato agrícola no que se refere ao tratamento de efluentes industriais e gerenciamento dos subprodutos do mesmo (parte sólida);
- ✓ Promover o conhecimento da tecnologia implantada no tratamento dos efluentes industriais;
- ✓ Analisar a eficiência do tratamento adotado;
- ✓ Avaliar o gerenciamento dos efluentes industriais;
- ✓ Contribuir para que a classe industrial passe a interagir de forma mais sustentável com o corpo hídrico receptor de seus efluentes;

4. METODOLOGIA:

O presente trabalho foi realizado em três etapas: a primeira foi à revisão bibliográfica, sobre o tema proposto; a segunda, o levantamento de dados sobre o processo de tratamento dos efluentes industriais adotado para a atividade processadora de substrato agrícola, que contou com a realização de visitas técnicas em uma E.T.E.I., no mês de fevereiro e abril de 2016, com o intuito de acompanhar o processo de geração e tratamento do efluente industrial. Ao longo da visita de

campo foi aplicado um questionário (Apêndice I), utilizado para obter informações do processo e gestão da E.T.E.I..

Após a identificação dos pontos de geração do efluente e caracterização do processo de tratamento adotado, foram realizados ensaios por laboratório terceirizado credenciado, contratado pela empresa em estudo, para analisar os parâmetros físico, químicos e microbiológicos do efluente indústria e corpo hídrico receptor do mesmo; a terceira etapa foi a interpretação dos resultados obtidos com as análises de caracterização das amostras, onde as informações do laudo analítico foram confrontadas com a Resolução CONAMA 430/11 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluente. E, ainda com a Resolução 357/05, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento; a fim de confronta-los e constatar se o lançamento dos efluentes industriais da empresa em estudo atende as exigências dos órgãos ambientais. Em seguida, calculou-se a eficiência do tratamento através da identificação da redução de carga orgânica da E.T.E.I., da atividade processadora de substrato agrícola.

Os métodos analíticos utilizados para as análises do efluente industrial (amostras do efluente Bruto, tratado e saída da lagoa), do mesmo modo para as amostras do corpo hídrico receptor (Montante e Jusante), foram baseados no "Standard Methods for the Examination of Water and wastewater (2012)". Foram analisadas, ao todo, 20 parâmetros para cada amostra.

Na tabela 01, apresentam-se os parâmetros que foram analisados com suas respectivas metodologias.

Tabela 01: Metodologia de análise laboratorial

Parâmetro	Metodologia	Unidade
Alcalinidade Total	SM22 2310 B	mg/L
Cálcio	ICP-AES	mg/l
Cloretos	NBR 13797	mg/l
Cor Aparente	Espectrofotometria	UH
Coliformes Termotolerantes	SM22 9221 B	NMP/100 ML
DBO 5 20° C	SM22 5210 B	mg/l
DQO	SM22 5220 D	mg/l
Dureza Total	Titulometria	mg/l
Magnésio	ICP-AES	mg/l
Materiais sedimentáveis	Cone de Imhoff	mL/L
Nitratos	NBR 12620	mg/l
Nitrogênio Amoniacal	SM22 4500 NH3 C	mg/L
Óleos e graxas	SM22 5520 B	Não detectado
Oxigênio Dissolvido	Winkler	mg/L
pH	SM22 4500 H+B	Entre 5 a 9
Temperatura	SM22 2550 B	°C
Turbidez	SM22 2130 B	UNT
Sólidos Dissolvidos Totais	SM 2540 C	mg/L
Sólidos Suspensos	SM22 2540 D	mg/L
Sólidos Totais	SM22 2540 B	mg/L

Fonte: Adaptado pelo autor (2016).

5. REFERENCIAL TEÓRICO

5.1. UTILIZAÇÃO DA ÁGUA NO CENÁRIO INDUSTRIAL

Na ocasião da abertura do mercado internacional, onde o amadurecimento da indústria brasileira foi exigido, em que notadamente tornaram-se mais competitivas, percebe-se que a indústria brasileira modernizou-se ao mesmo tempo em que fortaleceu a preocupação e a consciência ambiental, juntamente com as políticas públicas para a proteção dos recursos naturais, destacando-se os recursos hídricos, sendo sua utilização de maneira sustentável.

Atualmente a classe industrial está submetida a dois grandes Instrumentos de pressão. De um lado, as exigências do comércio internacional pelo avanço da competitividade e, do outro lado, as questões ambientais, bem como as recentes

condicionantes legais de gestão de recursos hídricos, diretamente ligadas à cobrança pelo uso da água.

Para se adequar a este novo cenário, segundo FIRJAN (2006), a classe industrial vem aprimorando seus processos e desenvolvendo sistemas de gestão ambiental para responder às exigências do mercado internacional. De acordo com este paradigma, é possível identificar bons exemplos de implantação de sistemas e procedimentos de gerenciamento da demanda de água e de minimização da geração de efluentes industriais.

De acordo com Mierzwa (2005), dependendo do processo industrial, a água pode ser tanto matéria-prima, incorporada ao produto final, como um composto auxiliar na preparação de matéria-prima, fluido de transporte, fluido de aquecimento e/ou refrigeração ou nos processos de limpeza de equipamentos e etc. Contudo, em razão de diversas atividades desenvolvidas pelo ser humano, principalmente aquelas relacionadas à produção de bens de consumo a partir da transformação e do processamento dos recursos naturais, as indústrias são grandes consumidoras de água.

Segundo Arreguín-Coretés (1994), *apud* Moura, (2009) os usos da água nas indústrias podem ser divididos entre os grupos a seguir:

- **Transferência de calor:** É apropriada em processos de aquecimento ou resfriamento. Para o aquecimento, em geral se utiliza à geração de vapor através de caldeiras que aplicam a combustão de carbono, petróleo, gás ou produtos de resíduos. Em relação ao resfriamento se utiliza a circulação de água através de torres ou tanques de resfriamento.
- **Processo de geração de energia:** Em sua grande maioria a geração de energia tem origem em plantas termoelétricas que utilizam o vapor d'água com o propósito de mover turbinas adaptadas a geradores.
- **Aplicações a processos industriais:** Em sua maior parte, são grandes usuários de água. Dentre alguns desses processos podem ser referenciados os de transporte de materiais onde são utilizados tubos ou canais para o seu transporte. As indústrias que mais se utilizam desse sistema são as de papel

e celulose, as enlatadoras de alimentos, as carboníferas e os engenhos açucareiros.

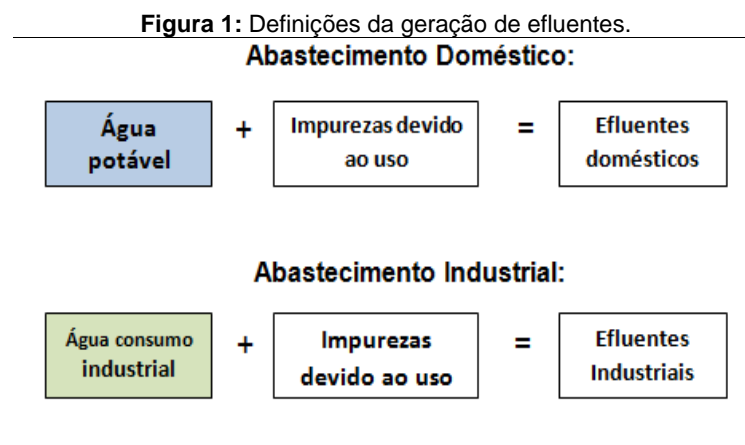
5.2. GERAÇÃO DE EFLUENTES LÍQUIDOS

A diversidade de atividades desenvolvidas pelo setor industrial ocasiona a geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, os quais podem oferecer riscos de poluição e/ou contaminar para solo, a água e o ar. Todavia, vale salientar que nem todas as atividades industriais geram resíduos, bem como efluentes com poder impactante nesses três ambientes. (PEREIRA 2001).

As diferentes composições físicas, químicas e biológicas, as variações de volumes gerados com base no processo produtivo, o poder de toxicidade e os diversos pontos de geração do efluente em uma mesma unidade de processamento, sugerem que os gestores busquem por tecnologias para caracterização, quantificação e tratamento, adequado, dos efluentes gerados, antes da disposição final no corpo hídrico receptor.

5.2.1. Efluente líquido Industrial

De acordo com a Norma Brasileira - NBR 9800 (1987), efluentes líquidos industriais são despejos provenientes do estabelecimento industrial, compreendendo efluentes de processo industrial, águas de refrigeração poluída, águas pluviais poluídas e esgotos domésticos. Na figura 1 apresentam-se as definições da geração de efluentes:



Fonte: MACEDO, 2016.

Os efluentes industriais, com suas diversas características, são originados de qualquer utilização da água para fins não domésticos, onde adquirem características próprias de acordo com o processo industrial empregado. Na figura 2 pode-se observar a comparação do uso doméstico com o uso industrial da água:

Figura 2: Comparação dos efeitos do uso da água.

Finalidade:	Tipos de uso:	Requisitos de qualidade:	Consequência do não tratamento dos efluentes:
Abastecimento urbano	Abastecimento doméstico, industrial, comercial e público.	Altos ou médio, influenciado no custo de tratamento.	Poluição orgânica e bacteriológica.
Abastecimento industrial	Sanitário, de processo ¹ , incorporação ao produto, refrigeração e geração de vapor.	Médios, variando com o tipo de uso.	Poluição orgânica, substâncias tóxicas e elevação da temperatura (poluição térmica ²).

Fonte: Adaptado de Mierzwa 2001 *apud* Pereira 2004.

¹ Águas de processo possuem características próprias do produto que está sendo manufaturado, consequentemente ocasionando a geração de efluentes com peculiaridades diversas. (Autor 2016).

² Este tipo de impacto geralmente é ocasionada pelo processo de resfriamento. A Poluição Térmica possui consequência direta para os seres vivos; os efeitos da temperatura dizem respeito à aceleração do metabolismo, ou seja, das atividades químicas que ocorrem nas células. A aceleração do metabolismo provoca aumento da necessidade de oxigênio e, por consecutivo, na aceleração do ritmo respiratório. Por outro lado, tais necessidades respiratórias ficam comprometidas, porque a hemoglobina tem pouca relação com o oxigênio aquecido. (MIERZWA 2001 *apud* PEREIRA 2004).

5.2.2. Poluição/Contaminação originado pelo setor industrial

Os efluentes industriais e/ou domésticos quando lançados sem tratamento adequado em corpos d'água, podem ocasionar desequilíbrio ao meio ambiente. O despejo de efluentes líquidos não tratados, derivados dos processos indústrias e esgotos sanitários, em rios, lagos e córregos provocam um grave desequilíbrio no ecossistema aquático.

Segundo Von Sperling (2005), a poluição dos recursos hídricos é a adição de substâncias ou formas de energia que diretamente ocasionam modificações nas características do corpo d'água de modo que interfira nos legítimos usos que dela são feitos.

Pereira (2001) menciona que a poluição ocorre quando os resíduos e/ou efluentes modificam o aspecto estético, a composição ou a forma do meio físico, enquanto o meio é considerado contaminado quando existe a mínima ameaça à saúde do ser humano, plantas e animais.

Dessa forma, o lançamento indiscriminado dos efluentes industriais e/ou domésticos sem tratamento pode causar vários inconvenientes para o corpo receptor e ainda podendo limitar os usos preponderantes da água.

5.3. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A água pode ter sua qualidade afetada pelas mais diversas atividades do homem, sejam elas domésticas, comerciais ou industriais. Cada uma dessas atividades gera poluentes característicos que possuem uma considerável ação sobre a qualidade do corpo receptor.

A lei Federal 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, conceitua a poluição como sendo a degradação da qualidade ambiental resultante de atividade que direta ou indiretamente: prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; lance matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Em geral, as consequências de um determinado poluente dependem das suas concentrações, do tipo de corpo d'água que o recebe e dos usos da água.

Contudo, para a definição de limites de concentrações de cada poluente a Resolução CONAMA nº 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, permitindo o ajuste é uma classificação dos sistemas hídricos, em função do tipo de corpo d'água e os usos destes mananciais.

Todavia, a resolução supracitada define as concentrações dos despejos para cada classe estabelecida, evidenciando que cada uma possui suas limitações.

É importante destacar que o CONAMA, complementou e alterou a Resolução 357/2005, com a Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes; estabelecendo 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 as condições, padrões e exigências disponíveis nessa Resolução e em outras normas aplicáveis, classificando os corpos hídricos e oferecendo diretrizes ambientais para seu enquadramento.

A Resolução CONAMA 430/11, cita que os responsáveis pelas fontes poluidoras dos recursos hídricos deverão realizar o automonitoramento para controle e acompanhamento periódico dos efluentes lançados nos corpos receptores, com base em amostragem representativa dos mesmos.

Entretanto, é importante mencionar que a Resolução Conama 430/11, esclarece no art. 6º, que os órgãos ambientais federais, estaduais e municipais, excepcionalmente e em caráter temporário, poderão, mediante análise técnica fundamentada, autorizar o lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Resolução, desde que observados os seguintes requisitos:

I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;

II - atendimento ao enquadramento do corpo receptor e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;

III - realização de estudo ambiental tecnicamente adequado, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;

IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento;

V - fixação de prazo máximo para o lançamento, prorrogável a critério do órgão ambiental competente, enquanto durar a situação que justificou a excepcionalidade aos limites estabelecidos nesta norma; e

VI - estabelecimento de medidas que visem neutralizar os eventuais efeitos do lançamento excepcional.

Para tanto, as condições e padrões de lançamentos dos efluentes, são expressas no art. 16 da Resolução referida.

A partir disso, um dos investimentos que se tornou indispensável para o seguimento industrial foi o planejamento e implantação dos sistemas de tratamento dos efluentes gerados em seus diversos processos produtivos. Cujas obrigatoriedades ocasionou um custo adicional à classe industrial.

Contudo, a possibilidade de reaproveitar os efluentes tratados e subprodutos gerados, implica em uma oportunidade de reaproveitá-los e/ou comercializá-los, assim oferecendo uma fonte de lucro e ocasionando uma imagem ambiental positiva para o seguimento industrial.

5.4. IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DOS EFLUENTES INDUSTRIAIS

A implantação de sistemas de tratamento de efluentes industriais objetiva prioritariamente atender à legislação ambiental e ao mesmo tempo, possibilita ao setor industrial um meio para a implantação de técnicas de reuso de água, refletindo na utilização racional deste recurso.

Dependendo da natureza e das características do efluente final, existem vários processos disponíveis para tratamento do mesmo. Conhecer os diferentes tipos de poluentes, bem como sua origem, característica e efeitos é fundamental para melhor definir a tecnologia de tratamento de efluente mais apropriada. (ROCHA et al, 2004 *apud* Osório, 2013).

Os processos de tratamento a serem adotados, as suas formas construtivas e os materiais a serem empregados são considerados a partir dos seguintes fatores: a legislação ambiental regional; o clima; a cultura local; os custos de investimento; os custos operacionais; a quantidade e a qualidade do lodo gerado na estação de tratamento de efluentes industriais; a qualidade do efluente tratado; a segurança operacional relativa aos vazamentos de produtos químicos utilizados ou dos efluentes; explosões; geração de odor; a interação com a vizinhança; confiabilidade para atendimento à legislação ambiental; possibilidade de reuso dos efluentes tratados. Giordano (1999) *apud* Giordano (2004).

Para a definição do processo de tratamento dos efluentes industriais são testadas e utilizadas diversas operações unitárias. Os processos 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.

5.4.1. Classificação dos processos de tratamento de efluentes industriais

De acordo com Giordano (1999 *apud* SANTOS et al, 2012), os processos de tratamento classificados em Físicos, químicos e biológicos podem ser compreendidos no processo de tratamento dos efluentes industriais da seguinte forma:

5.4.1.1 Processos Físicos

São os processos que basicamente removem os sólidos em suspensão sedimentáveis e flutuantes através de processos físicos, como gradeamento (remoção de sólidos grosseiros através de grades mecânicas ou de limpeza manual), peneiramento (remoção, através de peneiras, de sólidos normalmente com diâmetros superiores a 1 mm), separadores de óleo e gorduras (caixa de área), sedimentação e/ou flotação.

5.4.1.2 Processos Químicos

São considerados processos químicos as operações unitárias que utiliza-se de produtos químicos, tais como: agentes de coagulação, floculação, neutralização de pH, oxidação, redução e desinfecção em diferentes etapas dos sistemas de tratamento; através de reações químicas que promovem a remoção dos poluentes ou condicionem a mistura de efluentes a ser tratada aos processos subsequentes.

5.4.1.3 Processos Biológicos

Os processos biológicos de tratamento reproduzem em escala de tempo e área os fenômenos de autodepuração que ocorrem na natureza. Os produtos formados por esse tipo de processo devem ser mais estáveis, tendo os esgotos ou efluentes industriais tratados um aspecto mais claro, e significativa redução da presença de microorganismos e menor concentração de matéria orgânica.

Segundo Ramalho (1991 *apud* GIORDANO 2004), os tratamentos biológicos de esgotos e efluentes industriais têm como objetivo remover a matéria orgânica dissolvida e em suspensão, através da transformação

desta em sólidos sedimentáveis (flocos biológicos), ou gases.

Para tanto os principais processo biológicos implantados no tratamento dos efluentes são:

- Oxidação biológica (Lodos ativados, filtros biológicos, valas de oxidação e lagoas de estabilização);

Lagoas de estabilização são os sistemas mais simples de tratamentos de esgotos e/ou efluentes, incluindo vários tipos de tratamento sendo eles: Lagoas facultativas, sistemas de lagoas anaeróbias seguida por lagoas facultativas, lagoas aeradas facultativas, sistemas de lagoas aeradas de mistura completa seguidas por lagoas de decantação. (SPERLING, 2002 *apud* DA SILVA, 2014).

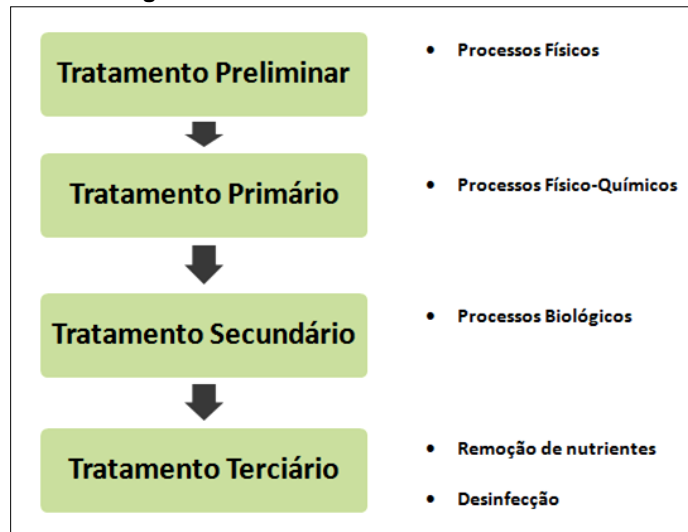
- Digestão de lodo (Processos aeróbios e anaeróbios, fossas sépticas).

5.4.2. Níveis do processo de tratamento dos efluentes industriais

A remoção dos poluentes no tratamento dos efluentes indústrias, de forma a adequar o lançamento aos padrões estabelecidos pelas legislações vigentes, bem como apresentar uma qualidade desejada do efluente final lançado no corpo receptor está associada às definições do nível de tratamento e eficiência do tratamento adotado.

As operações unitárias adotadas no sistema de tratamento (responsável pelos processos físicos, químicos e biológicos), são usualmente classificadas através dos níveis preliminar, primário, secundário e terciário de tratamento dos efluentes. Na figura 3 são identificados os níveis do tratamento dos efluentes industriais com suas respectivas classificações:

Figura 3: Níveis do tratamento de efluentes.



Fonte: do Autor.

De acordo com Giordano (1999 *apud* GIORDANO 2004), os níveis de tratamento e suas aplicações podem se apresentadas da seguinte forma:

5.4.2.1. Tratamento preliminar - Têm por objetivo a remoção de sólidos grosseiros (areia, terra, pó de pedra e similares), em caixas de área; a remoção de sólidos com diâmetro superior a 1mm em processos subsequentes como: peneiras; sólidos com diâmetro superior a 10 mm utilizando-se a implantação de grades para retenção dos mesmos.

O autor ainda menciona que a etapa preliminar também pode remover óleos e graxas, por diferença de densidade, em separadores de água é óleo.

5.4.2.2. Tratamento primário - Visa à remoção de sólidos sedimentáveis, através de sedimentadores ou flutadores, ou pela associação de coagulação e floculação química para a remoção de matéria orgânica coloidal ou óleos e gorduras emulsionados.

5.4.2.3. Tratamento secundário - Compreende os processos de remoção da matéria orgânica biodegradável dissolvida ou coloidal, possibilitando ainda a remoção de nutrientes como nitrogênio e/ou fósforo. Esta etapa envolve processos biológicos como: lodo ativado, lagoas de estabilização e filtro biológico.

5.4.2.4. Tratamento Terciário - Objetiva a remoção de poluentes específicos, usualmente tóxicos ou não biodegradáveis, ou ainda a remoção complementar de

poluentes que não foram removidos nos níveis de tratamento anteriores e a desinfecção do efluente tratado.

Em função das características dos efluentes industriais tratados, os processos de tratamento terciários são muito diversificados; pode-se citar as seguintes etapas: filtração, cloração ou ozonização para a remoção de bactérias, absorção por carvão ativo e outros processos de absorção química para a remoção de cor, redução de espuma e de sólidos inorgânicos tais como: eletrodialise, osmose reversa e troca iônica.

Vale ressaltar que, ainda segundo Giordano 2004, no Brasil, o Tratamento Terciário quase não é implantado nos sistemas de tratamento de efluentes industriais.

5.5. PARÂMETROS PARA A DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO

As características físicas, químicas e biológicas do efluente líquido industrial são variáveis com o tipo de indústria, com o período de operação, com a matéria-prima utilizada, com a reutilização de água e outros fatores específicos do processo fabril.

Para tanto, os processos físico-químicos por coagulação-floculação implantados no processo de tratamento do efluente são os mais adequados para a remoção de óleos e graxas, cor, sólidos em suspensão e sedimentáveis.

Contudo, de acordo com Pereira (2014), os efluentes industriais podem ser solúveis ou com sólidos em suspensão, com ou sem coloração, orgânico ou inorgânico, com temperatura baixa ou elevada.

Na figura 4 pode-se observar, ainda segundo o autor, que as determinações mais utilizadas para a definição das características qualitativas dos efluentes líquido são:

Figura 4: Determinações para a caracterização do efluente líquido.

Determinações Físicas:	Determinações Químicas:	Determinações Biológicas:
Temperatura	pH	Agentes biológicos:
Cor	Alcalinidade	• <i>Bactérias</i> ,
Turbidez	Teor de matéria orgânica.	• <i>Protozoários</i>
Sólidos	Metais pesados	• <i>Vírus</i> .

Fonte: Adaptado de Pereira (2014).

5.5.1. Determinações físicas

- **Temperatura:**

Este parâmetro é de fundamental importância, pois a concentração de oxigênio dissolvido depende diretamente da temperatura hídrica, o que pode afetar a biota aquática. Seu valor sofre influência direta de parâmetros naturais e do processo produtivo.

- **Cor:**

A cor no efluente é a cor aparente, composta de substâncias dissolvida (corantes naturais ou artificiais) e coloidal (turbidez) na maioria dos casos de natureza orgânica.

- **Turbidez:**

Este parâmetro é influenciado pela concentração de sedimentos em suspensão e pelas características do sedimento, como: tamanho, composição mineral, cor e quantidade de matéria orgânica presente no efluente. A turbidez influencia no processo de penetração de raios solares, enfraquecendo o processo da fotossíntese a qual, diminui a reposição do oxigênio no corpo hídrico. (BRANCO,1993 *apud* GIL, 2010).

- **Sólidos:**

Os sólidos são compostos por substâncias dissolvidas e em suspensão, de composição orgânica e ou inorgânica. De acordo com Giordano 2004, são

considerados como sólidos dissolvidos aquelas substâncias ou partículas com diâmetros inferiores a 1,2 μm e como sólidos em suspensão as que apresentarem diâmetros superiores.

Ainda segundo o autor, os sólidos em suspensão são subdivididos em: Sólidos coloidais, definidos pelos sólidos mantidos em suspensão por apresentarem pequeno diâmetro e pela interferência da camada de solvatação que impossibilita o crescimento dessas partículas; e os sólidos sedimentáveis e/ou flutuantes, são os sólidos que se separam da fase líquida por diferença de densidade.

5.5.2. Determinações Químicas

- **Potencial Hidrogênionico (pH):**

O pH indica o caráter ácido ou básico dos efluentes. Nos processos de tratamento dos efluentes industriais o pH é um parâmetro fundamental para o controle do processo adotado.

- **Alcalinidade:**

Este parâmetro representa a capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar ácidos. É um fator importante para o tratamento de efluentes e caso ocorra a redução do pH pode afetar os microorganismos responsáveis pela depuração da matéria orgânica presente.

- **Teor de matéria orgânica:**

A matéria orgânica presente nos corpos d'água e nos efluentes (industriais e domésticos) é a principal causadora da poluição das águas. Os principais componentes orgânicos são: os compostos de proteínas; os carboidratos; a gordura e os óleos; uréia, surfactantes (detergentes), fenóis, pesticidas e outros.

A matéria orgânica contida nos efluentes normalmente é medida de forma indireta pelas demandas bioquímicas de oxigênio - DBO e demanda química de oxigênio – DQO. A DBO mede a quantidade de oxigênio necessária para que os microorganismos biodegradem a matéria orgânica. A DQO é a medida da quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica;

sendo estas umas das determinações mais realizadas, para a determinação da matéria orgânica total, que pode ser biodegradável ou não.

O processo de biodegradação da matéria orgânica nos corpos receptores ocasiona a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido (OD) no meio hídrico, deteriorando a qualidade do mesmo e inviabilizando a utilização dos seus usos preponderantes. (GIORDANO, 2014).

- **Metais pesados:**

Os metais pesados são micropoluentes inorgânicos provenientes, na sua maioria, de efluentes industriais e são altamente tóxicos para a vida aquática. Os metais que apresentam mais toxicidade são: Alumínio (AL), cobre (Cu), cromo (Cr), estanho (Sn), níquel (Ni), mercúrio (Hg), vanádio (V) e zinco (Zn). Os metais citados apresentam altos indicadores de bioacumulação, por serem avaliados como substâncias que se preservam no sistema, mesmo que ocorram transformações, sedimentação e/ou ressolubilização. (GIORDANO, 2005 *apud* GIL, 2010).

5.5.3. Determinações Biológicas:

- **Agentes biológicos:**

Os contaminantes biológicos são diversos agentes patogênicos ou não. As características bacteriológicas dos efluentes e esgotos referem-se à presença de diversos microrganismos tais como bactérias, vírus e vermes. (VOM SPERLING, 1996).

5.6. MONITORAMENTO DO COMPORTAMENTO DOS EFLUENTES INDUSTRIAIS

O processo de monitoramento dos efluentes gerados possibilita a obtenção das características físico-químicas dos mesmos; permitindo a comparação com os padrões estabelecidos pela legislação vigentes ao lançamento dos efluentes industriais e quando associados ao controle da vazão do mesmo, permite ainda a realização do cálculo da carga poluidora industrial.

Todavia, o monitoramento dos efluentes industriais ocorre através da coleta de amostras, observando-se que algumas medições diretas devem ser realizadas *in loco*. As amostras dos efluentes brutos e tratados servem para quantificar a carga

poluidora e para verificar a eficácia e eficiência do sistema de tratamento adotado; objetivando atender aos padrões de lançamento dos efluentes estabelecidos pela legislação vigente.

O monitoramento do corpo hídrico receptor deve ocorrer através de coleta de amostra para verificar o enquadramento do manancial em consequência do lançamento de efluentes industriais.

De acordo com Giordano (2004), no caso de rios os pontos de amostras devem ser situados à montante e à jusante do ponto de lançamento dos efluentes da indústria, conhecendo-se a zona de mistura do efluente.

As análises em laboratório industrial próprio e/ou terceirizados permitem ainda, a elaboração de laudo analítico apresentado os resultados essenciais para a obtenção da eficiência do sistema adotado; bem como comprovação que o gestor industrial possui o lançamento de seus efluentes industriais de acordo com os parâmetros estipulados pela Resolução CONAMA 430/2011.

6. ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA PROCESSADORA DE SUBSTRATO AGRÍCOLA

O estudo de caso foi desenvolvido na Estação de Tratamento de Efluente Indústria (E.T.E.I.) de uma empresa processadora de substratos agrícolas à base de casca de coco maduro, situada no município de Ananindeua-PA, Região Metropolitana de Belém-PA. Por motivos éticos, não será identificado à empresa.

No local realizou-se visita técnica para conhecimento do processo produtivo e do sistema adotado para tratamento do efluente industrial gerado. Foram realizadas também visitas, previamente agendadas, para acompanhamento do processo de gestão do efluente; bem como aplicação de questionário (apêndice I) e levantamento de campo, para identificação dos pontos de amostragem, coleta de amostras na E.T.E.I., e no corpo receptor dos efluentes e análise laboratoriais destas.

6.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

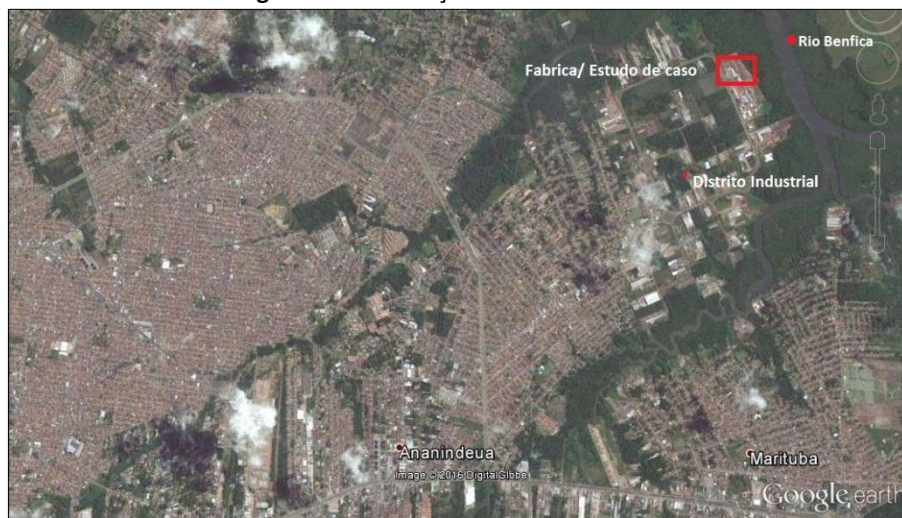
6.1.1. Localização

A fábrica processadora de substrato agrícola à base de casca de coco maduro encontra-se localizada no Distrito Industrial do município de Ananindeua-PA (Figura 05). Sendo este criado no ano de 1979 a partir do II Plano de Desenvolvimento Amazônico (II PDA) e teve por objetivo proporcionar o crescimento econômico do município pela introdução de um setor dinâmico. (ARAÚJO, 2009).

Ainda segundo o autor a localização do Distrito Industrial de Ananindeua, no projeto inicial, ocorreu devido as vantagens estratégicas de utilização dos sistemas rodoviário e fluvial para transporte da produção que ali era gerado.

Contudo, a empresa em estudo, localizada na referida zona industrial, encontrar-se próxima à rodovia BR-316 e sua área construída faz limite com o rio Benfica; o qual recebe os efluentes industriais tratados da E.T.E.I., que é ponto de estudo deste trabalho.

Figura 05: Localização da área de estudo.



Fonte: Google earth.

6.1.2. Atividade Processadora de Substrato Agrícola

Na atividade industrial de beneficiamento do coco seco, gera-se considerável volume de resíduos orgânicos. Esses resíduos são largamente utilizados como combustível para caldeiras, beneficiamento de fibras, manufatura de cordoalhas, tapetes, estofamentos e capachos. (CEMPRE, 1998 *apud* DE FREITAS, 2001).

De acordo com De Freitas (2011), a casca de coco é constituída por uma fração de fibras e outra fração com granulometria menor, denominado de pó, que se encontra agregada às fibras. O pó da casca de coco é o material residual obtido na atividade de processamento da casca de coco madura para obtenção da fibra longa.

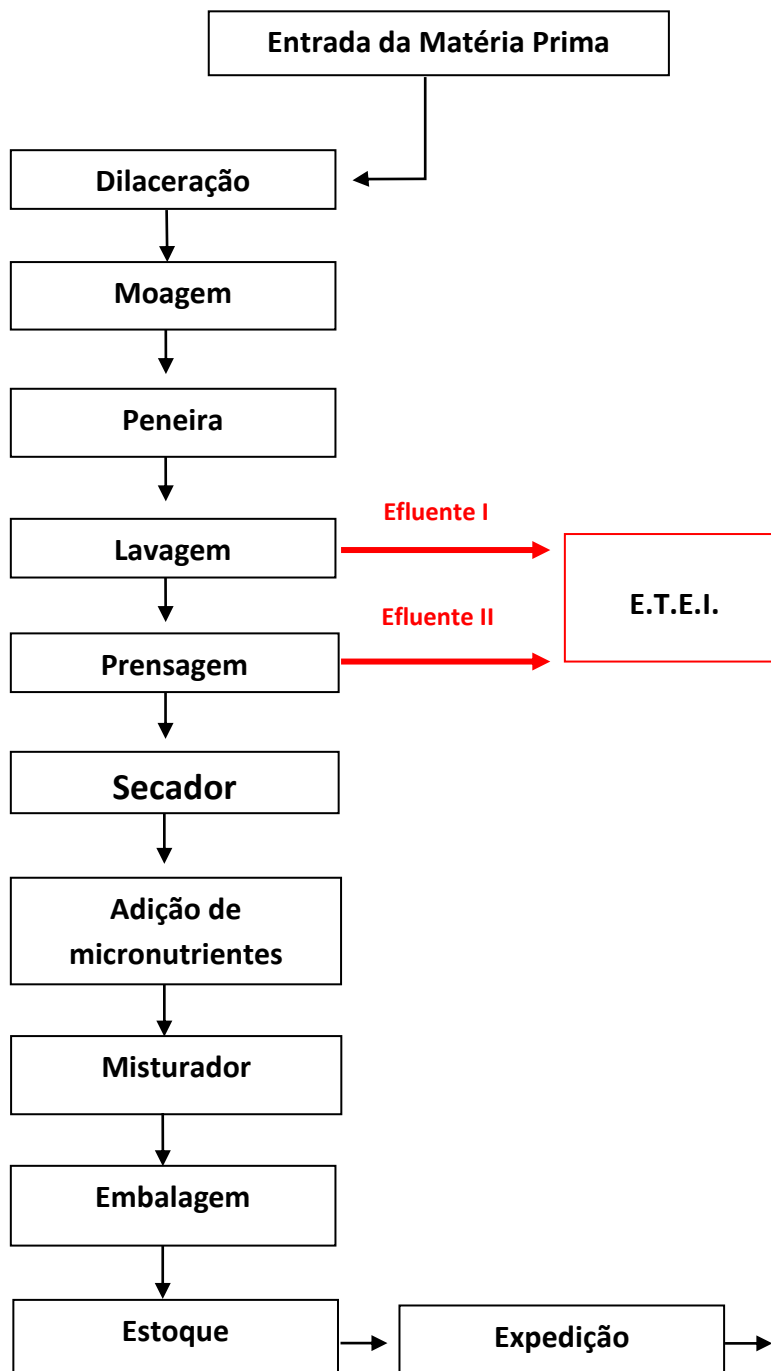
Ainda segundo o autor, o resíduo gerado no processamento da casca de coco madura tem sido recomendado como substrato agrícola para utilização na agricultura e na indústria, por apresentar uma estrutura física vantajosa proporcionando alta porosidade, alto potencial de retenção de umidade e por ser biodegradável. O autor ainda menciona que a utilização do substrato agrícola do pó da fibra de coco madura é indicada para germinação de sementes, propagação de plantas em viveiros e no cultivo de flores e hortaliças.

Para a obtenção da fibra e seu uso como substrato, a casca de coco maduro passa por diversas etapas como corte, desfibramento, secagem, trituração, lavagem e quando necessário, compostagem.

6.1.3. Fluxograma do Processamento do Substrato Agrícola

Na figura 6 podem-se observar as etapas presentes no processo de obtenção do substrato agrícola pela empresa em estudo:

Figura 6 - Processo produtivo e identificação dos pontos de geração dos efluentes industriais.



Fonte: Autor (2016).

6.1.4. Identificação dos Pontos Geradores do Efluente Industrial

Os efluentes gerados no processamento de substratos da indústria em estudo podem ser identificados no fluxograma (figura 6), onde pode-se observar que o processo fabril gera seus efluentes a partir da etapa denominada “Lavagem” (Efluente I). A lavagem deve ser realizada de forma a lixiviar os sais que conferem ao substrato altos valores de salinidade, a água utilizada neste processo apresenta temperatura aproximada de 40° C. O efluente gerado nesta etapa é direcionado para o “Tanque Coletor I”. A etapa subsequente ao processo de lavagem é denominada de “Prensagem”, etapa que consiste na prensagem da matéria prima para remoção da umidade presente na mesma. O efluente gerado nesta etapa (Efluente II) consiste na extração do excesso de água absorvida pelo substrato na etapa de “Lavagem”, e da água utilizada para desobstruir as canalizações de transporte do efluente para o “Tanque Coletor II”.

O efluente presente no “Tanque Coletor I” e “Tanque Coletor II” são direcionados para a etapa preliminar da E.T.E.I. (Peneiras rotativas), para retenção de sólidos e parte da matéria prima perdida no processo de lavagem e prensagem da mesma. A matéria prima retida no tratamento preliminar (recuperada) retorna ao processo produtivo.

Os efluentes, caracterizados como: “Efluente I” e “Efluente II” neste trabalho, são posteriormente direcionados para um “Tanque Bruto”, permitindo a homogeneização dos efluentes e recalque para as etapas subsequentes do tratamento do efluente Industrial.

6.1.5. Composição da Estação de Tratamento de Efluente Industrial (E.T.E.I.)

O processo de tratamento utilizado pela empresa em estudo é de coagulação/floculação química, onde são utilizados polímeros para a coagulação e floculação dos sólidos e para a correção do pH é utilizado cal virgem (CaO).

A Estação de Tratamento de Efluente Industrial (E.T.E.I.) funciona da seguinte forma: o efluente presente no Tanque Bruto (fluxograma 03, abaixo) é direcionado através de bombeamento para um tanque de Equalização, em seguida, o efluente é recalcado para um tanque de coagulação e floculação, que possui capacidade

nominal de tratamento de 75m³/h; neste momento o efluente recebe dosagens de cal para correção do pH e polímeros coagulante e floculante para a aglutinação de sólidos e formação do lodo. Ao mesmo tempo, realiza-se a injeção de ar dissolvido (processo mecânico) para suspender e separar as partículas sólidas aglutinadas do efluente.

O efluente tratado segue para a Lagoa de Estabilização. O lodo suspensos no tanque de coagulação e Floculação, são removidos através de raspas eletrônicas para um tanque complementar, objetivando o condicionamento químico do lodo.

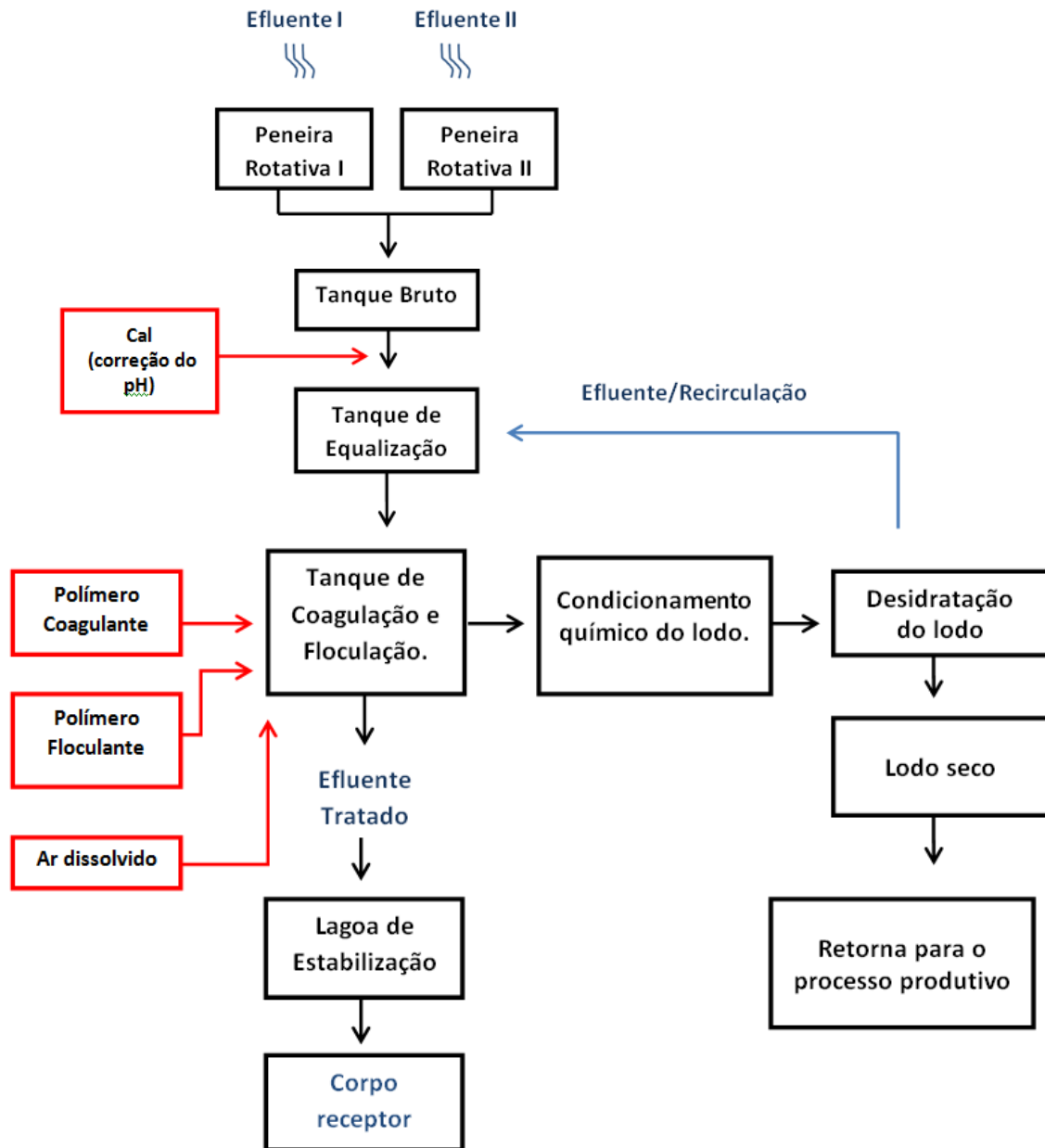
O lodo condicionado, obtido através do processo físico-químico adotado, é recalcado para a etapa de “Desidratação do lodo”. Nesta etapa utiliza-se de uma centrifuga que permite a separação de produtos e resíduos que apresentam duas fases distintas (sólido-líquido). O efluente obtido no processo de centrifugação do lodo retorna para o tanque Equalizador (recirculação do efluente no sistema) e a parte sólida (Lodo) volta ao processo produtivo do substrato.

Segue, na figura 7, o fluxograma apresentando as etapas do tratamento do efluente industrial gerado no processamento de substrato agrícola.

6.1.5.1. Fluxograma do Tratamento do Efluente Industrial

O sistema de tratamento do efluente Industrial do processo de obtenção de substrato agrícola, deve ser considerado desde o processo preliminar empregado após a geração do “Efluente I” e “Efluente II”, como apresentado no fluxograma 3. Contudo, foi observado que a Peneira Rotativa I é fundamental para a remoção dos sólidos com maior granulometria presentes no “Efluente I” encaminhado para o Tanque Bruto.

Figura 7 – Fluxograma da Estação de Tratamento do efluente Industrial.



Fonte: Autor (2016).

6.1.5.2. Classificação das Etapas do Tratamento do Efluente Industrial

O tratamento de efluentes da indústria processadora de substrato agrícola apresenta várias etapas bastante complexas, que visa à remoção da matéria orgânica presente no efluente. O tratamento pode ser dividido em quatro níveis, classificados da seguinte forma:

Figura 8: Classificação das etapas da E.T.E.I., da atividade processadora de substrato agrícola.

Níveis do Tratamento:	Etapas da E.T.E.I.	Processos do Tratamento:
Tratamento Preliminar	- Tanque coletor I e II; - Peneira Rotativa I e II; - Tanque Bruto.	Físico
Tratamento Primário	- Tanque de Equalização; - Tanque de Flocculação e Coagulação; - Condicionamento químico do Lodo.	Físico-químico
Tratamento Secundário	- Lagoa de Estabilização	Biológico
Desidratação do Lodo	- Centrifugação	Físico

Fonte: Autor (2016).

Para tanto é fundamental, contextualizarmos as etapas do sistema de tratamento adotado para o efluente da atividade processadora de substrato agrícola. Sendo:

6.1.5.2.1 *Tratamento Preliminar*

6.1.5.2.1.1. *Tanque Coletor*

Possui a função de coletar o efluente gerado até atingirem o nível adequado de bombeamento para as Peneiras Rotativas.

6.1.5.2.1.2. Peneira Rotativa

Tem por função reter os sólidos presentes no “Efluente I” e “Efluente II”, através de processo mecânico e manual que remove todos os sólidos com granulometria superior as dimensões da tela nas peneiras (matéria prima perdida no processo de Lavagem e Prensagem). As principais finalidades da Peneira Rotativa são: proteção dos dispositivos de transporte dos efluentes (bombas e tubulações) e proteção das unidades de tratamento subsequentes.

Figura 9: Peneira Rotativa do “Efluente I”.



Fonte: Autor (2016).

6.1.5.2.1.3. Tanque Bruto

O Tanque bruto consiste na etapa de coleta e mistura do “Efluente I” e “Efluente II”; centralizando o ponto de recalque do efluente bruto para etapas subsequentes.

O efluente em fluxo, depois de centralizado no Tanque Bruto, dependendo do pH inicial, necessita de correção para a etapa de equalização do mesmo. Para isso utiliza-se cal virgem (CaO). O pH inicial do efluente pode variar de 4,0 a 5,0. O pH ideal para o processo físico-químico de coagulação e floculação deve manter-se entre 6,0 a 8,0.

6.1.5.2.2. Tratamento Primário

6.1.5.2.2.1. Tanque de Equalização

O Tanque de Equalização possui a finalidade de homogeneização do efluente tornado uniforme o pH, a temperatura, a turbidez, os sólidos, a DBO e DQO, a cor entre outros, mantendo o nível constante ideal para homogeneizar e regularizar a

vazão do efluente. Visto que, variações bruscas da vazão impossibilitam o funcionamento adequado dos processos de coagulação e floculação subsequentes.

O tanque de equalização possui dois Aeradores Flutuantes (Figura 10); estes se constituem de equipamentos providos de turbinas rotativas de eixo vertical que possuem a finalidade de mistura e homogeneização do efluente, impedem a decantação dos sólidos no Tanque e facilita a penetração e dissolução do oxigênio, de forma mecânica, no efluente.

Figura 10: Tanque de equalização e Aeradores flutuantes.



Fonte: Autor (2016).

6.1.5.2.2.2. *Tanque de Coagulação e Floculação*

Neste tanque ocorrem os processos físico-químicos de coagulação e floculação, usados para agregar pequenos colóides e partículas dissolvidas em flocos maiores que podem ser facilmente removidos.

O efluente contido na etapa de equalização e homogeneização é bombeado para o Tanque de Coagulação e Floculação e sua vazão é controlada através de um painel de controle operacional.

Na tabela 2 foi elaborada uma projeção das possíveis definições da utilização, em porcentagem (%), da bomba usada para bombear o efluente para o tanque de Coagulação e Floculação; obtido através das especificações técnicas da bomba.

Tabela 2: Projeção do m³ do efluente bombeado para o Tanque de Coagulação e Floculação.

Especificações técnicas da capacidade da bomba: Vazão [Q] = 75M³/h	
Utilização (%) definida:	Vazão m³/ h
10	7,5
20	15
30	22,5
40	30
50	37,5
60	45
70	52,5
80	60
90	67,5
100 %	75 m ³ /h

Fonte: Autor (2016).

O efluente em fluxo, com sua vazão definida, para o Tanque de Coagulação e Floculação, recebe dosagens de polímero coagulante para promover a aglutinação das partículas.

A dosagem de polímero coagulante deve acontecer com o efluente em mistura rápida, pois é nela que o coagulante provoca a hidrólise, formando hidróxidos. A formação de cátions desestabilizam as cargas negativas dos colóides e de sólidos em suspensão, permitindo a aglomeração das partículas e, conseqüentemente, a formação de flocos. (DAMINELLI, 2008).

A seguir, o efluente em andamento, recebe dosagens de polímero floculante, permitindo o agrupamento das partículas aglutinadas no processo de coagulação, formando flocos maiores a serem removidos; tornando o peso específico dos mesmos, maior que o do efluente, facilitando a decantação.

De acordo com Hassemer (2000) *apud* Daminelli (2008), o processo de floculação consiste na agregação das partículas já desestabilizadas, resultante do choque entre as mesmas, formando partículas maiores e mais densas (microflocos), passíveis de sedimentação.

No entanto, o processo físico-químico adotado pela empresa em estudo, conta com um sistema mecânico de introdução de ar dissolvido, permitindo que os sólidos aglutinados permaneçam em suspensão no tanque.

A homogeneização dos polímeros (coagulante e floculante), junto ao ar dissolvido no efluente, ocorre durante o processo de circulação do efluente nas tubulações de entrada do efluente no tanque em questão.

O lodo mantido em suspensão pelo ar dissolvido é conduzido, através de rasps mecânicos para um compartimento ao lado do Tanque de Coagulação e Floculação.

O efluente obtido na saída do tanque (figura 11) já se encontra, em termos de parâmetros físico-químicos como: pH, temperatura, turbidez, sólidos e DBO, em condições aplausíveis para seu lançamento na Lagoa de Estabilização.

Figura 11: saída do efluente tratado.



Fonte: Autor (2016)

6.1.5.2.2.1. A clarificação do efluente

O processo físico-químico adotado pela empresa dentre seus objetivos, a clarificação do efluente final é considerável fundamental no que se refere ao aspecto visual do efluente tratado.

De acordo com Giordano (2004), a clarificação do efluente é fundamentada na desestabilização dos colóides por coagulação seguida da floculação e separação de fases (sedimentação ou flotação).

O autor ainda menciona que os colóides podem ser constituídos por microorganismos, gorduras, proteínas, e argilas, estando o diâmetro das partículas coloidais na faixa de 0,1 a 0,01 μm .

A desestabilização de colóides pode ser conseguida por fatores como: o calor, a agitação; agentes coagulantes químicos; processos biológicos; passagem de corrente elétrica (eletrocoagulação), ou ainda a eletrocoagulação com adição de coagulantes químicos. Giordano 2004.

A adição de polímeros coagulantes pela empresa em estudo é muito utilizada em sistemas físico-químicos de tratamento, sendo ainda eficaz para a remoção de fósforo (P). Entretanto, tendo como desvantagem o custo dos produtos químicos e a geração de um volume considerável de lodo.

Todavia, a utilização de químicos no processo de coagulação e floculação dos colóides possui vantagens na praticidade e no aspecto do efluente obtido.

Na figura 12, pode-se observar o resultado obtido no processo físico-químico de desestabilização dos colóides no efluente industrial presente no tanque de Coagulação e Floculação da E.T.E.I..

Figura 12: Comparação entre o efluente bruto e após o processo de coagulação e floculação.



Fonte: Autor (2016).

6.1.5.2.2.3. Condicionamento do lodo

Tem por finalidade a concentração do lodo obtido no processo físico-químico do tanque de Coagulação e Floculação. O lodo concentrado nesta etapa permanece

em mistura contínua através de um mexedor mecânico. Em seguida o lodo é recalcado para centrifugação.

6.1.5.2.3. Tratamento Secundário

6.1.5.2.3.1. Lagoa de Estabilização

A Lagoa de Estabilização (figura 13) é a etapa biológica do sistema de tratamento do efluente industrial da empresa em estudo, caracterizada como: “Lagoa Aerada Facultativa”. Sistema mecanizado e aeróbio, onde oxigênio é fornecido por equipamentos mecânicos, denominados Aeradores Fixos, que permitem a circulação do efluente superficial da lagoa e a introdução de ar atmosférico na massa líquida para aumentar a DBO que faz a eliminação da matéria orgânica (sólidos residuais) que não foram removidos totalmente no processo físico-químico.

De acordo com Sperling (1996), a lagoa de estabilização é denominada de facultativa pelo fato do nível de energia introduzido pelos aeradores ser suficiente apenas para a oxigenação, mas não para manter os sólidos residuais em suspensão na massa líquida.

Todavia, os sólidos tendem a sedimentar e formar uma camada de lodo de fundo, que deverá ser metabolizada por oxidação bacteriológica (fermentação anaeróbia).

Figura 13: Lagoa Aerada Facultativa



Fonte: Autor (2016).

6.1.5.2.4. Desidratação do Lodo

Etapa na qual é feita a remoção de umidade do lodo obtido no tratamento físico-químico. O lodo concentrado no Tanque de Lodo é recalcado para uma centrífuga (Figura 14), que permite a separação de produtos e resíduos que apresentam duas fases distintas, neste caso sólido (lodo) e efluente. A utilização de

uma Centrífuga no processo de desidratação do lodo, ocorreu ao considerar suas vantagens e desvantagens sobre outros equipamentos com o mesmo fim.

Figura 14: Centrífuga para desidratação do lodo



Fonte: Autor (2016)

Segundo De Oliveira (2011), a escolha do equipamento deve levar em consideração as características do lodo a ser tratado, da eficiência e do custo. Na figura 15, segundo o mesmo autor, podemos observar a comparação realizada entre as características dos possíveis equipamentos utilizados em processos mecânicos de desidratação do lodo.

Figura 15: Comparação entre as opções de equipamentos utilizados para desidratação do lodo.

Equipamentos utilizados para desidratação:	Centrífuga:	Belt Press:	Filtro prensa:
Umidade do lodo (%):	75 -85	70 - 82	55 – 70
Taxa de recuperação de sólidos sedimentáveis (%):	95 – 99	90 - 98	95 – 99
Vantagens:	Fácil controle operacional e reduzida área de instalação. Dependendo do lodo tratado não necessita de químico complementar.	Obtenção de um lodo tratado com umidade relativamente baixa, fácil monitoramento e baixo consumo elétrico e químico.	Obtenção de lodo com baixa umidade.
Desvantagens:	Obtenção de um lodo tratado com alta umidade, alto ruído operacional e alto consumo de eletricidade.	Difícil controle da injeção de produtos químicos.	Alto custo de instalação, difícil controle operacional e alta concentração de sólidos sedimentáveis inorgânicos no lodo.

Fonte: Adaptado de DE OLIVEIRA (2011).

Considerando o tratamento do efluente industrial, é imperativo mencionar o lodo seco resultante do processo de desidratação na centrífuga. O mesmo é coletado em contêiner e retorna ao processo produtivo do substrato agrícola.

6.1.5.2.5. Corpo Hídrico Receptor

O sistema de tratamento do efluente industrial do processamento de substrato agrícola foi implantado pela empresa em estudo para garantir que o efluente final fosse lançado no curso d' água somente após apresentar características que atendam às legislações vigentes e que não impactem de forma negativa o meio ambiente.

O lançamento do efluente industrial tratado da E.T.E.I., em estudo, ocorre no Rio Benfica, situado na Bacia do Rio Maguary, Região metropolitana de Belém, Estado do Pará.

Figura 16: Corpo hídrico receptor – Rio Benfica.



Fonte: Autor (2016).

6.2. ESTUDOS REALIZADOS NA E.T.E.I.

Para que se pudesse fazer a avaliação das condições de operação e eficiência da E.T.E.I., da atividade processadora de substrato agrícola, foram realizadas coletas e análises do efluente industrial e corpo hídrico receptor.

O laudo analítico terceirizado sobre as análises realizadas, serviu como controle interno da empresa, para comprovar que os procedimentos internos estão de acordo com a legislação vigente. Contudo, a empresa, informou que é realizado, periodicamente, fiscalização em suas dependências pela Divisão Especializada em Meio Ambiente/DEMA-PA e pela Secretária de Meio Ambiente/SEMA-PA, órgãos responsáveis pelo controle e análise de atividades passíveis de danos ambientais no estado do Pará.

6.2.1. Pontos Amostrais

Para esse estudo foram realizadas coletas nos seguintes pontos amostrais: Efluente Bruto (após o tratamento preliminar), Efluente Tratado (saída do tanque de Coagulação e Floculação), saída da Lagoa Aerada Facultativa e Montante e Jusante do ponto de lançamento no Rio Benfica-PA (corpo hídrico receptor). Na figura 17, pode-se observar a distribuição dos pontos de coleta das amostras em questão.

Figura 17: Distribuição dos pontos amostrais



Legenda: A1 – Amostra 1; A2 – Amostra 2; A3 – Amostra 3; A4 – Amostra 4 e A5 – Amostra 5.

Fonte: Adaptado de Google Earth (2016).

Os parâmetros de caracterização do efluente, bem como os pontos de amostragem e coleta das amostras, foram definidos a partir do histórico das análises físico-químicas do efluente da indústria processadora de substrato agrícola realizadas nos últimos anos.

Figura 18: Coordenadas geográficas dos pontos amostrais.

Pontos Amostrais	Coordenadas Geográficas
A1-Efluente Bruto	S 1°19'36.87" / W 48°20'46.90"
A2-Efluente Tratado	S 1°19'36.19" / W 48°20'46.61"
A3-Saída da lagoa	S 1°19'33.69" / W 48°20'48.38"
A4-Montante (Rio Benfica)	S 1°19'37.27" / W 48°20'32.39"
A5-Jusante (Rio Benfica)	S 1°19'25.43" / W 48°20'35.97"

Fonte: Autor (2016).

6.2.2. Coleta de Campo

A verificação de alguns parâmetros como: Oxigênio dissolvido, pH e Temperatura, foi feita *in loco* nos pontos amostrais da E.T.E.I., onde utilizou-se um medidor portátil multifunções da marca HACH, modelo HQ40D (Imagem 19) e no corpo hídrico receptor (figura 21), tendo seus resultados lançados no Laudo Analítico final.

Figura 19: Leitura dos parâmetros de OD e Temperatura na amostra A2



Fonte: Autor (2016).

As figuras 20 e 21 mostram aspectos das coletas e análises realizadas.

Figura 20: Coleta de amostra a jusante do ponto de lançamento do efluente no corpo hídrico receptor.



Fonte: Autor (2016).

Figura 21: Leitura dos parâmetros de OD e Temperatura na amostra A4 – Montante do lançamento no corpo receptor.



Fonte: Autor (2016).

6.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.3.1. Caracterização das Análises Físico-Químicas do Efluente Industrial

Com o resultado analítico pronto, os resultados foram comparados com os limites estipulados pela Resolução CONAMA 430/2011; com o intuito de verificar se o processo de tratamento do efluente gerado na atividade processadora de substrato agrícola está atendendo aos padrões de lançamento estabelecidos pela Resolução supracitada; bem como obter a definição da eficiência da remoção da material orgânica pelas etapas unitárias da E.T.E.I., em estudo. Os resultados obtidos pelas análises estão apresentados na tabela 03, abaixo:

Tabela 03: Resultado das análises físico-químicas.

Pontos Amostrais	Efluente Industrial			Corpo Receptor	
	Efluente Bruto/A1	Efluente Tratado/A2	Saída da Lagoa/A3	Montante/A4	Jusante/A5
Parâmetro					
Alcalinidade Total	32 mg/l	32 mg/l	40 mg/l	28 mg/l	28 mg/l
Cálcio	35 mg/l	5,25 mg/l	2,75 mg/l	-	-
Cloretos	205 mg/l	56 mg/l	31 mg/l	63 mg/l	69 mg/l
Cor Aparente	>500uh	330uh	430uh	-	-
Cor Verdadeira	-	-	-	73,00 UC	73,00 UC
Coliformes Termotolerantes	35,0 NMP/100 ml	17,00 NMP/100 ml	111,00 NMP/100 ml	230,00 NMP/100 ml	300,00 NMP/100 ml
DBO 5 20° C	399 mg/l	32 mg/l	63 mg/l	3,07 mg/l	3,73 mg/l
DQO	955 mg/l	66 mg/l	131 mg/l	22 mg/l	20 mg/l
Dureza Total	37 mg/l	42 mg/l	28 mg/l	-	-
Fósforo Total	78,80 mg/l	-	-	1,40 mg/l	1,40 mg/l
Magnésio	21 mg/l	2,10 mg/l	1,10 mg/l	-	-
Materiais sedimentáveis	100 mL/L	0,2 mL/L	0,5 mL/L	0,1 mL/L	0,1 mL/L
Nitratos	8,5 mg/l	2,83 mg/l	3,83 mg/l	-	-
Nitritos	1,69 mg/l	1,2 mg/l	0,55 mg/l	0,152 mg/l	0,141 mg/l
Nitrogênio Amoniacal	83 mg/l	27,4 mg/l	5,3 mg/l	0,81 mg/l	0,89 mg/l
Óleos e graxas	Não detectado	Não Detectado	Não Detectado	Não Detectado	Não Detectado
Oxigênio Dissolvido	5,2 mg/l	6,7 mg/l	7,2 mg/l	6,56 mg/l	6,2 mg/l
Ph	5,87	6,90	6,20	5,29	5,29
Temperatura	41,2 °C	23,1	21,2	29,5	29,7
Turbidez	1124 UNT	12,08 UNT	60 UNT	13,27 UNT	13,55 UNT
Sólidos Dissolvidos Totais	890 mg/l	690 mg/l	420 mg/l	38,49 mg/l	39,25 mg/l
Sólidos Suspensos	3420 mg/l	52 mg/l	102 mg/l	8,0 mg/l	6,0 mg/l
Sólidos Totais	4310 mg/l	742 mg/l	522 mg/l	46,49 mg/l	45,25 mg/l

Fonte: Adaptado pelo autor (2016).

Foram analisadas, portanto, amostras do Efluente bruto, Efluente tratado, Saída da Lagoa e Montante e Jusante do ponto de lançamento no corpo hídrico receptor (Rio Benfica).

De acordo com os resultados obtidos pelas análises físico-químicas, no que toca ao atendimento à legislação ambiental; nota-se que o efluente industrial

lançado no Rio Benfica (Corpo Hídrico Receptor) satisfazem os valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA 430/2011, Art. 16.

Confrontando os resultados obtidos com a legislação ambiental (tabela 04) é possível identificar que a E.T.E.I., da atividade processadora de substrato agrícolas em estudo, obteve uma remoção da DBO 5,20 °C, superior a 60%, portanto atendendo ao disposto na Legislação em vigor.

Tabela 04: Comparação dos resultados obtidos nas amostras do efluente Industrial com a Resolução CONAMA 430/2011.

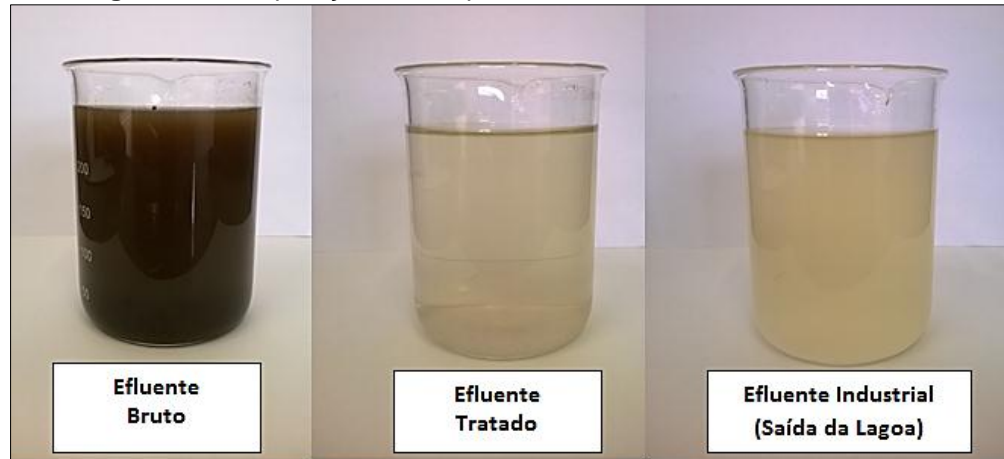
Parâmetro	Efluente Industrial (Saída da Lagoa) - Amostra A3	VMP – CONAMA 430/2011
Alcalinidade Total	40 mg/l	S/R
Cálcio	2,75 mg/l	S/R
Cloretos	31 mg/l	S/R
Cor Aparente	430uh	S/R
Coliformes Termotolerantes	111,00 NMP/100 ml	S/R
DBO 5 20° C	63 mg/l	Remoção mínima de 60%
DQO	131 mg/l	S/R
Dureza Total	28 mg/l	S/R
Fósforo Total	–	S/R
Magnésio	1,10 mg/l	S/R
Materiais sedimentáveis	0,5 mL/L	1 ML/L
Nitratos	3,83 mg/l	S/R
Nitritos	0,55 mg/l	S/R
Nitrogênio Amoniacal	5,3 mg/l	≤ 20,00 mg/l
Óleos e graxa	Não Detectado	50 mg/l
Oxigênio Dissolvido	7,2 mg/l	S/R
pH	6,20	5,0 a 9,0
Temperatura	21,2	≤ 40 °C
Turbidez	60 UNT	S/R
Sólidos Dissolvidos Totais	420 mg/l	S/R
Sólidos Suspensos	102 mg/l	S/R
Sólidos Totais	522 mg/l	S/R

Fonte: Adaptado pelo autor (2016).

Os resultados obtidos nas análises de Oxigênio Dissolvido (OD) no efluente Industrial tratado (Saída da lagoa) foram satisfatórios. Isto sugere que o processo empregado no tratamento do efluente industrial da atividade processadora de substrato agrícola conduz a um bom grau de oxidação da matéria-orgânica, que é confirmado pelos níveis de DBO finais.

Na figura 22 pode-se observar a comparação do aspecto visual do Efluente Bruto, Efluente Tratado e Efluente Industrial (Saída da Lagoa). Bem como constatar o declínio da matéria orgânica presente no mesmo.

Figura 22: Comparação do comportamento visual do efluente industrial.



Fonte: Autor (2016)

Ao longo do percurso nos pontos amostrais do corpo receptor (Rio Benfica), julgaram-se significativos os seguintes parâmetros: Cloreto total, Cor verdadeira, DBO 5, 20°, Oxigênio Dissolvido, Fósforo Total, Nitrito, sólidos Dissolvidos Totais, Turbidez e Coliforme Termotolerantes. Esses parâmetros foram escolhidos porque se mostraram expressivos no histórico das análises realizadas pela empresa em estudo; levando em consideração a atividade industrial do processamento de substratos agrícolas em pauta e a legislação ambiental vigente com os valores de referência para Efluentes Líquidos e Corpos Receptores (Resolução CONAMA 357/2005).

Comparando-se os resultados obtidos (Tabela 05), das amostras do corpo hídrico receptor, com os valores de referência para Efluentes Líquidos e Corpos Receptores (CONAMA 357/2005 – Art. 15), pode-se observar que os parâmetros citados, na sua maioria, estão de acordo com os valores máximos permitidos pela resolução supracitada. Em exceção ao Fósforo Total, parâmetro que ultrapassa os limites estipulados pela legislação vigente, vale ressaltar, que o Rio Benfica (corpo hídrico receptor) está localizado as margens da zona industrial da cidade de Ananindeua-PA, que apresenta considerável ciclo de atividades industriais.

Tabela 05: Comparação dos resultados com a Resolução CONAMA 357/2005:

Parâmetros	Montante/A4	Jusante/A5	VMP – CONAMA 357/2005
Cloreto Total	63 mg/l	69 mg/l	≤ 250,000 mg/l
Cor Verdadeira	73,00 UC	73,00 UC	≤ 75,000 UC
DBO 5,20°	3,07 mg/l	3,73 mg/l	≤ 5,000 mg/l
Oxigênio Dissolvido	6,56 mg/l	6,2 mg/l	≥ 5,000 mg/l
Fósforo Total	1,40 mg/l	1,40 mg/l	≤ 0,030 mg/l
Nitrito	0,152 mg/l	0,141 mg/l	≤ 1,000 mg/l
Sólidos Dissolvidos Totais	38,49 mg/l	39,25 mg/l	≤ 500,000 mg/l
Turbidez	13,27 UNT	13,55 UNT	≤ 100,000 UNT
Coliformes Termotolerantes	230,00 NMP/100 ml	300,00 NMP/100 ml	≤ 1.000,000 nmp/100 ml

Legenda: VMP: Valor Máximo Permitido.

Fonte: Adaptado pelo autor (2016).

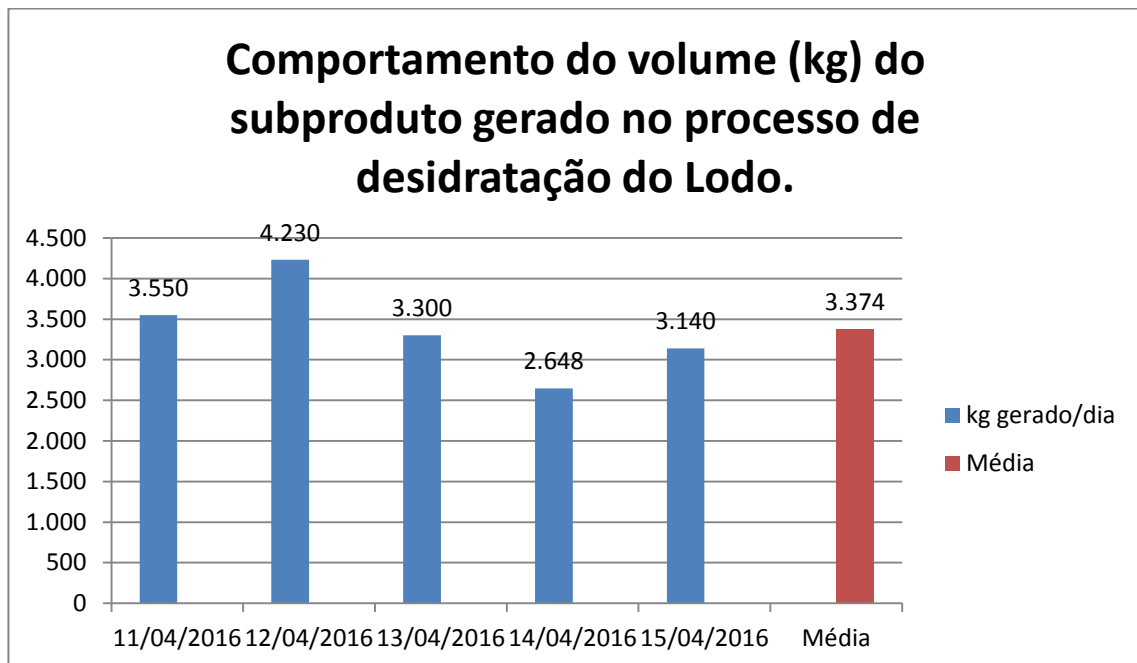
Todavia, o fósforo (P) é um elemento que está presente nos efluentes indústrias principalmente pela utilização de produtos de limpeza como: detergentes, ácidos fosfóricos e de compostos orgânicos como a proteína.

De acordo com Figueirêdo *et al.*, (2007) *apud* Feistel (2011), os nutrientes presentes nos efluentes, principalmente nitrogênio (N) e fósforo (P), são essenciais para o desenvolvimento de microrganismos, plantas e animais, porém em quantidades consideráveis nos efluentes industriais, pode provocar sérios problemas ao meio ambiente, como fenômeno de eutrofização, crescimento excessivo de plantas, em lagoas, represas e corpos receptores.

6.3.2. Gestão dos Subprodutos Gerados no Tratamento do Efluente Industrial

Com o conhecimento prático, sobre a etapa de Desidratação do lodo gerado no processo de tratamento Físico-químico da E.T.E.I., estudada, foi possível quantificar o volume (kg) gerado durante as coletas do mês de Abril de 2016, ao longo do desenvolvimento de campo da pesquisa. Segue a figura 23 que ajuda a elucidando os dados.

Figura 23: Comportamento do volume (kg) do subproduto gerado no processo de desidratação do lodo.



Fonte: Autor (2016).

Contudo, como já mencionado, a desidratação do lodo gerado no processo físico-químico do tratamento do efluente industrial, é aplicada a etapa de desidratação por força centrífuga. A partir da quantificação do subproduto gerado pode-se observar a importância da gestão aplicada ao mesmo; em virtude da viabilidade econômica da recuperação e/ou reutilização do subproduto.

6.3.3. Levantamento dos pontos Positivos e Negativos do Processo de Tratamento do Efluente Industrial da Atividade Processadora de Substrato Agrícola

A E.T.E.I., da empresa tem como pontos positivos:

- (I) A necessidade de uma área pequena para sua implantação;
- (II) Opera com baixo tempo de detenção hidráulica;
- (III) Grande parte do sistema é automatizado;
- (IV) Não exala maus odores;
- (V) É de fácil limpeza por ter toda área impermeabilizada e;
- (VI) Gera uma quantidade relativamente baixa de subprodutos (lodo), possibilitando uma gestão interna do mesmo.

Como pontos negativos, observou-se:

- (I) Considerável consumo de energia elétrica;
- (II) A necessidade de um gerador de energia no local, em virtude de possíveis picos de energias;
- (III) Uma equipe de operadores devidamente treinados;
- (IV) Manutenção preventiva e;
- (V) O acompanhamento diário de um profissional na área de química para coordenação do preparo e dosagem dos polímeros.

Contudo, verificou-se ainda, que não existe um projeto e/ou estudo voltado para reutilização do efluente tratado nas dependências da fábrica, possibilitando uma economia financeira e hídrica, em virtude do consumo de água utilizado para limpeza e higienização da E.T.E.I., e de um volume (m³) de água considerável para o preparo e diluição dos polímeros utilizados no tratamento do efluente industrial.

6.3.4. Importância do Tratamento do Efluente Industrial para o Meio Ambiente

O sistema de tratamento por coagulação/floculação química, ao efluente industrial da atividade processadora de substrato agrícola é uma tecnologia que pode ser aplicada aos efluentes de outras atividades indústrias; evitando a contaminação do solo e de corpos receptores presentes nas proximidades de processos industriais, bem como, possibilita a fácil gestão do material sólido gerado (subprodutos) do processo de tratamento na E.T.E.I.

O tratamento aplicado aos efluentes da atividade em questão é de extrema importância para o meio ambiente, pois com esses procedimentos não são despejados matéria orgânica, provindas da atividade processado de substrato agrícola, nos corpos hídricos da região, evitando assim a eutrofização, e a proteção dos mananciais em usos múltiplos, do mesmo modo à proteção dos recursos hídricos subterrâneos.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Através das visitas técnicas realizadas na Estação de Tratamento de Efluente Industrial (E.T.E.I.) da atividade processadora de substrato agrícola, obteve-se a caracterização da mesma, através do conhecimento de seu processo de tratamento

e avaliação dos parâmetros obtidos com as análises físico-químicas dos pontos amostrais.

A eficiência do tratamento apresentado neste trabalho, composto por Coagulação, Floculação e Desidratação dos subprodutos (parte sólida) gerada com o tratamento da E.T.E.I., permitiu obter um efluente final (tratado em nível secundário), com características para estudos futuros focados em sua reutilização.

Conclui-se que a caracterização físico-química das amostras de interesse (efluente bruto, efluente parcialmente tratado, saída da lagoa de estabilização e montante e jusante do corpo hídrico receptor), foi realizado com êxito.

Dentro os parâmetros analisados quando comparados com os exigidos pela Resolução CONAMA 430/11, foi possível verificar que a E.T.E.I., em estudo está atentando para o lançamentos de efluentes industrias dentro dos padrões exigidos pela legislação ambiental. Com o estudo foi possível ainda identificar que a E.T.E.I., obteve uma eficiência de 84,21% na remoção da DBO, respondendo ao limite mínimo (60% de remoção) exigido pela Resolução CONAMA 430/11.

Em alusão ao corpo hídrico receptor dos efluentes (Rio Benfica-PA) da E.T.E.I., dos parâmetros analisados, apenas o Fosforo total, apresentou siginificativa concentração em relação aos limites estipulados pela Resolução CONAMA 357/05, classificando o corpo hídrico em Classe 2.

Com o estudo realizado na E.T.E.I., apresentam-se sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros, sendo:

- Propõem-se o reúso do efluente da saída do Tanque de Coagulação e Floculação (tratamento físico-químico), na preparação/diluição dos polímeros coagulantes e floculantes utilizados no tratamento químico do efluente e na diluição do cal (CaO) utilizado para eventual correção do pH inicial do efluente;
- Analisar propostas de reúso do efluente na lavagem da E.T.E.I., apresentando sua estrutura em um local impermeabilizado e com sistema de galerias que encaminhem suas águas de lavagem para a etapa preliminar da E.T.E.I.;
- Verificar possibilidades de reúso do efluente em outras atividade internas da indústria como: utilização do efluente tratado em torres de resfriamento de caldeira, cisternas de incêndio e entre outras.

Finalmente, este trabalho analisou as particularidades em relação ao efluente industrial gerado pela atividade processadora de substrato agrícola, proporcionando uma visão abrangente ao tratamento dos efluentes deste seguimento fabril. Portanto este estudo foi de suma importância para caracterizar esta atividade no que se refere ao tratamento de efluentes industriais e gerenciamento dos subprodutos do mesmo (parte sólida); contribuindo para a proteção do meio ambiente e conservação dos recursos hídricos.

8. REFERÊNCIAS

ARAÚJO; F.S.S., **Breve análise de trinta anos do Distrito Industrial de Ananindeua/Pa no contexto econômico local: 1979-2009.** Disponível em: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/3812/2927>

Acesso em 07 maio de 2016.

DAMINELLI, P.E (2008) – **Estação de tratamento de Efluente: Eficiência.** Criciúma, Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Monografia de Especialização – Curso de Pós-graduação em Gestão de Recursos Naturais, UNESC, 94p.

DA SILVA; L. O.. **Caracterização dos sistema de tratamento de esgoto biológico com o uso de membrana filtrante em uma empresa do setor automobilístico.**

Disponível em: <http://catolicadeanapolis.edu.br/revmagistro/wp-content/uploads/2014/10/Caracteriza%C3%A7%C3%A3o-dos-sistema-de-tratamento-de-esgoto-biol%C3%B3gico-com-o-uso-de-membrana-filtrante-em-uma-empresa-do-setor-automobil%C3%ADstico.pdf>.

Acesso em: 16 Fev. 2016.

DE FREITAS et al (2001); **Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola.** Comunicado Técnico, Embrapa Agroindústria Tropical.

Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/mobile/publicacoes//publicacao/423156/caracterizacao-do-po-da-casca-de-coco-verde-usado-como-substrato-agricola>

Acesso em 19 Abril 2016.

DE OLIVEIRA; D. et al (2011); **Etapas de um Tratamento de Efluentes Industriais.**

Disponível em: http://www.kurita.com.br/adm/download/Etapas_do_tratamento_deefluentes.pdf

Acesso em 16 Fev. 2016.

FIRJAN; **Manual de conservação e reuso da água na indústria.** Rio de Janeiro: DIM, 2006. 38p.: il.

FEISTEL; J. C., **Tratamento e Destinação de Resíduos e Efluentes de Matadouros e Abatedouros.** Goiânia, (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em ciência Animal, Universidade Federal de Goiás. 2011.

GIL; A.S.L., **Caracterização do efluente de ETE de abatedouro visando o reuso.** Passo Fundo, TCC, Universidade de Passo Fundo – UPF; Faculdade de Engenharia e Arquitetura.

GIORDANO; G., **Tratamento e Controle de Efluentes Industriais.** Disponível em:file:///C:/Users/Positivo/Downloads/Apostila+-+Tratamento+de+efluentes+industriais%20(1).pdf.

Acesso em 27 jan. 2016.

Lei Federal nº 6.93, de 31 de agosto de 1981; **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Disponível em: http://www.bvambientebf.uerj.br/arquivos/edu_ambiental/popups/lei_federal.html. Acesso em 30 jan. 2016.

MACEDO; J.F., **Introdução ao Tratamento de Efluentes Líquidos.** Disponível em: http://www.crq4.org.br/downloads/EfluentesLiquidos_jair.pdf. Acesso em 02 fevereiro de 2016.

MIERZWA, José Carlos. **Água na indústria: Uso racional e reuso/** José Carlos Hespanhol. São Paulo: Oficina de textos, 2005.

MOURA; C. A., **Gestão do Projeto Gota Zero na ALBRAS.** Disponível em: <http://www3.iesam-pa.edu.br/ojs/index.php/sistemas/article/viewFile/428/365>. Acesso em 24 jan. 2016.

NRB 9880. **Critérios para lançamento de efluentes líquidos indústrias no sistema coletor públicos de esgoto sanitário.** Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/51613605/NBR-9800-NB-1032-Criterios-para-lancamento-de-efluentes#scribd>. Acesso em 27 jan. 2016.

OSÓRIO, R. C. F., **Estudo do potencial reuso industrial de água não potável a partir de efluentes domésticos tratados** – Curitiba, Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, setor de Ciências Exatas, Programa de pós-graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial, 2013.

PEREIRA; J. A. R., **Geração de Resíduos Industriais e Controle Ambiental.** Disponível em: http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:sYBOYXD2y9wJ:scholar.google.com/+gerenciamento+de+efluentes+industriais&hl=pt-BR&as_sdt=0,5&as_vis=1. Acesso em 30 jan. 2016.

PEREIRA, R.S., **Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos.** Revista Eletrônica de Recurso Hídricos. IPH-UFRGS. V. 1, n.1.p. 20-36. 2014. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf>. Acesso em: 03 Jan. 2016.

Resolução CONAMA Nº430, de 13 de maio de 2011 – **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2015, do Conselho Nacional do Meio Ambiente** – CONAMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em 31 jan. 2016.

Resolução CONAMA nº 357, 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://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>.

Acesso em: 31 jan. 2016.

SILVEIRA, G.E (2010) – **Sistema de Tratamento de Efluentes Indústrias**. Rio Grande do Sul, Universidade Federal do Rio Grande do Sul –UFRGS, Trabalho de conclusão em Engº Química. 42 p.

SANTOS et al (2012); **O gerenciamento de resíduos sólidos e efluentes na indústria: aspectos ambientais, econômicos, sociais e estratégicos**. Artigo acadêmico. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1280>. Acesso em 15 fev. 2016.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao Tratamento de Esgotos** /Marcos vonSperling. – 3. Ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005. 452p.

APÊNDICE A**• QUESTIONÁRIO SOBRE A GESTÃO DOS EFLUENTES INDÚSTRIAS NA ATIVIDADE PROCESSADORA DE SUBSTRATO AGRÍCOLA.**

1. A partir do processo produtivo, como é gerado o efluente industrial da atividade processadora de substrato agrícola?
2. É realizado o controle de vazão do volume (m³) do efluente gerado?
3. Como ocorre o processo de tratamento do efluente industrial gerado?
4. Como a empresa trabalha a questão da redução de água no processo produtivo?
5. A empresa/fábrica possui algum projeto ou plano de reutilização do efluente tratado em seu processo produtivo? Ex: limpeza de áreas físicas, paisagismo, resfriamento de caldeiras, etc.
6. Qual o volume (kg) de subprodutos (lodo) gerados no processo de tratamento da E.T.E.I.? Qual a destinação aplicada a esse subproduto?
7. A empresa possui algum monitoramento e/ou acompanhamentos da caracterização físico-química do efluente gerado?
8. O gestor possui conhecimento sobre a Resolução CONAMA 430/2011? Do mesmo modo sobre a Resolução CONAMA 357/2005?
9. Qual a destinação dos efluentes industriais tratados? Lançamento em solo aberto, manancial ou rede pública de esgoto?
10. Qual o conhecimento do gestor sobre as consequências do lançamento inadequado do efluente industrial no meio ambiente e para a saúde humana?