



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS**

SANDUEL OLIVEIRA DE ANDRADE

DIAGNÓSTICO DO POTENCIAL POLUIDOR DAS AGROINDÚSTRIAS FAMILIARES SOBRE O RIO PIANCÓ

**POMBAL – PB
2016**

SANDUEL OLIVEIRA DE ANDRADE

DIAGNÓSTICO DO POTENCIAL POLUIDOR DAS AGROINDÚSTRIAS FAMILIARES SOBRE O RIO PIANCÓ

Dissertação apresentada à Coordenação de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campus de Pombal para obtenção do título de Mestre.

**POMBAL – PB
2016**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

A553d Andrade, Sanduel Oliveira de.
Diagnóstico do potencial poluidor das agroindústrias familiares sobre o Rio Piancó / Sanduel Oliveira de Andrade. – Pombal, 2016.
96f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar.

"Orientação: Profa. Dra. Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira, Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiróz".

1. Agricultura Familiar. 2. Agroindústrias Familiares - Rio Piancó. 3. Recursos Hídricos. 4. Saneamento. I. Oliveira, Andréa Maria Brandão Mendes de. II. Queiróz, Manoel Moisés Ferreira de. III. Título.

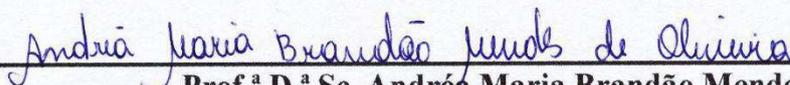
CDU 631-027.553(043)

DIAGNÓSTICO DO POTENCIAL POLUIDOR DAS AGROINDUSTRIAS FAMILIARES SOBRE O RIO PIANCÓ.

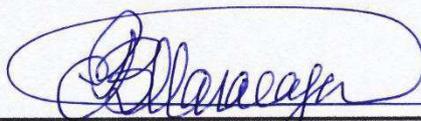
Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M. Sc.) em Sistemas Agroindustriais.

Aprovada em 03 / 02 / 2016

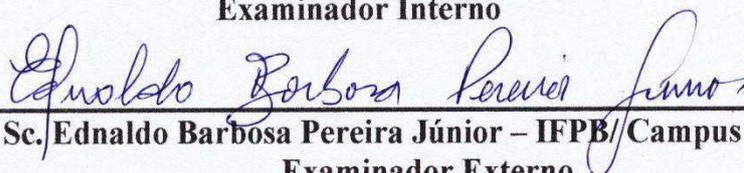
COMISSÃO EXAMINADORA



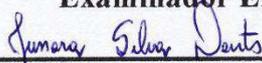
Prof.ª D.ª Sc. Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira
Orientador



Prof. D. Sc. Patrício Borges Maracajá
Examinador Interno



Prof. D. Sc. Ednaldo Barbosa Pereira Júnior – IFPB/ Campus Sousa
Examinador Externo



D. Sc. Jussara Silva Dantas
Examinador Interno

POMBAL-PB

FEVEREIRO-2016

“Ama a simplicidade
Ama a vida
Ama a beleza
Ama a Poesia
Ama as coisas que dão alegria
Ama a natureza e a reverência pela vida
Ama os mistérios
Ama Deus”
(Rubem Alves)

DEDICATÓRIA

À minha família, que tanto amo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha inspiração e minha fonte de vida, que sempre me deu forças para continuar a jornada;

A minha família, pelo apoio e incentivo, que tiveram grande relevância para conclusão desta etapa acadêmica;

A minha Orientadora, Profa. Dra. Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira por seu apoio e amizade, além de sua dedicação, competência e especial atenção nas revisões e sugestões, fatores fundamentais para a conclusão deste trabalho;

Ao Técnico em Laboratório Luiz Fernando de Oliveira Coelho pelo apoio técnico, dedicação, paciência e brilhantes sugestões que tanto ajudaram no desenvolvimento desta dissertação, bem como, pelos ensinamentos de vida;

Ao Engenheiro Agrônomo Francisco Alves da Silva pelos auxílios laboratoriais prestados, contribuindo significativamente pelos resultados desta pesquisa.

Aos Professores Dr. Patrício Borges Maracajá e Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiróz pelas colaborações e amizade que fizeram parte da minha formação e vão continuar presentes em minha vida.

A Universidade Federal de Campina Grande – UFCG que proporcionou toda estrutura necessária para o desenvolvimento desta pesquisa;

A Profa Adriana Gomes de Lima, pelas palavras de carinho e afeto, bem como, pelo apoio e incentivo para conclusão desta etapa.

A Profa Maria Gorette Formiga de Almeida pela amizade, paciência e compreensão pelos momentos que necessitei estar ausente das atividades laborais para desenvolver esta pesquisa.

Aos bolsistas do Programa Institucional de Iniciação Científica – PIBIC, Célia Soares de Brito, Daniela de Matos Ferreira, Rayan Araújo Valério, Yasmim Sousa e Lima pelo apoio, paciência e dedicação na realização das análises laboratoriais e que são também responsáveis pela concretização deste trabalho.

A todos os amigos e amigas que, direta e indiretamente, contribuíram para a concretização desta pesquisa.

RESUMO

A qualidade da água tem sofrido sérios impactos provocados principalmente pelas ações antrópicas. Em virtude disto, a água de boa qualidade está se tornando um bem escasso. Este fato é agravado no semiárido nordestino brasileiro, onde a disponibilidade de água é bastante limitada em virtude de suas condições climáticas. Boa parte da economia da Região Nordeste está voltada ao setor rural, onde estão inseridas as agroindústrias. Grande parte dos efluentes gerados pelas agroindústrias são eventualmente lixiviados até atingir um corpo hídrico receptor, causando detrimen- to da qualidade de suas águas. Diante o exposto, objetiva-se através desta pes- quisa avaliar o potencial poluidor das agroindústrias familiares sobre o rio Piancó, município de Pombal-PB. A pesquisa foi desenvolvida no período de maio de 2014 a dezembro de 2015 em duas agroindústrias, uma de abate de aves e outra de pro- dução de queijo, onde foram coletadas amostra do efluente bruto e das águas do rio Piancó, adjacentes as agroindústrias e encaminhadas ao Laboratório de Análise de Águas para avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Pode-se concluir que as duas agroindústrias citadas, apesar de ser de pequeno porte, possu- em um elevado potencial poluidor pela elevada carga orgânica presente, bem como no lançamento diretamente no meio ambiente sem qualquer tratamento prévio, po- dendo contaminar corpos hídricos subterrâneos. Também foi possível concluir que o efluente gerado ainda não atingiu diretamente o rio Piancó, possivelmente, ocasio- nado pela forte estiagem que atinge a região. Entretanto, nos períodos chuvosos, eleva-se as chances deste poluente ser lixiviado para o rio. Com isso, se faz neces- sário ações de capacitação e conscientização dos produtores e funcionários das agroindústrias no intuito de otimizar o uso da água e promover sistemas de trata- mento viáveis, bem como, o possível reuso destes efluentes.

Palavras-chave: Efluente, saneamento, produção familiar, semiárido.

ABSTRACT

Water quality has been seriously impacted mainly caused by human actions. Because of this, the water quality is becoming a scarce commodity. This fact is compounded in the Brazilian semi-arid northeast, where water availability is quite limited because of its climatic conditions. Much of the Northeast economy is focused on the rural sector, where the agricultural industries are located. Much of the waste generated by agro-industries are eventually leached up to a water body receptor, causing the expense of quality of its waters. Faced with the above objective is through this research to evaluate the potential polluter of family farms on the Piancó river, municipality of Pombal-PB. The research was conducted from May 2014 to December 2015 in two agricultural industries, a slaughter of poultry and other cheese production, which were collected sample of the raw wastewater and Piancó river waters adjacent agro-industries and forwarded to Water Analysis Laboratory for evaluation of physical, chemical and microbiological parameters. It can be concluded that the two agribusinesses cited, despite being small, have a high pollution potential for this high organic load as well as the launch directly into the environment without any prior treatment and contaminate underground water bodies. It was also concluded that the effluent not yet directly reaches the Piancó river possibly caused by severe drought hitting the region. However, in rainy periods, rises the chances of this pollutant to be leached into the river. Thus, it is necessary training activities and awareness of producers and employees of agricultural industries in order to optimize water usage and promote viable treatment systems, as well as the possible reuse of these effluents.

Keywords: Effluent, sanitation, family production, semi-arid.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO	16
2.1 Relação homem natureza	16
2.2 Desenvolvimento sustentável.....	17
2.3 Conceito de agroindústria.....	19
2.4 Histórico da agricultura familiar	20
2.5 Importância do setor agroindustrial	21
2.6 Agroindústrias familiares	22
2.7 O consumo de água e a geração de efluentes nas agroindústrias.....	23
2.8 Rio Piancó.....	25
2.9 Impactos negativos gerados pelo setor agroindustrial	27
2.9.1 Contaminantes emergentes	28
2.9.2 Presença de espécies fitoplanctônicas	31
2.9.3 Presença de metais pesados	32
2.9.4 Parâmetros físico-químicos	33
2.9.5 Aspectos microbiológicos	34
2.10 Medidas mitigadoras dos impactos ambientais gerados pelo setor agroindustrial	36
2.10.1 Tratamento de efluentes agroindustriais	37
2.10.2 Reuso de água na agricultura	39
2.10.3 Reuso do soro de leite das agroindústrias de laticínios.....	40
3. METODOLOGIA.....	42
3.1 Caracterização da área de estudo	42
3.2 Tipo da pesquisa	44
3.3 Obtenção dos dados	44
3.4 Coleta e transporte das amostras	45
3.5 Quantificação do consumo de água	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
4.1 Agroindústria de abate de aves.....	47
4.1.1 Consumo de água.....	47
4.1.2 Caracterização do efluente agroindustrial	48
4.1.2.1 Parâmetros físico-químicos	48
4.1.2.2 Parâmetros microbiológicos	53
4.1.3 Caracterização das águas do rio Piancó em torno da agroindústria	54

4.1.3.1 <i>Parâmetros físico-químicos</i>	54
4.1.3.2 <i>Parâmetros microbiológicos</i>	61
4.2 Agroindústria de produção de queijos	62
4.2.1 Consumo de água	62
4.2.2 Caracterização do efluente gerado na agroindústria queijeira	63
4.2.2.1 <i>Parâmetros físico-químicos</i>	63
4.2.2.2 <i>Parâmetros microbiológicos</i>	68
4.2.3 Caracterização da água do rio Piancó nas proximidades da agroindústria	69
4.2.3.1 <i>Parâmetros físico-químicos</i>	69
4.2.3.2 <i>Parâmetros microbiológicos</i>	71
CONCLUSÕES	72
REFERÊNCIAS	73
APÊNDICES	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização do rio Piancó.....	26
Figura 2. Mapa da localização do trecho perenizado do rio Piancó.....	42
Figura 3. Registro pluviométrico de 2012 a 2015 em Pombal-PB.....	43
Figura 4. Registro pluviométrico de 2015 em Pombal-PB.....	43
Figura 5. Leituras realizadas nas águas do rio Piancó.....	46
Figura 6. Quantificação de água por meio de hidrômetro Elster AMG-09.....	46
Figura 7. A. Limpeza dos utensílios. B. Escaldagem. C. Depenagem. D. Limpeza final das aves.....	48
Figura 8. A. Caracterização do efluente gerado. B. Destino final do efluente.	53
Figura 9. Elevada concentração de aguapés (<i>Eichhornia crassipes</i>) no Rio Piancó.	60
Figura 10. Possível presença de cianobactérias no rio Piancó.....	60
Figura 11. A. Uso das águas do rio Piancó para balneabilidade. B. Lavagem de roupas no rio Piancó.....	62
Figura 12. Limpeza dos utensílios utilizados na fabricação do queijo.....	63
Figura 13. Salmoura (água + soro + cloreto de sódio) produzida durante a fabricação do queijo coalho.....	66
Figura 14. Queima dos resíduos sólidos gerados.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Consumo de água de acordo com o setor industrial.....	23
Tabela 2. Identificação da metodologia utilizada para análise das águas.....	45
Tabela 3. Valores dos parâmetros do efluente de abate e processamento de aves.....	49
Tabela 4. Valores em NMP dos parâmetros microbiológicos do efluente de abate e processamento de aves.....	54
Tabela 5. Valores dos parâmetros das águas do rio Piancó, trecho localizado próximo ao abatedouro.....	55
Tabela 6. Valores dos parâmetros microbiológicos do rio Piancó no trecho localizado próximo ao abatedouro.....	61
Tabela 7. Valores dos parâmetros do efluente da agroindústria de fabricação de queijo.....	64
Tabela 8. Valores dos parâmetros microbiológicos do efluente da agroindústria de queijos.....	69
Tabela 9. Valores dos parâmetros das águas do rio Piancó, trecho localizado próximo ao abatedouro.....	69
Tabela 10. Valores dos parâmetros microbiológicos do rio Piancó no trecho localizado próximo a agroindústria de queijo.....	71

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
APHA – American Public Health Association
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CE – Condutividade Elétrica
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO – Demanda Química de Oxigênio
EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
FAO – Food and Agriculture Organization
FUNASA – Fundação Nacional de Saúde
GPS – Global Positioning System
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MDS – Ministério do Desenvolvimento Social
NMP – Número Mais Provável
PROSAB – Programa de Pesquisas em Saneamento Básico
PT – Fósforo Total
SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SACs - Sistemas Alagados Construídos
SS – Sólidos Sedimentáveis
SST – Sólidos Solúveis Totais
ST – Sólidos Totais
STF – Sólidos Totais Fixos
STV – Sólidos Totais Voláteis
UNEP - United Nations Environment Programme
USDA – United States Department of Agriculture

1 INTRODUÇÃO

A água é o elemento essencial para a manutenção da vida em todo o globo terrestre. Entretanto, sua qualidade tem sofrido sérios impactos negativos, provocados principalmente pelas atividades antrópicas.

No semiárido nordestino brasileiro, a disponibilidade de água é bastante limitada em virtude de suas condições climáticas, caracterizado por baixas e irregulares pluviosidades. Boa parte da economia da Região Nordeste está voltada ao setor rural, onde esta necessita de um volume considerável de água para produção de culturas e manutenção do rebanho.

Além da quantidade de água limitada, a região ainda sofre com o baixo índice de saneamento básico e grande parte dos efluentes é lançada diretamente nos corpos hídricos sem seu devido tratamento.

Grande parte dos efluentes gerados pelas agroindústrias são eventualmente lixiviados até atingir um corpo hídrico receptor, causando detrimento da qualidade de suas águas. A água é considerada como poluída quando estão presentes componentes em quantidades que comprometem a manutenção das comunidades bióticas existentes em uma determinada área, geralmente ocasionadas por atividades antrópicas (BHATIA; GOYAL, 2014).

Em virtude dessas atividades antrópicas, solos e águas subterrâneas também podem conter contaminantes oriundos de práticas agrícolas, a exemplo de fertilizantes e pesticidas, e até mesmo resíduos industriais. Suresh & Ravishankar (2004) destacam que a grande parte dos poluentes encontrados nas águas é composta de metais pesados, xenobióticos, nutrientes, matéria orgânica e gases ácidos, como o dióxido de enxofre. Li, et al. (2015) salientam que a presença de metais pesados em um corpo hídrico é motivo de grande preocupação em virtude do seu alto potencial poluidor.

Os focos de poluição da água podem ocorrer de duas formas: pontuais, quando é perceptível o ponto de descarga do efluente e difusas, quando não possui um ponto específico de despejo de contaminantes.

Copetti (2010) destaca que a falta de gestão dos resíduos oriundos do processo produtivo de uma agroindústria gera um elevado grau de risco de contaminação, que pode se dá tanto por fontes pontuais quanto difusas de poluição, a exemplo de: esgotos domésticos, deflúvio superficial agrícola e dejetos da criação de animais.

A escolha desta temática deve-se, primeiramente, a importância que as agroindústrias familiares desempenham para a região, agregando valor a matéria-prima gerada na localidade, induzindo à modernização do setor primário, crescimento dos serviços, e sobretudo contribuindo para minimizar o impacto negativo da migração dos agricultores para as cidades mediante a geração de emprego e renda.

Com isso, se faz necessário desenvolver ações que visem mitigar esta problemática, que vão desde o uso racional da água, passando pelo tratamento do efluente até seu possível reuso. Estes efluentes quando lançados diretamente no solo podem percolar até atingir lençóis de água subterrânea ou, carreados para rios ou lagos nos períodos chuvosos.

Diante do exposto, esta pesquisa objetivou avaliar o potencial poluidor das agroindústrias familiares sobre o rio Piancó, município de Pombal-PB.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Relação homem natureza

Ao longo do desenvolvimento da civilização, a humanidade possuiu e possui diversos tipos de relações com a natureza. Cada sociedade enfatizava a natureza de uma forma própria, levando em considerações seus valores e objetivos. Carvalho (2003) salienta que a definição de natureza está relacionada a percepção e da finalidade que damos a mesma. Albuquerque (2007, p.17) destaca que:

Em seu significado mais amplo, a palavra natureza refere-se a todo o mundo material, ou seja, à matéria e à energia do universo físico, inseridas em um processo dinâmico cujo funcionamento segue regras próprias, que são estudadas pelas ciências naturais, como a física, a química e a biologia.

A partir do instante em que o homem passou a viver de forma coletiva e sedentária, os impactos ao meio ambiente tornaram mais intensos. Vale salientar que todas as atividades antrópicas causam impactos ao meio ambiente, mesmo em sua singularidade. Isto ocorre devido o homem ser parte integrante da natureza e da dependência exercida dos seus recursos naturais (INBS, 2013).

O ser antrópico sempre fez uso dos recursos naturais existentes ao longo da história, o que acontece atualmente é a intensidade com que estes recursos são utilizados e a forma como retornam ao meio, no intuito de satisfazer suas necessidades e gerar lucros. Essa prática tem ocasionado diversas consequências adversas.

Bezerra e Bursztyn (2000) destacam que o modelo de desenvolvimento oriundo da revolução industrial via o homem e a natureza de forma separada, onde o primeiro era visto como recurso humano e o segundo como recurso natural, esta maneira de pensar ficou conhecido como paradigma cartesiano. Nesse contexto, a natureza era vista apenas como fonte de geração de divisas. Corroborando com este princípio, Lerípio et al. (2003) salienta que a natureza, vista por este aspecto, era considerada como um insumo que deve ser apropriado, transformado, comercializado, consumido e descartado. A nação que seguia esse modelo estava mais próxima do que conheciam por desenvolvimento.

Segundo Santos (1996, p. 87):

O trabalho é a aplicação, sobre a natureza, da energia do homem, diretamente ou como prolongamento do seu corpo através de dispositivos mecânicos, no propósito de reproduzir a sua vida e a do grupo... pois, o homem é o único que reflete sobre a realização de seu trabalho. Antes de se lançar ao processo produtivo, ele pensa, raciocina e, de alguma maneira, prevê o resultado que terá o seu esforço.

No final do século XX, o modelo desenvolvimentista baseado no paradigma cartesiano começou a entrar em crise em virtude da insuficiência do planeta em atender a atividade predatória do ser antrópico, sendo necessário repensar o estilo de vida e adotar práticas de consumo consciente e sustentável (MENESES, 2006). Isso foi necessário, pois despertou no homem uma nova visão sobre a natureza, nascendo assim, a necessidade de preservá-la para garantir sua sobrevivência.

2.2 Desenvolvimento sustentável

Segundo Allen apud Bellia (1996, p. 23), o termo desenvolvimento sustentável foi primeiramente utilizado por Robert Allen em 1980, no artigo "*How to Save the World*" (Como Salvar o Mundo). Na ocasião, o referido autor define o termo como sendo "o desenvolvimento requerido para obter a satisfação duradoura das necessidades humanas e o crescimento da qualidade de vida".

Em 1987 foi lançado Relatório Nosso Futuro Comum, mais conhecido como Relatório Brundtland. Neste documento, o termo desenvolvimento sustentável é definido como "Modelo de desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras em atenderem suas próprias necessidades" (BRUNDTLAND, 1991).

Para Marinho (2001), o conceito de desenvolvimento sustentável apresentado no Relatório Brundtland não expressava bem o significado do tema em virtude da falta de detalhamento para que este conceito possa ser praticado.

Porém, na concepção de Dias (2003, p. 79), embora o relatório

(...) utilize um nível considerável de abstração na conceituação do que seja o "desenvolvimento sustentável", conseguiu introduzir questões que perderam no debate e influenciou todas as interpretações posteriores acerca da sustentabilidade do desenvolvimento.

Diante de todo esse contexto surge a expressão sustentabilidade. Priberam (2013) define sustentabilidade como "a qualidade ou condição do que é sustentável",

que por sua vez é definido como o que se pode sustentar, defender, que tem condições de se manter ou de se conservar por longo período.

Para Boff (2012, p. 14), a sustentabilidade representa

[...] o conjunto dos processos e ações que se destinam a manter a vitalidade e a integridade da Mãe Terra, a preservação de seus ecossistemas com todos os elementos físicos, químicos e ecológicos que possibilitam a existência e a reprodução da vida, o atendimento das necessidades da presente e das futuras gerações, e a continuidade, a expansão e a realização das potencialidades da civilização humana em suas várias expressões.

Segundo Oliveira (2002) para atingir o patamar de desenvolvimento sustentável deve-se haver a conciliação entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental, com o intuito de utilizar os recursos naturais existentes de uma forma que as próximas gerações também possam usufruí-los. Scatolin (1989, p. 06) observa que:

Poucos são os outros conceitos nas Ciências Sociais que têm-se prestado a tanta controvérsia. Conceitos como progresso, crescimento, industrialização, transformação, modernização, têm sido usados frequentemente como sinônimos de desenvolvimento. Em verdade, eles carregam dentro de si toda uma compreensão específica dos fenômenos e constituem verdadeiros diagnósticos da realidade, pois o conceito prejulga, indicando em que se deverá atuar para alcançar o desenvolvimento.

Oliveira (2002, p. 43) divide a preocupação com o desenvolvimento sustentável em cinco pontos, que são:

1) preservação da natureza; 2) desenvolvimento da administração (gerenciamento) e da ciência ecológica nos trópicos; 3) ambientalismo e crise global; 4) ecologia global, conservação e meio ambiente; 5) ambientalismo global.

Para Sachs (1993), um planejamento eficiente observa cinco dimensões de sustentabilidade: social, econômica, ecológica, espacial e cultural. Em âmbito social deve-se almejar a melhoria dos níveis de distribuição de renda, diminuindo assim, a exclusão social. No aspecto econômico deve levar em consideração a eficiência do sistema no tocante gerenciamento da utilização dos recursos naturais. A sustentabilidade ecológica visa à preservação do meio ambiente, em outras palavras, usá-lo sem degradá-lo. A sustentabilidade espacial refere-se ao planejamento territorial, uma distribuição planejada das atividades econômicas e humanas.

E, por fim, a sustentabilidade social está intimamente ligada a educação, no tocante a quebra de determinados paradigmas, causando sensíveis alterações no modo ser, pensar e agir, e assim, despertar uma consciência ambiental.

2.3 Conceito de agroindústria

De acordo com a FAO (2015), a agroindústria é um ramo que converte matéria-prima de origem agropecuária em produtos beneficiados, agregando valor a estes, contribuindo para o desenvolvimento econômico da região.

O IBGE (2006, p. 29) define a agroindústria como “atividades de transformação e beneficiamento de produtos agropecuários de origem animal ou vegetal [...], a partir de matéria-prima produzida no próprio estabelecimento agropecuário ou adquirida de outros produtores”.

Para Faveret Filho & Paula (2005), a agroindústria envolve todas as atividades relacionadas à agropecuária, incluindo as etapas da cadeia produtiva: insumos, produção primária, processamento e distribuição, englobando o setor agropecuário e as indústrias de alimentos, bebidas e fumo.

O MDS, Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à fome, (2014) define o termo agricultura familiar como:

Uma forma de produção onde predomina a interação entre gestão e trabalho; são os agricultores familiares que dirigem o processo produtivo, dando ênfase na diversificação e utilizando o trabalho familiar, eventualmente complementado pelo trabalho assalariado.

Segundo Lauschner (1995) apud Morato & Teixeira (2010), o conceito de agroindústria é dividido em sentido amplo e sentido restrito. No sentido amplo, é a unidade produtiva que transforma o produto agropecuário natural ou manufaturado para utilização intermediária ou final. Em sentido restrito, é a unidade produtiva que, por um lado, transforma, para utilização intermediária ou final, o produto agropecuário ou seus subprodutos não manufaturados, e, por outro lado, adquire diretamente do produtor rural, o mínimo de 25% do valor total dos insumos utilizados. Nessa definição restrita, o referido autor considera agroindústria a que realiza a primeira transformação da produção rural, precedida ou não do beneficiamento, e exclui da definição a que utiliza como matéria-prima o produto agropecuário já transformado, não considerando como agroindústria a indústria têxtil, a indústria de calçados, as

padarias e indústrias de massa e biscoitos, por utilizarem como matéria-prima um produto rural já industrializado.

2.4 Histórico da agricultura familiar

A grande maioria das agroindústrias é de natureza familiar, trabalhando com beneficiamento de frutas, legumes, hortaliças, grãos, oleaginosas, carne, leite e pescados. Geralmente são beneficiados de forma artesanal e informal, sediada em simples instalações (NAIME et al., 2009).

O setor agropecuário, com destaque a agricultura familiar, passa a assumir considerável importância política em meados da década de 90. Mas foi em 2006, com a criação da Lei da Agricultura Familiar (Lei Nº 11.326, de 24 de julho de 2006), que ganhou mais força, resultado da luta histórica da sociedade civil organizada, representada pelos movimentos sociais, sindicatos, etc. (SULZBACHER, 2009).

Conforme Guilhoto (2007), a agricultura familiar desempenha um importante papel social na mitigação do êxodo rural e da desigualdade social do campo e das cidades. Fato este que faz desse setor um forte meio de geração de riqueza e renda, inclusive para incrementar o PIB do País.

O tema agricultura familiar vem passando por diversas discussões nos últimos anos em vários segmentos de pesquisa. Entretanto, é notória a relevância desta para a sociedade, já que se destaca na produção de alimentos, distribuição de renda, de terra, além da geração de empregos, tornando-se uma das grandes atividades responsável pelo desenvolvimento local de muitas regiões brasileiras (TRENTIN; WESZ JUNIOR, 2013).

O Censo Agropecuário de 2006, realizado pelo IBGE, foi o primeiro a contar com dados estatísticos oficiais sobre agricultura familiar, sendo de extrema relevância para o setor, pois foi possível conhecer quantos são, onde estão, como e o que produzem os agricultores e agricultoras familiares no país. Os dados demonstram que o Brasil conta com aproximadamente 4,1 milhões de estabelecimentos rurais que desenvolvem agricultura familiar (cerca de 84,4%), envolvendo diretamente em torno de 25 milhões de pessoas. Em contrapartida, ocupam apenas 24,3% da área agrícola do país e movimentam cerca de 54 bilhões de reais (38% do valor bruto do setor) (IBGE, 2006).

Para Trentin & Wesz Junior (2013), o setor é responsável pela oferta de 70% dos produtos que compõe a cesta básica, ocupa 80% da mão-de-obra rural, responde por 40% do valor bruto da produção agropecuária nacional e obtém em média três vezes mais renda por hectare cultivado.

O perfil da agricultura familiar no Brasil é bastante diversificado, incluem famílias que vivem e exploram pequenas propriedades, muitos em condições de extrema pobreza, bem como produtores inseridos no agronegócio mais tecnificado, obtendo ganhos expressivos.

2.5 Importância do setor agroindustrial

A produção de grãos, frutas, vegetais, laticínios, carnes são extremamente importantes para a sobrevivência da população mundial, suprimindo suas necessidades nutricionais e fornecendo energia para o corpo desempenhar suas atividades diariamente. Contudo, é notório salientar que o crescimento populacional, aliado ao desenvolvimento econômico de alguns países, melhoria de renda tem aumentando significativamente a demanda por alimentos em escala global (VALIN et al., 2014).

Segundo dados da FAO (2011), o suprimento de alimentos triplicou desde a década de 1960. Tudo isso tem obrigado a indústria de alimentos a se expandir de forma expressiva, produzindo alimentos processados, de fácil e rápido preparo (SILVA; BAKER, 2009).

Além da demanda por alimentos, também existe a demanda por energia. Boa parte da produção agrícola é destinada para a produção de energia, a exemplo do milho, cana de açúcar, beterraba, mamona, que são destinados para produção de biocombustível. Nos Estados Unidos, a produção de milho, na safra 2015/2016, segundo a estimativa do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, corresponderá a aproximadamente 94% do total de grãos existentes no país, isto é, 345.075 toneladas. Desse total, cerca de 250.000 toneladas serão destinadas a produção de Etanol (USDA, 2015).

Nesse contexto, a agroindústria tem se destacado por produzir boa parte desses insumos. A agroindustrialização tem surgido como opção promissora no beneficiamento dos produtos agrícolas e, conseqüentemente, agregando valor a estes, além de absorver os trabalhadores rurais, permitindo-lhes incrementar sua renda (BORTOLUZZI, 2013).

2.6 Agroindústrias familiares

Para Wesz Junior & Trenti (2005), os proprietários das agroindústrias familiares são pequenos produtores rurais e são caracterizados pela verticalização da produção, onde são os próprios produtores que fazem o beneficiamento da matéria-prima. Os autores ainda destacam que as agroindústrias familiares também podem se organizar em pequenas cooperativas ou associações, otimizando espaço, diversificando e/ou ampliando sua produção.

Conforme Gazolla (2013), as agroindústrias familiares são caracterizadas, como o próprio nome sugere, pela forma familiar de gestão, mão-de-obra e produção; por ser de pequeno a médio porte, agregando valor às matérias-primas produzidas na própria comunidade ou em seu entorno, agregando valor econômico, tanto para a comunidade quanto para região, devido grande parte da produção seja destinada a mercados locais. As agroindústrias familiares possuem a capacidade de preservar a tradição alimentar de uma determinada região mediante produção de comidas típicas.

De acordo com Mior (2005), para ser denominada agroindústrias familiares estas devem estar localizada em meio rural, fazer uso de maquinários e equipamentos em escala menor, matéria-prima gerada na própria comunidade ou em sua vizinhança, utilização de mão-de-obra da própria família ou comunidade e utilizar meios de produção própria, geralmente propagada de forma empírica através das gerações.

Diante do exposto, a agroindústria adquire uma importância cada vez maior no processo de desenvolvimento de regiões semiáridas, pela possibilidade de gerar maior valor agregado à produção agropecuária no meio rural, além de reunir a economia do campo ao sistema industrial. Destacando também que essas empresas fixam a mão de obra no campo e incrementa o recolhimento de impostos nas pequenas cidades, além de diminuir a migração rural/urbana, principalmente dos jovens, pois prioriza a utilização de mão de obra do setor rural no industrial, evitando, dessa forma, a necessidade de ampliar-se a estrutura urbana. A agroindústria permite também obter parte da produção das propriedades agrícolas, reduzindo o excedente que não seria aproveitado sem a presença desse tipo de empresa (MORATO; TEIXEIRA, 2010).

2.7 O consumo de água e a geração de efluentes nas agroindústrias

A qualidade da água é um fator de suma importância para o setor, sendo motivo de preocupação por parte do Poder Público. No ano de 2011, o arcabouço legal passou por extensa revisão e ampliação, com novas abordagens, sendo publicada em 12 de dezembro, a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). Esta nova normativa dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, bem como seu padrão de potabilidade, revogando a Portaria nº 518, de 25 de março de 2004 (BRASIL, 2004).

A Portaria nº 368, de 4 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997) aprova o Regulamento Técnico sobre as condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Elaboradores/Industrializadores de Alimentos. Quanto à qualidade da água de abastecimento para a indústria de alimentos, este regulamento estabelece:

Deverá dispor de um abundante abastecimento de água potável, com pressão adequada e temperatura conveniente, um apropriado sistema de distribuição e adequada proteção contra a contaminação. Em caso de necessidade de armazenamento, dever-se-á dispor de instalações apropriadas e nas condições indicadas anteriormente. Neste caso, é imprescindível um controle frequente da potabilidade da referida água (BRASIL, 2004, p. 5).

Conforme destaca Lima e Cunha (2011), o consumo de água em agroindústrias depende do seu setor sendo que alguns consomem maiores quantidades que outros, conforme pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1. Consumo de água de acordo com o setor industrial

Segmento Industrial	Distribuição do Consumo de Água (%)		
	Resfriamento sem Contato	Processos e Atividades Afins	Uso Sanitário e Outros
Abatimento e limpeza de aves	12	77	12
Laticínios	53	27	19
Frutas e Vegetais	19	67	13
Açúcar de cana-de-açúcar	30	69	1

FONTE: FIESP/CIESP, 2009.

A quantidade de água e conseqüentemente dos efluentes gerados estão intimamente ligados ao tipo de produto a ser gerado, ao tipo de processo, da própria qualidade da água e das práticas de gestão adotadas (VOURCH et al., 2008).

A Resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011, que tem por função, estabelecer condições e padrões de lançamento de efluentes ao meio ambiente, em seu Art. 3º estabelece que:

Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

O lançamento de efluentes agroindustriais em corpos hídricos receptores deve atender aos padrões de lançamento estipulados por normas e regulamentações. Para isso, é necessário a adoção de procedimentos e tecnologias de controle efetivo para estes efluentes. As diferentes composições físicas, químicas e biológicas; a potencialidade de poluição e contaminação; ponto de desague de efluentes são indicativos preponderantes da necessidade de caracterizar, quantificar e tratar adequadamente os efluentes antes de dispor no meio ambiente (FARNEDA et al., 2007). Pelo fato de grande parte das agroindústrias familiares estarem localizadas em propriedades rurais, dividindo espaço com a criação de animais, a exemplo de bovinos, suínos e aves, pode vir a ocasionar contaminação das águas, pois, com o escoamento da água das chuvas, poderão levar consigo fezes e/ou urina destes animais, para o ponto de captação da água utilizada no processo produtivo (NAIME et al., 2009).

Segundo Furtado (2005), o reuso de água nos países desenvolvidos já é uma realidade. Porém, no Brasil, ainda encontra algumas dificuldades em virtude da falta de alternativas de tratamento que gerem efluentes com a qualidade dentro das normativas estabelecida para águas residuárias.

Para se ter uma ideia, nos Estados Unidos, aproximadamente 60% das indústrias possuem sistemas economicamente viáveis de reuso dos seus efluentes, reduzindo o consumo de água e conseqüentemente, reduzindo custos.

Sousa et al. (2006) ainda enfatizam que na Região Nordeste do Brasil, esta prática pode se tornar promissora no tocante a convivência com a seca.

Simões et al. (2013) apresentam algumas vantagens do reaproveito da água residuária para fins agrícolas que vai além da conservação das águas disponíveis. Estas águas, devido a sua carga orgânica e sendo devidamente tratada, é rica em

nutrientes, reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos, ocasionando redução de gastos e preservando o meio ambiente.

A Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, destaca que:

Considerando que o reuso de água se constitui prática de racionalização e de conservação de recursos hídricos, conforme princípios estabelecidos na Agenda 21, podendo tal prática ser utilizada como instrumento para regular a oferta e a demanda de recursos hídricos.

Segundo Ramjeawon (2000), o setor de alimentos ganha destaque pelo fato de consumir grande quantidade de água e, conseqüentemente, maior geração de efluentes por unidade produzida. Operações de limpeza de silos, tanques, pasteurizadores, homogeneizadores e tubulações geram um grande volume de efluente com uma elevada carga orgânica.

De acordo com Ramasamy e Abbase (2000), uma indústria de beneficiamento de leite possui uma exigência de água para lavagem e limpeza na ordem de 2 a 5 litros por litro de leite utilizado. Com isso, o volume de efluentes gerado é bastante elevado, possuindo uma elevada concentração de matéria biodegradável.

De acordo com Machado et al. (2002), a maior parte dos efluentes são oriundos de processos de lavagem e limpeza. Daufin (2001) complementa que estas operações consistem no enxágue e desinfecção dos recipientes de leite, tanques e tubulações, que tem finalidade de remover resíduos de leite e/ou qualquer corpo estranho ao processo de produção e, por fim, na lavagem de pisos, bancadas, paredes, etc. todas essas operações correspondem cerca de 50 a 95% do volume total de efluentes gerados.

2.8 Rio Piancó

O rio Piancó está inserido na bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu, situada no semiárido nordestino brasileiro. Nasce no município de Conceição, no sertão paraibano, dando origem ao Vale do Piancó, destacado na Figura 1.

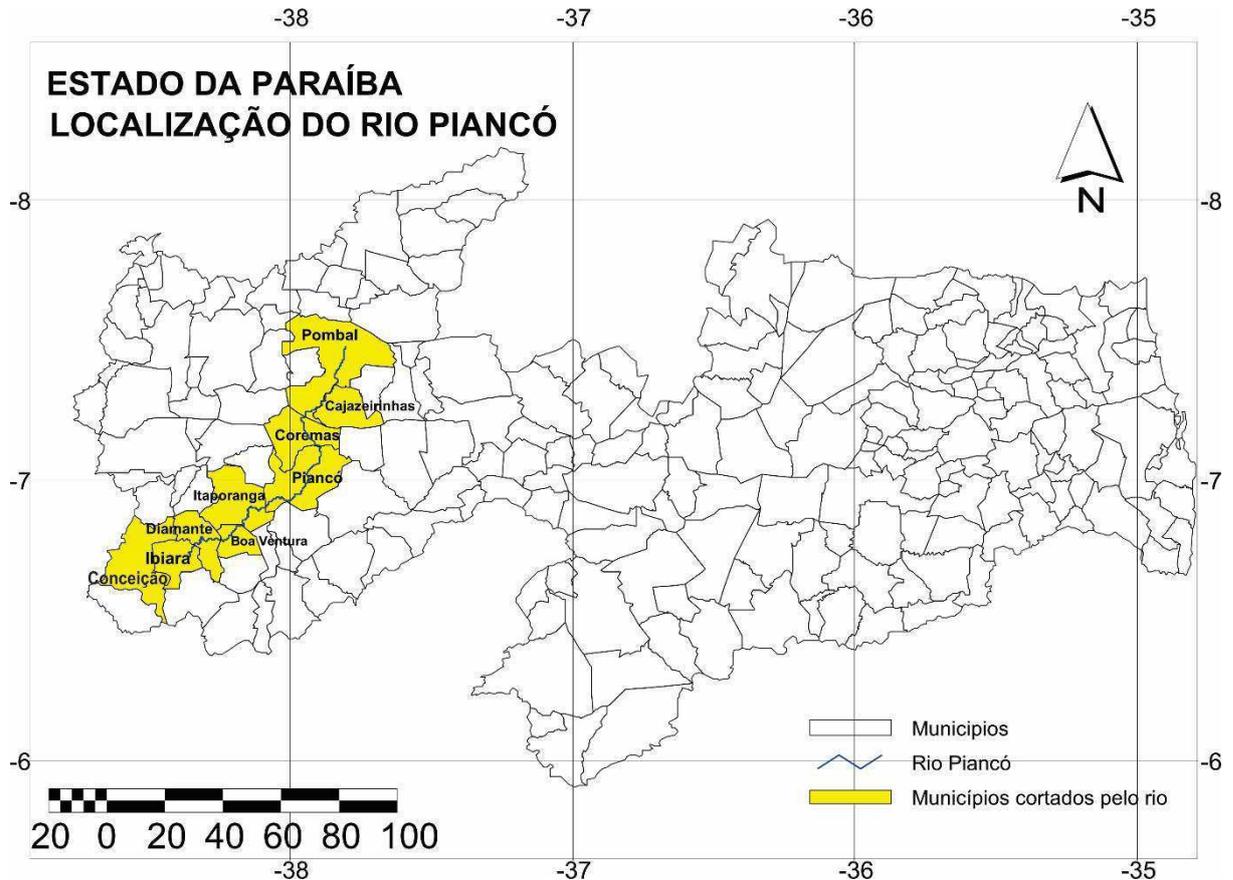


Figura 1. Mapa de localização do rio Piancó. Fonte: Própria.

A bacia hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu é de domínio Federal está localizada nos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. Possui uma área total de drenagem de 43.681,50 Km², sendo 26.183,00 Km² (cerca de 60% da área) no Estado da Paraíba, e o restante no Estado do Rio Grande do Norte (QUEIRÓZ et al., 2013).

A construção da Barragem Estevam Marinho, também conhecida por sistema Coremas-Mãe D'água, perenizou um determinado trecho do rio Piancó, fornecendo um fluxo contínuo. Deságua no Rio Piranhas até chegar na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, município de Açu, no vizinho Estado do Rio Grande do Norte (BRANCO; RAMOS, 2014). O início da construção da Barragem data do ano de 1939, sendo concluída três anos após, no ano de 1942 (DNOCS, 1942).

Segundo Lima (2004), os reservatórios foram construídos no intuito de perenizar os vales, controlar cheias, irrigação, piscicultura, abastecimento de água para as populações urbanas e geração de energia. O Sistema Coremas-Mãe D'Água possui uma capacidade para acumular 1.358.000.000 m³ de água. Esta bacia é a única no Estado da Paraíba com capacidade de geração de energia. Entretanto, esta geração não é suficiente para atender à crescente demanda local e regional.

2.9 Impactos negativos gerados pelo setor agroindustrial

Os empreendimentos agroindustriais constituem em uma importante fonte de geração de renda e desenvolvimento de uma determinada região, agregando valor aos produtos gerados. Entretanto, quando inexistente um sistema de gestão ambiental, esta pode provocar sérios danos ao meio ambiente, a exemplo do destino final dos efluentes e resíduos sólidos gerados durante a cadeia produtiva, podendo poluir e/ou contaminar rios, lagos, lençóis freáticos, solos e ar.

É importante salientar que a água constitui em um dos principais vetores de proliferação de microrganismos patogênicos, podendo contaminar suprimentos de água potável, para recreação, irrigação e criação de espécies aquáticas.

Nos últimos anos, de acordo com o IBGE (2012) apud Filho & Silva (2013), o Brasil vem apresentando constante crescimento na produção de leite, sendo que, em 20 anos, sua produção cresceu 103,1%. O IBGE (2015), apenas no 1º trimestre de 2015, afirma que a aquisição de leite por laticínios foi de 6,128 bilhões de litros. Entretanto, devem-se levar em consideração que esses números são os que foram contabilizados pela Inspeção Sanitária, visto que esses números podem aumentar em virtude de um número considerável de agroindústrias operarem na informalidade, principalmente as agroindústrias familiares.

Este empreendimento agroindustrial é responsável pela geração de elevados volumes de efluentes. Carvalho et al. (2013) afirmam que seus efluentes geralmente são compostos de leite (ou soro de leite) e água de limpeza dos utensílios, maquinários e instalações. Estes efluentes são caracterizados por alta concentração de material orgânico.

O volume de efluente gerado irá depender de alguns fatores, tal como, tipo de produto gerado, técnicas, processos e equipamentos usados na produção. Para fabricação do queijo tipo coalho, por exemplo, a cada 10 litros de leite utilizados, são gerados 9 litros de soro.

Janczukowicz et al. (2008) afirmam que todos os efluentes gerados no decorrer da cadeia produtiva podem ser tratados juntos, com exceção do soro de leite, devido a sua alta concentração orgânica e complexa biodegradação. Efluentes com elevada carga orgânica poderá causar inúmeros inconvenientes nos sistemas convencionais de tratamento de esgoto. A lactose e a gordura presente no efluente po-

dem ser consideradas uns dos maiores responsáveis pela elevação dos níveis de Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

Quanto ao pH, os efluentes oriundos de agroindústrias de laticínios apresentam valores que oscilam entre 3,3 a 9,0. O nitrogênio total oscila de 0,01 a 1,7 g.L⁻¹ e o fósforo atinge valores entre 0,006 a 0,5 g.L⁻¹. Valores elevados de nitrogênio e fósforo elevarão as chances de eutroficação de corpos hídricos. O nitrogênio amoniacal, em doses elevadas, apresentará efeito tóxico aos microrganismos aquáticos (CARVALHO et al., 2013).

2.9.1 Contaminantes emergentes

Para Picó e Barceló (2012), a avaliação de contaminantes emergentes em água é uma importante ferramenta para entender e quantificar os dados sofridos pelos organismos e suas comunidades. Lembrando que o homem, por ser o topo da cadeia alimentar, possui maiores chances de exposição a estes contaminantes, resultando em possíveis problemas de saúde.

Boxhall (2012) destaca que os contaminantes emergentes não são necessariamente novas substâncias, mas que tem estado presente no meio ambiente há bastante tempo, porém, apenas recentemente sua presença e significância estão sendo avaliados.

A United States Geological Survey (JONES-LEPP, 2015, p. 01) define contaminante emergente como:

[...] qualquer substância química sintética ou natural ou qualquer microrganismo que não é naturalmente encontrado no meio ambiente, porém grande potencial de se inserir neste, causando efeitos adversos e pondo em risco a saúde humana.

Szabó et al. (2012) citam que resíduos de algumas substâncias de origem farmacológica pode atingir mananciais hídricos, causando efeitos adversos em invertebrados. Boa parte destas substâncias chegam a estes mananciais mediante despejo de efluentes sem tratamento.

Baranowska & Kowalski (2012) destacam que fármacos são usados tanto em humanos quanto em animais e estão presentes nas águas devido ao fato de cerca

de 95% da dose aplicada serem excretados, principalmente pela urina e fezes e conseqüentemente podendo atingir a rede coletora de esgoto.

Radović et al. (2015) constataram a presença do componente Dipirona, bem como dos agrotóxicos dimetoato e atrazine nas águas do rio Danúbio, localizado na Sérvia, forte indicador do despejo de efluentes não tratados ao longo do referido rio.

Niel et al. (2013) também constataram a presença de vários contaminantes emergentes em águas residuárias no município de Montevideu, Uruguai, tais como cafeína, nicotina, paraxanthine, teobromina, carbamazepina, ibuprofeno e acetaminofeno. Os mesmos autores afirmam que o tratamento convencional não é eficiente para a remoção desse grupo de contaminantes, além de verificar que os níveis de contaminantes emergentes encontrados em águas residuais tratadas foram maiores quanto comparados as amostras que não receberam tratamento, provavelmente, em virtude da liberação destes dos sólidos suspensos presentes na água.

Yal et al. (2015) destacam a presença de antibióticos em águas, oriundos principalmente de fezes e urina animal, tais como macrolídeos, tetraciclina, fluoroquinolonas e sulfonamidas. Essas substâncias podem ser lixiviadas e/ou percoladas e atingirem mananciais hídricos. Os autores ainda destacam que a presença de baixas concentrações de determinados antibióticos na natureza poderá acarretar a proliferação de bactérias resistentes, elevando os riscos de contaminação em humanos e animais.

Yal et al. (2015) ainda salientam que grande parte dos antibióticos foram encontrados em águas superficiais, sendo observado em baixas concentrações em águas subterrâneas. Também foram detectadas altas concentrações de antibióticos em efluentes suínos. Um fato que merece destaque é a alta interação das águas subterrâneas e superficiais durante o período chuvoso, que elevam a concentração dessas substâncias nos lençóis freáticos.

Rebello et al. (2014) afirmam que em águas superficiais localizados no Rio de Janeiro, a bactéria *Escherichia coli* apresentou resistência a uma gama de antibióticos (amicacina; cefalotina; gentamicina; nitrofurantoina; ampicilina; cefoxitina; cefepima; trimetoprim; ciprofloxacina; norfloxacina; sulphazotrim), dificultando o processo de tratamento e elevando as chances de proliferação de patogenicidades na comunidade local.

Conforme Huang et al. (2013), boa parte dos antibióticos são eliminados nas fezes e o uso de esterco ou águas residuais para auxiliar na manutenção da fertili-

dade do solo podem aumentar a concentração destas substâncias. Antibióticos como a tetraciclina e quinolonas são capazes de adsorver fortemente nas partículas do solo e ser resistentes à biodegradação. Huang et al. (2013) afirmam que tetraciclina e quinolonas podem ser encontrados a uma profundidade de 60 a 80 cm, em outras palavras, parte dos antibióticos estão migrando da superfície para o subsolo.

Karas et al. (2015) citam que diversos empreendimentos agroindustriais realizam tratamento pós-colheitas nos frutos com fungicidas ou antioxidantes a fim de evitar perdas no processo de transporte e aumentar a vida útil de prateleira. Santiago et al. (2011) especificam que este pós-tratamento consiste na dupla ou tripla lavagem no intuito de remover partículas maiores e qualquer resíduo oriundo do cultivo e colheita. Fungicidas a base Tiabendazol e Imazalil tem sido utilizado para combate de possíveis doenças que venham a afetar o fruto. Santiago et al. (2011) ainda salientam que em uma produção ente 10 a 60 toneladas de banana são necessários de 10.000 litros de água no processo de tratamento pós-colheita, conseqüentemente gerando altos volumes de efluentes com concentrações na ordem de 10 a 15 mg.L⁻¹ de Imazalil e 25 a 30 mg.L⁻¹ de tiabendazol. Segundo Karas et al. (2015), o tratamento convencional não é eficiente para remoção tanto do Imazalil quanto do tiabendazol.

Brandão et al. (2013) ressaltam que os contaminantes emergentes na qual são substâncias químicas pouco conhecidas que estão contidas em diversas classes como os fármacos, produtos de beleza, produtos químicos industriais; hormônios, esteroides; fungicidas e pesticidas, em que as mesmas, inseridas nos recursos hídricos, podem obter um potencial poluidor devido a alteração nos índices de qualidade da água associando assim a saúde humana e animal, interferindo no funcionamento do sistema hormonal, indução a patologia e vulnerabilidade a tipos de câncer.

Sorensen et al. (2015) constataram a presença das substâncias triclosan, Trihalometanos, herbicidas, inseticidas e solventes clorados em fontes de águas subterrâneas na região de Kabwe na Zâmbia. Os autores aliam este fato à falta de saneamento e a disposição inadequada de resíduos sólidos.

Cai et al. (2011) destacam a presença de interferentes endócrinos e andrógenos em corpos hídricos. Tais substâncias são capazes de causar um desequilíbrio hormonal nos seres vivos existentes em determinado ecossistema, a exemplo de feminilidade em peixes. Damstra et al. (2002) salientam que o sistema endócrino desempenha um papel indispensável para o metabolismo humano e animal, regu-

lando funções como processos anatômicos, nutricionais, comportamentais e reprodutivos. Johnson et al. (2006) relacionam o aumento da concentração de estrogênio em águas superficiais ao despejo de efluentes e que não se deve ignorar o potencial tóxico do estrogênio e seus efeitos adversos.

2.9.2 Presença de espécies fitoplanctônicas

O teor de matéria orgânica elevado em um determinado corpo hídrico poderá intensificar um fenômeno denominado eutrofização, que consiste no aumento da concentração de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo.

Segundo Macedo e Sipaúba-Tavares (2010), a eutrofização pode ocorrer de forma natural, porém lenta, em virtude da lixiviação de nutrientes que acabam aportando em corpos hídricos. Também pode ocorrer de forma artificial ou antrópica, isto é, quando induzida pelo homem através de ações como despejo de efluentes sem tratamento em corpos hídricos e práticas agrícolas inadequadas.

Com essa quantidade de nutrientes presentes na água se torna um ambiente favorável para o desenvolvimento de determinadas espécies fitoplanctônicas, a exemplo das cianobactérias e microalgas (BATISTA et al., 2013).

Rosa et al. (2014, p. 1) caracterizam cianobactérias como seres “procariontes fotossintéticos cujas estratégias morfofuncionais permitem seu amplo desenvolvimento no fitoplâncton e perifiton de ambientes aquáticos”. Em virtude do potencial tóxico de algumas espécies se torna um parâmetro importante na determinação da qualidade da água.

Vasconcelos et al. (2011) destacam que as florações de cianobactérias ocorrem com frequência e é um grande problema nas bacias hidrográficas do Estado da Paraíba, seja em águas destinadas ao abastecimento público ou na recreação. Podendo vir a ocasionar ao ser humano uma possível exposição à ingestão das cianotoxinas na água distribuída, ou ainda intoxicação por consumo de organismos aquáticos, já que microcistinas podem se acumular nos músculos dos peixes. A partir dos corpos d’água monitorados por tal pesquisa, foi possível observar que as cianobactérias foram favorecidas pelo elevado grau de eutrofização, indicados pelo monitoramento do fósforo total e do nitrogênio inorgânico total. Concluindo que, para controlar essas florações necessitaria medidas eficazes de remediação desta problemática.

Em contrapartida, Jardim et al. (2013) enfatizam que ficou evidenciado que as florações de cianobactérias em ecossistemas aquáticos lóticos, no Rio Doce-MG, foram diretamente coordenadas pelo regime hídrico, isto é, na estação seca e fria, onde há uma redução da vazão na água do rio, essas florações apresentaram-se muito mais densas. E com tal pesquisa, também foi observado indícios de uma crescente contribuição de nitratos e de coliformes termotolerantes na água do rio, nos anos de 2010 a 2012, mesmo que as florações de cianobactérias na água do rio Doce dependam muito da extensão do período estival na bacia e sejam sazonais.

Vasconcelos et al. (2011) relacionam o aumento de turbidez da água a quantidade de resíduos sólidos e líquidos lançados nos corpos hídricos, fatos estes que se agrava nos períodos chuvosos, em virtude destes poluentes serem lixiviados até rios e lagos.

Feitosa et al. (2014) destacam alguns parâmetros que são essenciais na qualidade da água, como a temperatura que atua nas variáveis físicas e químicas, enquanto que a elevação da turbidez causa deficiência nas plantas submersas e nas cianofíceas no processo de fotossíntese. Quanto ao fósforo total, está totalmente associado a eutrofização das águas, sendo suas principais fontes os esgotos sanitários e efluentes industriais.

O manejo inadequado dos solos tem sido um fator que agrava a problemática da disponibilidade e qualidade das águas, contribuindo para desertificação, erosão e assoreamento dos corpos hídricos. Em virtude disso, Aguiar Neto et al. (2013) afirmam que o gerenciamento ambiental é um processo de fundamental importância para o desenvolvimento de uma região, incluindo as agroindústrias.

2.9.3 Presença de metais pesados

Outro fator preocupante é a presença de metais pesados em água. Quantidades significativas são despejadas em rios e lagos diariamente, podendo se acumular na biota aquática e causar sérios danos ao meio. Os metais pesados possuem efeito bioacumulativo e se propagam no meio ambiente e na cadeia alimentar, podendo atingir concentrações tóxicas, elevando as chances de morte dos organismos que fazem uso dessas águas (YI et al., 2011).

Bianchi et al. (2011) afirmam que organismos expostos a diferentes concentrações de metais pesados poderá ocasionar mutações, câncer e até mortes. Os

autores encontraram altos valores de chumbo (Pb), níquel (Ni), cobre (Cu), cromo (Cr) e manganês (Mn) em diferentes locais e períodos, relacionando os despejos agroindustriais do setor sucroalcooleira presente na região de São Carlos, Estado de São Paulo.

Yi et al. (2011) constataram a presença de mercúrio (Hg), cádmio (Cd) e arsênio (As), nas águas do rio Yangtze, localizado na China, que juntamente com o chumbo (Pb) são os mais importantes pelo risco que podem ocasionar a saúde humana e animal.

Nasehi et al. (2013) destacam que uso excessivo de defensivos agrícolas tem causado a elevação nas concentrações de metais pesados, como o cobre (Cu). Ineficiência na prática de irrigação e precipitações pluviométricas tem lixiviado uma quantidade expressiva de defensivos químicos para corpos hídricos. Com isso, se faz necessário a adoção de práticas que visem diminuir o uso desses defensivos, além do manejo adequado dos mesmos. Práticas como adubação verde (ROSA et al., 2015), plantio direto (CUNHA et al., 2015; COSTA et al., 2012), rotação de culturas (MELO, 2015) são alternativas que podem se tornar viáveis e ecologicamente corretos.

Os efluentes gerados pela agroindústria suína também possuem elevado potencial poluidor. Amaral et al. (2014) afirmam que efluentes suínos possuem altas concentrações de metais pesados, principalmente cobre (Cu) e zinco (Zn), causando sérios danos ao meio ambiente se lançado sem seu devido tratamento. Além disso, grande parte dos metais pesados não são biodisponíveis para os microrganismos anaeróbios.

2.9.4 Parâmetros físico-químicos

No tocante a agroindústria de carcinicultura, Figueiredo et al. (2005) afirmam que os efluentes contínuos e da despesca tem contribuído para elevar os índices de pH, turbidez, sólidos suspensos totais (SST), condutividade elétrica (CE), fósforo (PT) total, clorofila *a*, DBO, amônia total e alcalinidade total no corpo hídrico receptor. Sendo que SST, PT, amônia total, clorofila *a* e DBO, agravado pela elevada vazão durante a despesca, possuem alto potencial poluidor para os corpos hídricos superficiais, podendo levar a eutroficação e assoreamento principalmente durante o período de estiagem.

No tocante a agroindústrias de abate bovino, Santos et al. (2015), afirmam que o destino incorreto dos efluentes tem ocasionado diversos transtornos à população em virtude dos odores gerados, causando detrimento na imagem da empresa.

Segundo Hoshino et al. (2014), avaliando o potencial poluidor da agroindústria pesqueira de médio porte localizada na região Amazônica no período de um ano, na qual verificaram que os efluentes gerados pela mesma não causaram alterações nos parâmetros analisados que foram pH, temperatura, condutividade elétrica, cloreto, cor, turbidez, e sólidos em suspensão do rio Caeté, provavelmente pela expressiva quantidade de água que existem nos rios da região Norte do país.

Em contrapartida, Lins et al. (2012), avaliando o efeito da piscicultura sobre os parâmetros físico-químicos e biológicos em reservatórios situados no semiárido nordestino brasileiro, revelaram altos teores de nutrientes e clorofila *a*, macronutrientes e biomassa fitoplantônica, oriundos da piscicultura intensiva em tanques-rede causando impactos eutrofizantes nestes ambientes aquáticos.

2.9.5 Aspectos microbiológicos

Rusiñol et al. (2013) salientam que criações de ovinos, bovinos, aves e suínos, por meio dos dejetos gerados, se constitui em um importante mecanismo de contaminação microbiológica em águas, colheitas e alimentos, lançando altas concentrações de patógenos no meio ambiente. Os referidos autores constataram a presença de polyomavirus, oriundos da urina dos ovinos, em efluentes agroindustriais e em rios próximos. Calgua et al. (2013) destacam que o tratamento convencional é insuficiente para eliminar patógenos de origem viral.

Segundo Diallo et al. (2013), os efluentes oriundos de abatedouros também apresentam elevadas concentrações de organismos microbiológicos, em especial dos coliformes termotolerantes. Para Wu et al. (2011), a presença da bactéria *Escherichia coli* geralmente está relacionada a enfermidades gastrointestinais. Diallo et al. (2013) afirmam que algumas cepas podem resistir por mais tempo no ambiente, elevando as chances de contaminação em organismos humanos e animais.

Carlos et al. (2011) enfatizam que águas contaminadas com material fecal de ovinos, caprinos e bovinos elevam consideravelmente as chances de ocorrência da bactéria entérica *Escherichia coli*, ressaltando a importância de identificar a origem desta contaminação fecal para seleção do método mais adequado para tratamento,

minimizando os riscos de contaminação do ecossistema. Para Orsi et al. (2007), na região sudeste, a primavera é o período que oferece melhores condições para disseminação deste tipo de patógeno, necessitando de maior atenção.

Lanata et al. (2013) afirmam que Rotavirus, calicivirus, *Escherichia coli* enteropatógena e enterotoxigênico tem sido responsável por mais da metade das mortes por diarreia em crianças menores de cinco anos no mundo.

Keller et al. (2013) constataram que as águas da baía de Vitória, Estado do Espírito Santo, estão seriamente impactadas pela presença da bactéria *Escherichia coli*, ocasionado principalmente pelo despejo de efluente não tratado. Em virtude disso, os pescados oriundos desta localidade apresentam sérios riscos de contaminação. A pesca de mariscos tem sido considerada uma das principais atividades da região, com implicações econômicas e sociais.

Silva et al. (2014), analisando as águas do Ribeirão das Antas, constataram a presença da bactéria *Escherichia coli*, bem como, altos níveis de bactérias heterotróficas e elevado número de coliformes tanto totais quanto termotolerantes, presentes nas águas do referido rio. Os autores sugerem a implantação de sistemas de tratamento não apenas nas cidades, mas também em alguns bairros ou comunidades rurais que gerem quantidades significantes de efluentes. A remoção dessas bactérias pode ser complementada pela adição de algum componente químico ou aplicação de luz UV.

Porcy et al. (2013) relacionam a ocorrência de diarreia infantil, em uma área alagada de Macapá – AP, a presença da bactéria *Escherichia coli*, e concatena com a falta de saneamento básico existente na região onde as instalações sanitárias são inadequadas aliada a falta de hábitos higiênicos, como o simples ato de lavar as mãos.

Andrade et al. (2011) verificaram que as águas do rio Piancó, município de Pombal, Estado da Paraíba, tem sofrido sérios impactos em decorrência dos efluentes lançados sem o tratamento correto, constatando a presença da bactéria *Escherichia coli* nos pontos estudados.

Andrade et al. (2015) afirmam que as águas do rio Piancó em Pombal-PB se constituem em um fator de risco à saúde humana, em decorrência dos grupos de microrganismos encontrados, a exemplo da *Escherichia coli* e *Vibrio cholerae* que podem causar sérias doenças. Os autores sugerem a realização de ações preventi-

vas no intuito de esclarecer a população local sobre os riscos à saúde que a presença de efluentes nas águas do referido rio poderá ocasionar.

2.10 Medidas mitigadoras dos impactos ambientais gerados pelo setor agroindustrial

A busca de soluções para mitigação dos problemas ambientais gerado pelo uso dos recursos naturais existentes ocorre em diversas áreas e com a agroindústria não seria diferente. O setor agroindustrial consiste em uma importante fonte de geração de renda e de agregar valor à produção local, incentivando ao produtor rural permanecer no campo. Todavia, este setor tem gerado sérios impactos negativos ao meio ambiente, conforme destacado anteriormente.

Kubota & da Rosa (2013) salientam que a Produção Limpa é uma importante ferramenta que tem promovido o desenvolvimento sustentável e que deve ser adotado desde o início da produção.

Segundo Hinz et al. (2006) a Produção Limpa é uma estratégia que possui procedimentos simples e econômicos aplicada na indústria desde a produção até os produtos gerados cujo o objetivo é de economizar e maximizar a eficiência do uso de energia, matérias-primas e água, minimizando assim os resíduos gerados e os reaproveitando. Com isso, a produção limpa tem como objetivo uma fabricação melhor, com aumento na produtividade através de ações e tecnologias ecologicamente corretas na qual ocorre um uso mais racional dos recursos.

Cunha et al. (2011) demonstraram que a produção limpa através da reutilização da água, coleta seletiva, reciclagem e tratamento de efluentes são métodos bastante eficientes para que as agroindústrias familiares alcancem o desenvolvimento sustentável diminuindo assim os impactos sofridos pelo o meio ambiente. No entanto, avaliou-se que, de uma maneira geral, as agroindústrias no município de Francisco Beltrão-PR, possuem um forte desconhecimento sobre a gestão ambiental relacionada a produção limpa, na qual não adotam as tecnologias limpas por acharem que possuem um custo elevado.

A seguir serão destacadas algumas ações que visam tratar e mitigar os efeitos que os efluentes poderiam causar se lançados incorretamente no meio ambiente.

2.10.1 Tratamento de efluentes agroindustriais

A Resolução CONAMA nº 410, de 13 de maio de 2011, estabelece que no Art. 3º que “os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução”.

A partir desta premissa torna-se necessário a adoção de técnicas que visem o tratamento do efluente gerado no processo agroindustrial para posterior lançamento no corpo hídrico ou sua reutilização. Vários trabalhos (STHIANNOPKAO & SREESAI, 2009; KHAN et al., 2009; BARANOWSKA; KOWALSKI, 2012; RADOVIĆ et al., 2015) destacam que o método convencional de tratamento não é totalmente eficiente, principalmente no tocante a remoção de metais pesados e contaminantes emergentes.

Sendo assim, Rehman et al. (2008) avaliaram a eficiência do protozoário *Euplotes mutabilis* na diminuição da concentração de metais pesados em água. Os protozoários são conhecidos por absorver elevadas concentrações de metais pesados existentes em um determinado meio. Em virtude disso, são utilizados para remover concentrações em efluentes domésticos e industriais. Rehman et al. (2008) recomenda o uso do *Euplotes mutabilis* no tratamento destes efluentes.

Jain et al. (2014) também fizeram uso de microrganismos no auxílio no tratamento de águas residuárias, utilizando estirpes de bactérias alcalifílicas para neutralização biológica e adsorção de corantes em efluentes oriundos da agroindústria têxtil. Os autores verificaram que a estirpe *Enterococcus faecalis* se mostrou eficiente por apresentar tolerância a elevadas faixas de pH e conseguir neutralizar em apenas duas horas. Resíduos da produção de *Madhuca indica* (espécie vegetal amplamente encontrada na região Central e Norte da Índia) e do bagaço da cana de açúcar, além de dá suporte ao crescimento da bactéria, absorvem consideráveis concentrações de corantes presentes nos efluentes.

Martins et al. (2013) recomendam o uso da Mamona (*Ricinus communis* L.), seca, triturada e peneirada, na remoção de metais pesados em água com destaque para o cádmio (Cd) e o chumbo (Pb).

Sthiannopkao & Sreesai (2009) utilizaram resíduos da indústria de papéis e celulose para remoção de metais pesados. A utilização de cinzas da caldeira, preparado com lama de cal se mostrou eficiente na remoção de cromo (Cr), cobre (Cu),

chumbo (Pb) e zinco (Zn). A lama de cal é rica em carbonato de cálcio que, associado aos sais presentes nas cinzas das caldeiras, interagem com os metais pesados, auxiliando no processo de precipitação. Outro fator positivo diz respeito à geração do lodo oriundo da lama de cal, apresenta mais estável e de mais fácil degradação.

Para Khan et al. (2009), o uso de espécies vegetais nas lagoas de tratamento tem apresentados resultados satisfatórios para tratamento de águas residuárias com altas concentrações de metais pesados, possui elevada relação custo-benefício e consiste em prática sustentável. Foram usadas espécies da flora local, tais como taboa (*Typha latifolia*), Gramas (*Scirpus cypernius*; *Carex aquatilis*), Juncos (*Phragmites australis*; *Juncus articulatus*), dentre outras. A técnica mostrou eficiente na remoção de metais pesados na ordem de Cd > Cr > Fe > Pb > Cu > Ni. Quanto às espécies vegetais presentes, os autores destacam maior eficiência na remoção de metais pesados em *T. latifolia*, *P. stratiotes*, *P. australis*, *C. aquatilis* e *A. plantago-aquatica*. Huang et al. (2015), também verificou a eficiência deste tipo de lagoa na remoção de antibióticos no tratamento de efluentes suínos.

Outras formas de tratamento para tal problemática diz respeito a utilização da casca da banana que é um subproduto agroindustrial, o que gera uma reutilização de resíduos que poderiam ser descartados na natureza, utilizados na solução de problemas gerados por indústrias ou agroindústrias. A casca da banana demonstrou ser um bom adsorvente natural para o íon metálico investigado (Pb) com ótima capacidade de remoção do metal, se mostrando atrativo por sua facilidade de manuseio, baixo custo e seletividade. Portanto, este biossorvente pode ser utilizado como material alternativo (MARTINS et al., 2015).

De acordo com Mendonça et al. (2015), o tratamento de efluentes de laticínios por meio de Sistemas Alagados Construídos (SACs), obteve resultados satisfatórios na redução da demanda bioquímica de oxigênio e regulação da faixa de pH. Sendo que esses Sistemas alagados consistem em tanques com capacidade de 100 litros, utilizando brita nº 0 em três dos SACs e brita nº 0 e areia em outros três, na proporção de 80% brita e 20% areia.

2.10.2 Reuso de água na agricultura

O reuso dos efluentes, após seu devido tratamento, tem sido diversamente empregado em vários países para os mais variados fins, como a irrigação de parques, fontes decorativas, irrigação de culturas comerciais e recarga de aquíferos.

A UNEP (2015) afirma que apenas 20% dos efluentes gerados no planeta recebem seu devido tratamento antes de sua deposição no meio ambiente. Estes efluentes não tratados, na maioria das vezes, atingem os suprimentos de águas, como rios, lagos e lençol freático, comprometendo a saúde humana e animal que utilizam destas águas.

Cheng et al. (2014) salientam que a poluição por metais pesados tem se tornado um problema mundial, destacando também, os países desenvolvidos. Os referidos autores citam, como uma das principais causas desta poluição, o despejo de efluentes não tratados em rios e lagos, em especial do elemento cobre (Cu), em virtude da aplicação de sulfato de cobre para inibir o florescimento de algumas algas, bem como, sua presença na formulação de rações. O excesso deste elemento é tóxico para vários organismos aquáticos, afetando funções físicas e biológicas a nível molecular e celular.

Uma das formas de reduzir os efluentes lançados nos corpos hídricos é a prática do reuso. Avaliando o reuso de efluente agroindustrial, tratado com lodo ativado, para irrigação da cultura do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), Gatta et al. (2014) afirmam que não houveram diferenças significativas na qualidade e quantidade da produção comparado a irrigação com águas oriundas de fontes naturais.

Nesta mesma perspectiva, Cirelli et al. (2012) afirmam que o reuso de água na agricultura tem se mostrado como um meio eficiente para mitigar os efeitos da escassez hídrica. Para os referidos autores, o fator limitante foi o parâmetro microbiológico, com limites superiores a legislação local, que pode ser amenizado adotando outras medidas de controle. Outro fator limitante observado foi o comprometimento das condições do sistema de irrigação.

Cirelli et al. (2012) constataram que o uso de águas residuárias resultou em um aumento de 20% da produtividade do tomate em comparação com a água convencional, fato este que pode estar relacionado a presença de macro e micronutrientes neste efluente. Entretanto, não obteve o mesmo resultado para a cultura da be-

rinjela, reduzindo em 22% sua produção em virtude da alta sensibilidade que esta cultura possui a alta concentração de carbonato de cálcio e elevado pH.

Carvalho et al. (2012) destacam que o efluente oriundo de agroindústrias queijeiras apresenta elevadas concentrações de nitrogênio, cálcio, magnésio, potássio, fósforo e matéria orgânica. Entretanto, a alta concentração de sais, oriundos do processo de salga, tem inviabilizado seu uso na agricultura.

Pereira et al. (2011) avaliaram o efeito do uso de águas residuárias tratadas para irrigação em citros. Verificou que a concentração de macronutrientes nas águas residuárias foi maior que os micronutrientes, entretanto a influência dos micronutrientes foi maior, seguindo a ordem: $B > Zn > Mn = Ca > Cu > Mg > P > K$. As concentrações de P, Ca, e K se aproximaram a níveis ótimos, todavia, alguns micronutrientes podem estar em excesso, a exemplo do Mn, Zn, Cu e B, necessitando constante monitoramento.

Em contrapartida, Rusan et al. (2007) afirmam que a prática contínua de irrigação com efluentes poderá acarretar alguns efeitos adversos, tais como acumulação de sais e de metais pesados para além dos níveis de tolerância das culturas. Mas, assim como Pereira et al. (2011), Rusan et al. (2007) afirmam que, mediante manejo adequado, pode-se obter excelentes resultados com o reuso de efluentes para irrigação, em virtude alta concentração de matéria orgânica.

Xu et al. (2010) destacam a importância do reuso para as regiões áridas e semiáridas do planeta tanto por mitigar os efeitos da escassez de chuvas quanto para reposição de nutrientes ao solo, ressaltando a importância de realizar uma avaliação prévia para uma aplicação segura e responsável.

2.10.3 Reuso do soro de leite das agroindústrias de laticínios

O soro de leite é o efluente com maior potencial poluidor ao meio ambiente, tanto pela elevada carga orgânica quanto pelo volume gerado. Para efeitos de comparação, a carga orgânica do soro de leite é 100 vezes maior que o efluente doméstico comum (CARVALHO et al., 2013).

Diante desta problemática, diversas pesquisas estão sendo realizadas no intuito de reaproveitar o soro de leite como matéria-prima para outros subprodutos. Rohlfs et al. (2014) incluíram o soro de leite na formulação de sorvetes, balas duras, apesuntado e pães e esta inclusão não alterou as características visuais dos

produtos citados. Os sorvetes não perderam a elasticidade e a cremosidade e não houve alteração na fatiabilidade e textura do apesuntado e chegando a melhorar a textura e a consistência da casca em pães.

Serpa et al. (2009) destacam como medida mitigadora a reutilização do soro de leite como matéria prima para a fabricação de bebida láctea. O soro, quando pasteurizado a 90°C, pode ser fermentado com *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*. Sendo o produto final destinado ao consumo humano através da comercialização de bebida láctea. Com isso, é possível reduzir a produção de resíduos diretos, além de agregar valor ao soro de leite, usualmente descartado nas agroindústrias de queijo.

Entretanto, Marquardt et al. (2011) relatam que a principal dificuldade apresentada quanto a utilização do soro de leite é o fato de ser visto como resíduo e não como matéria-prima, por isso não há uma preocupação em conservá-lo adequadamente em temperatura controlada visando garantir sua qualidade.

Barbosa et al. (2014) citam a utilização do soro de leite como insumo na produção de probióticos de *Lactobacillus acidophilus*.

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área de estudo

O trabalho foi realizado nas agroindústrias familiares localizadas às proximidades do trecho perenizado do rio Piancó no município de Pombal-PB, destacado na Figura 2, durante o período de maio de 2014 a novembro de 2015.

Na cidade de Pombal-PB, o referido rio une-se com outro denominado rio Piranhas, passando a ser chamado como tal. O município de Pombal-PB situa-se a 06°45' de latitude sul e 37°48' de longitude oeste e uma altitude de 175 m.

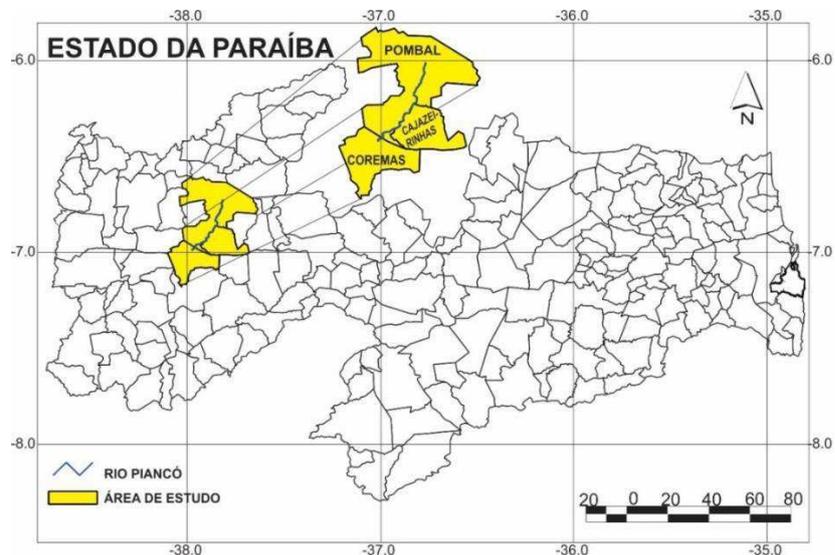


Figura 2. Mapa da localização do trecho perenizado do rio Piancó. Fonte: Própria.

O município está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, que representa a paisagem típica do semiárido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas. Elevações residuais, cristas e/ou outeiros pontuam a linha do horizonte. Esses relevos isolados testemunham os ciclos intensos de erosão que atingiram grande parte do sertão nordestino (BELTRÃO, 2005). O clima é o Aw', segundo a classificação de Köppen, semiárido, com chuvas de verão e outono e a precipitação pluviométrica média anual de 800 mm, com variabilidade intra-anual, sendo os meses de fevereiro, março e abril os que mais chovem, concentrando 60 a 80% do total da precipitação anual. Possui temperaturas médias mensais variando de 23,40 a 27,90°C; com máximas

mensais de 35,70°C em dezembro, e mínimas de 19,30°C, em julho e agosto (MOURA, 2007).

Entretanto, os últimos anos, a região semiárida tem enfrentado uma grave crise hídrica em virtude da diminuição da precipitação, que vem comprometendo os níveis dos reservatórios e a vazão dos rios desta região. Segundo dados da EMATER-PB, no ano de 2012 choveu apenas 278,9 mm. O pior cenário se dá no segundo semestre de cada ano, onde a precipitação tem sido insignificante, conforme descrito na Figura 3.

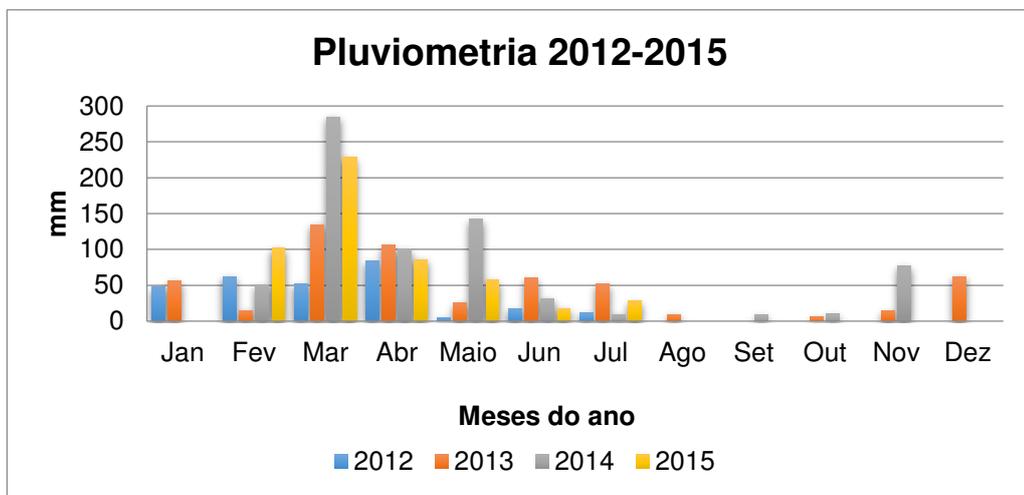


Figura 3. Registro pluviométrico de 2012 a 2015 em Pombal-PB. Fonte: EMATER (2015).

Ao analisar a precipitação pluviométrica do município de Pombal apenas no ano de 2015 é possível observar uma maior concentração de chuvas no período de março e desde o mês de julho não tem chovido na região, como mostra a Figura 4.

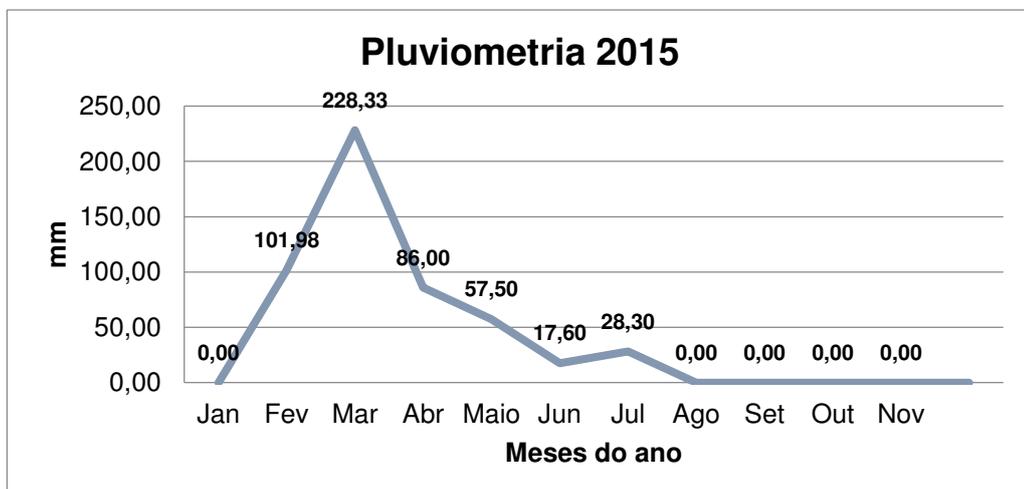


Figura 4. Registro pluviométrico de 2015 em Pombal-PB. Fonte: EMATER (2015).

3.2 Tipo da pesquisa

A referida pesquisa foi de caráter exploratória, pois teve o objetivo de aprofundar o conhecimento em relação a problemática local e criar meios para mitigá-lo. Quanto à abordagem, se deu de forma qualitativa, procurando expor detalhadamente, as características socioeconômicas e ambientais da área de estudo (GIL, 2005), no intuito de descrever as qualidades de um determinado fenômeno, levando em consideração seus valores culturais facilitando a formulação de políticas públicas e sociais (CODATO, 2005).

Como revisão literária foram utilizados artigos científicos de bases conceituadas, livros, teses, dissertações, boletins técnicos relativos ao tema em questão.

3.3 Obtenção dos dados

Para a identificação das atividades potencialmente contaminantes foram coletadas informações necessárias junto a EMATER sobre a existência de agroindústrias próximas das margens do rio Piancó que possam a vim contribuir para o detrimen- to da qualidade da água do trecho estudado.

Após a identificação das agroindústrias foram realizadas visitas *in loco*. De posse destas informações, foram realizados levantamentos de campo para verificar as atividades potencialmente contaminantes desenvolvidas ao longo do trecho estudado, classificando, baseado em Hirata (2000), entre pontuais, lineares e difusas.

Nas visitas foram realizadas observações visuais da área de produção agroindustrial (Apêndice I). Também foi aplicado questionário com o responsável pela produção (Apêndice II) e foi descrito o fluxograma da cadeia produtiva dos produtos gerados (Apêndice III). Antes da aplicação do questionário, os entrevistados foram informados sobre o objetivo do estudo, resguardando o direito dos mesmos em não participarem.

Em seguida foram realizadas coletas de água tanto a montante quando a jusante das agroindústrias e enviadas para o Laboratório de Análise de Água da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, no intuito de verificar a qualidade físico-química e microbiológica da água de cada ponto estudado.

Os parâmetros físico-químicos avaliados nos efluentes e na água do rio foram: Temperatura, Cor Aparente e Verdadeira, Turbidez, pH, Nitrogênio Orgânico

(N-org), Fósforo (P), Potássio (K), Sódio (Na), Sólidos Sedimentáveis (SS), Sólidos Totais (ST), Sólidos Totais Fixos (STF), Sólidos Totais Voláteis (STV), Condutividade Elétrica (CE), Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO). Os parâmetros microbiológicos avaliados nos efluentes e na água do rio foram: Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes e *Escherichia coli*. As metodologias adotadas estão sintetizadas na Tabela 2.

Tabela 2. Identificação da metodologia utilizada para análise das águas.

Parâmetro	Método
Temperatura	Leitura direta – Hanna HL 9869
Cor Aparente	Leitura direta
Verdadeira	Leitura direta
Turbidez	Leitura direta – Policontrol AP2000
pH	Leitura direta - Hanna HL 9869
Nitrogênio Orgânico (N-org)	Método Semimicro Kjeldahl ABNT NBR 13796
Fósforo (P)	Método do ácido ascórbico (Espectrofotômetro)
Potássio (K)	Método da espectrofotometria por emissão em chama
Sódio (Na)	Método da espectrofotometria por emissão em chama
Sólidos Sedimentáveis (SS)	Cone de Imhoff
Sólidos Totais (ST)	SABESP NTS 013
Sólidos Totais Fixos (STF)	SABESP NTS 013
Sólidos Totais Voláteis (STV)	SABESP NTS 013
Condutividade Elétrica (CE)	Leitura direta - Hanna HL 9869
Oxigênio Dissolvido (OD)	Leitura direta - Hanna HL 9869
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Método padrão sem sementeira (APHA, 1995)
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	Método da refluxação fechada (PROSAB, 1999)
Microbiologia	Técnica de tubos múltiplos. FUNASA (2009)

3.4 Coleta e transporte das amostras

Durante os meses de junho a novembro de 2015 foram coletados volumes totalizando 1.500 mL de amostras do efluente e do corpo receptor a serem analisados. As amostras do efluente global foram coletadas no início e final da produção. As amostras do corpo receptor foram coletadas duas vezes ao dia nos horários de 7 e 15 horas. As amostras do corpo receptor foram coletadas 20 m da jusante e 20 m da montante.

As análises de temperatura, pH e Oxigênio Dissolvido do efluente e das amostras do corpo receptor foram realizadas no momento da coleta, conforme mostra a Figura 5.



Figura 5. Leitura realizadas nas águas do rio Piancó. Fonte: Própria.

Após a coleta diária, as amostras foram mantidas sob refrigeração para sua preservação, acondicionadas em caixas isotérmicas e conduzidas ao laboratório.

3.5 Quantificação do consumo de água

Para quantificação do volume de água utilizado pela agroindústria, foi realizado por meio de hidrômetro Elster AMG-09, ilustrado na Figura 6. O volume de água medido representou o volume necessário à fabricação de determinado produto, englobando a higienização antes e depois do processo.



Figura 6. Quantificação de água por meio de hidrômetro Elster AMG-09. Fonte: Própria

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Agroindústria de abate de aves

4.1.1 Consumo de água

A quantidade de água utilizada durante o abate das aves foi de 2.716 litros. Um fato importante a ser destacado diz respeito a origem desta água. A água é coletada diretamente do rio e submetida a tratamento com cloro. Segundo Tonial dos Santos (2015), o cloro é o agente químico mais utilizado no processo de desinfecção de águas de abastecimento e de águas residuárias. Entretanto, supõe-se que não há um controle rigoroso na dosagem do cloro nas águas do empreendimento agroindustrial.

Tonial dos Santos (2015) salienta que o uso do cloro não traz apenas benefícios, pois este composto químico pode reagir com a matéria orgânica gerando subprodutos de desinfecção que podem ser prejudiciais à saúde humana, a exemplo dos Trihalometanos (THM). Silva e Melo (2015) destacam que este composto é genericamente derivado de metano, no qual três dos quatros átomos de hidrogênio estão substituídos por átomos de cloro.

Diversos trabalhos relacionam o desenvolvimento de certos tipos de câncer a exposição Trihalometanos (THM) (SILVA; MELO, 2015; FERREIRA FILHO et al., 2008; KOMULAINEN, 2004; TOMINAGA; MIDIO, 1999). A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece um valor limite permitido de 0,1 mg.l⁻¹ de Trihalometanos totais para se enquadrar nos padrões de potabilidade.

Conforme Bicho et al. (2014), quando a amônia está presente na água reage com o cloro livre formando derivados de cloro, incluindo as cloraminas, que são compostos persistentes no ecossistema e também tóxicos para a biota aquática.

Quanto ao uso da água, foi observado que foi utilizada na lavagem do local de abate, lavagem de utensílios, no processo de escaldagem e depenagem e, por fim, na remoção das vísceras e lavagem final das aves, como demonstram as Figuras 7A; B; C e D respectivamente.

Foi verificado maior consumo de água no processo de depenagem, evisceração e preparação das carcaças. Este efluente é caracterizado por apresentar elevadas concentrações de sangue, gordura, excrementos e penas. Barana et al. (2014)

afirma que o maior consumo de água ocorre justamente no processo de remoção das vísceras e escaldagem/depenagem, chegando a atingir 39% e 30% respectivamente do total de água consumida.



Figura 7. A. Limpeza dos utensílios. B. Escaldagem. C. Depenagem. D. Limpeza final das aves.
Fonte: Própria.

Schatzmann (2009) afirma que o consumo da água está relacionado a sua consciência de aproveitamento, otimizando a quantidade de água utilizada por animal abatido e realizar o reaproveitamento dos resíduos gerados. Estes cuidados, além de reduzir o volume de água consumida, facilitarão o processo e tratamento e depuração do efluente.

4.1.2 Caracterização do efluente agroindustrial

4.1.2.1 Parâmetros físico-químicos

A determinação de certos parâmetros físico-químicos das águas de um determinado corpo hídrico poderá colaborar para tomada de decisões, uma vez que a qualidade da água pode interferir no metabolismo ou provocar mudanças químicas e estruturais nas moléculas de alguns organismos vivos existentes em uma determinada biota aquática (BIANCHI et al., 2011).

Poluição e contaminação do meio ambiente aquático, especialmente oriundo do despejo de efluente doméstico ou industrial nos corpos hídricos sem a realização do seu devido tratamento, poderá acarretar sérias consequências ao organismo exposto, podendo, em casos extremos, causar mutações e/ou câncer (BEYERSMANN; HARTWIG, 2008).

A Resolução CONAMA nº 430/2011 define o termo efluente “para caracterizar os despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos”.

Quanto os resíduos sólidos gerados, Barana et al. (2014) destacam que ossos, cabeças, gorduras, vísceras, dentre outros e animais impróprios para consumo humano são encaminhados para a fabricação de ração animal.

As características do efluente oriundos da agroindústria de abate de aves estão destacadas na Tabela 3.

Tabela 3. Valores dos parâmetros do efluente de abate e processamento de aves.

Parâmetros	Valores	
	Início da produção	Final da produção
Temperatura	27,48	27,37
pH	7,4	6,66
Condutividade Elétrica ($\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$)	1.238	1.440
Sólidos Sedimentares ($\text{mL}.\text{L}^{-1}$)	6,13	3,5
Sólidos Totais ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	1.800	1.561
Sólidos Totais Fixos ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	569	483
Sólidos Totais Voláteis ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	1.231	1.078
Oxigênio dissolvido ($\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$)	5,94	5,15
Turbidez (NTU)	800	534
Cor Aparente (uH)	2.180	2.630
Cor Verdadeira (uH)	890	990
DBO ($\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$)	232	260
DQO ($\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$)	3.027	2.249
P total ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	-	-
N org. ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	72,24	92,12
Na ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	4,67	3,49
K ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	2,26	2,09

Fonte: Própria.

A temperatura média do efluente analisado no início do abate foi de 27,48°C, mantendo-se constante no final da produção, com média de 27,37°C. Para Von Sperling (2014), a elevação da temperatura acarretará aumento nas taxas das reações físicas, químicas e biológicas, além de diminuir a concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) no corpo hídrico. A diminuição do OD criará um ambiente favorável para a proliferação de bactérias anaeróbias, gerando gases com odores desagradáveis.

O potencial hidrogeniônico (pH) apresentou médias entre 7,4 e 6,6, no início e no final da produção respectivamente, respeitando os padrões exigidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011, que estabelece um intervalo tolerado de 5 a 9. Tais resultados foram similares aos obtidos por Fabbi et al. (2011), variando de 5,17 a 6,23, atribuindo este fato a presença de desinfetantes ácidos utilizados na limpeza e desinfecção da bancada, utensílios, pisos e paredes.

A condutividade elétrica variou de 1238 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ no início da produção a 1.440 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ no final. Conforme Carvalho et al. (2000), a elevação da temperatura da água e da concentração de sólidos suspensos são fatores que alteram a condutividade elétrica em um determinado meio.

Alguns autores, como Sousa et al. (2014) e Thompson et al. (2012) destacam a importância da condutividade elétrica como um marcador de poluição em decorrência de lançamento de efluentes não tratados. Para Sousa et al. (2014) a associação da condutividade elétrica com as concentrações de contaminantes emergentes fornecem informações inequívocas sobre fontes antropogênicas de poluição em corpos hídricos.

Os Sólidos Sedimentares (SS) variaram entre 6,13 e 3,5 $\text{mL}\cdot\text{L}^{-1}$. O limite de materiais sedimentáveis estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011 do para lançamento de efluente em corpos hídricos receptores é de 1 $\text{mL}\cdot\text{L}^{-1}$ em teste de 1 hora em cone Imhoff (BRASIL, 2011).

O efluente analisado apresentou elevada presença de sólidos. Os sólidos totais variaram de 1.800 a 1.561 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Os Sólidos Totais (ST), segundo Von Sperling (2014) corresponde a fração orgânica e inorgânica presente no efluente e está diretamente associada com a turbidez. Os ST se dividem em Sólidos Totais Fixos (STF) e Sólidos Totais Voláteis (STV). O STV consiste em uma estimativa da quantidade de matéria orgânica existente no meio, enquanto que o STF corresponde a fração inorgânica. No efluente da agroindústria avaliada, o STF variou de 569 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ no

início da produção para 483 mg.L^{-1} no final, enquanto o STV, oscilou entre 1.231 e 1.078 mg.L^{-1} no início e no fim da produção respectivamente. Os resultados mostraram que o efluente da agroindústria analisado se encontra muito concentrado, principalmente de material orgânico.

No tocante a concentração de oxigênio nos efluentes analisados foi possível observar a variação de 5,94 a 5,15 ($\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$) no início e término da produção, respectivamente. Wilhelm Filho et al. (2005) citam que níveis críticos de oxigênio dissolvidos em água reduz significativamente o consumo de alimentos pelos peixes, consequentemente gerando perda de peso. A Resolução CONAMA nº 430/2011 não estabeleceu novos valores para o oxigênio dissolvido. Com isso, foi levado em consideração os valores descritos na Resolução CONAMA nº 357/2005 que estabelece o limite mínimo de $5 \text{ mg O}_2.\text{L}^{-1}$.

Von Sperling (2014) afirma que durante a estabilização da matéria orgânica, grande parte das bactérias faz uso do oxigênio em seus processos metabólicos, reduzindo a concentração tanto nos efluentes quanto nos cursos d'água.

O efluente bruto apresentou uma turbidez entre 800 e 534 NTU. Scalize et al. (2014) salientam que a origem da turbidez nas águas pode ser oriunda de material inorgânico, como areia, silte e argila; e/ou material orgânico. A Resolução CONAMA nº 430/2011 não faz ressalvas quanto aos valores de turbidez para lançamento de efluentes.

Para Gomes et al. (2012), a elevação da turbidez em um corpo hídrico interferirá nas condições de iluminação, inibindo a penetração dos raios solares e consequentemente reduzindo a capacidade fotossintética e no crescimento das espécies aquáticas. Pinto (2013) ressalta que o decréscimo na quantidade de espécies vegetais poderá suprimir a produtividade dos peixes, alterando significativamente o meio.

A cor aparente do efluente variou de 2.180 a 2.630 uH. Após realizada a centrifugação para obtenção da cor verdadeira, os valores oscilaram entre 890 e 990 uH. Carvalho et al. (2015) relacionam a cor da água a presença de ferro e manganês. Lima et al. (2013) afirmam que são empregados certos pigmentos como aditivos alimentares nas rações de frango de corte, galinhas poedeiras e peixes, que podem interferir na coloração do efluente gerado no beneficiamento destes.

No tocante a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) obteve-se resultados entre 232 a $260 \text{ mg O}_2.\text{L}^{-1}$, valores abaixo dos encontrados por Zadinelo et al. (2013) que, analisando o efluente gerado por um abatedouro de aves localizado no Estado

do Paraná constatou o valor da DBO de $1.150 \text{ mg O}_2\text{.L}^{-1}$. Com base nas condições de lançamento de efluentes por parte do abatedouro, para atender à Resolução CONAMA nº 430/2011, este deverá reduzir a carga de DBO em 60%.

Conforme Santos et al. (2015) como a DBO corresponde a alta concentração de matéria orgânica, para decompô-la será necessário fazer uso de boa parte do oxigênio dissolvido na água. Caso a matéria orgânica ainda esteja em abundância, a decomposição pode ocorrer de forma anaeróbia, gerando compostos que acarretará perda da qualidade da água, tais como gás carbônico, metano, amônia, ácidos graxos, mercaptanas, fenóis e aminoácidos. Todo esse processo intensifica o processo de eutrofização do corpo hídrico, podendo ocasionar a morte de grande parte da biota aquática local.

Já na Demanda Química de Oxigênio (DQO) 3.027 e $2.249 \text{ mg O}_2\text{.L}^{-1}$, no início e no final da produção respectivamente, resultados aproximados aos obtidos por Zadinelo et al. (2013) em efluentes oriundo de abate de aves, 2.285 mg.L^{-1} . Carvalho et al. (2015) afirmam que a elevação deste parâmetro está relacionada a despejos de origem industrial. Santos et al. (2015), avaliando um efluente oriundo de abate bovino encontraram valores que superam $84.000 \text{ mg O}_2\text{.L}^{-1}$.

Em virtude dificuldades técnicas e operacionais não foi possível determinar o teor de Fósforo nos efluentes. A Resolução CONAMA nº 430/2011 cita que o órgão ambiental competente poderá definir padrões específicos para este parâmetro caso haja lançamento de efluentes em corpos receptores com registro histórico de floração de cianobactérias, em trechos onde ocorra a captação para abastecimento público.

Os valores de Nitrogênio Orgânico encontrados nos afluentes variaram de $72,24$ a $92,12 \text{ mg.L}^{-1}$. Pehlivanoglu & Sedlak (2004) afirmam a forma orgânica do nitrogênio corresponde a aproximadamente 10% no nitrogênio presente nos efluentes. Giafferis (2011) constatou valores mais elevados em águas residuárias urbanas, na ordem de $13,5 \text{ mg.L}^{-1}$. Essa forma de nitrogênio também é bastante relevante no solo. Aproximadamente 98% no nitrogênio encontrado no solo estão na forma orgânica. Em virtude da elevada carga de nitrogênio presente nos efluentes, alguns autores o transformam em um importante insumo através do reuso agrícola (GIAFFERIS, 2011; FEITOSA et al., 2015; SOUZA et al., 2015).

No tocante ao Sódio (Na), foram encontrados valores médios que variaram entre $4,67 \text{ mg.L}^{-1}$, no início da produção, e $3,49 \text{ mg.L}^{-1}$ no final do processo. Foi ob-

servado que os efluentes gerados no processo de abate das aves são lançados diretamente ao solo sem passar por processo de tratamento. Valores elevados de sais no solo podem ocasionar a inibição do consumo hídrico pelas plantas e consequentemente, reduzindo a absorção do crescimento, comprometendo seu desenvolvimento (GOMES et al., 2011; NAVARRO et al., 2003).

O teor de Potássio (K) oscilou entre 2,26 a 2,09 mg.L⁻¹. Os resultados demonstraram que o efluente possui quantidades consideráveis nutrientes que, com o tratamento devido, poderá ser utilizado para irrigação de culturas comerciais, reduzindo os gastos com fertilizantes.

Também foi possível observar fragmentos de carcaças de frango, sangue, gordura e vísceras nos efluentes do abatedouro analisado, ilustrado na Figura 8A. Esses resíduos, depois de certo tempo no ambiente, se caracterizam por apresentar odor fétido, como mostra a Figura 8B. Outro fato importante a ser destacado é que os funcionários não têm consciência da quantidade de água utilizada, bem como no quantitativo de efluente gerado. Visto que, o estabelecimento não possui sistemas de tratamento de esgoto, lançando-os diretamente no meio ambiente, elevando as chances de contaminação das águas subterrâneas e superficiais.

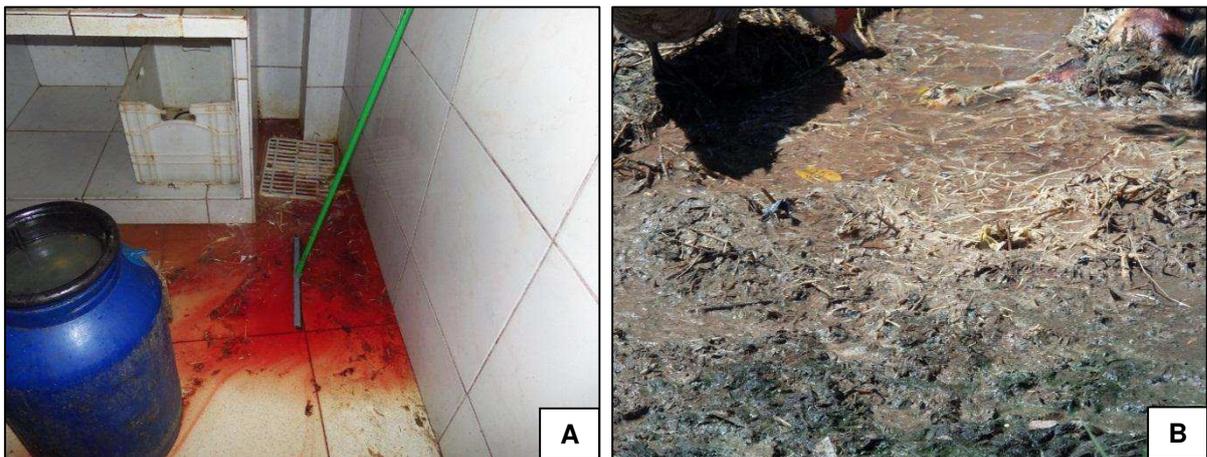


Figura 8. A. Caracterização do efluente gerado. B. Destino final do efluente. Fonte: Própria.

4.1.2.2 Parâmetros microbiológicos

Bosch et al. (2008) afirmam que o lançamento constante de efluentes não tratados diretamente nos corpos hídricos contribui diretamente para introdução e propagação de vírus em ambientes aquáticos.

Müller & Parussolo (2014), também destacam a presença de bactérias em água, em especial ao grupo dos coliformes, sendo a bactéria *Escherichia coli* sua principal representante, indicando uma possível contaminação de origem fecal em água, podendo causar prejuízos à saúde dos seres que a consomem.

Parte desses microrganismos pode se espalhar pela água e de alojar na matéria orgânica e permanecer por longo período de tempo e resistir aos processos de tratamento tanto de água como o de esgoto, tornando-se poluentes (ASSIS et al., 2015).

Assis et al. (2015) ainda destacam que em virtude dos usos múltiplos da água como abastecimento público, irrigação, pesca, recreação, dentre outros, este tipo de contaminação poderá causar sérios riscos à saúde humana e animal.

No tocante ao efluente coletado na agroindústria de abate de aves foi possível observar que os valores não diferiram do início para o final da produção. O efluente apresentou alta incidência de coliformes totais e termotolerantes, devido, possivelmente ao contato da água com os excrementos das aves abatidas. Entretanto, a incidência da bactéria *Escherichia coli* foi baixa, conforme descrita na Tabela 4.

Tabela 4. Valores em NMP dos parâmetros microbiológicos do efluente de abate e processamento de aves.

Parâmetros	Valores	
	Início da produção	Final da produção
Coliformes totais	3,72E+09	3,77E+09
Coliformes termotolerantes	3,72E+09	3,74E+09
<i>Escherichia coli</i>	1,00E+05	2,07E+05

Fonte: Própria.

4.1.3 Caracterização das águas do rio Piancó em torno da agroindústria

4.1.3.1 Parâmetros físico-químicos

As composições do efluente coletado das águas do rio Piancó próximas às instalações do abatedouro estão destacadas na Tabela 5.

Tabela 5. Valores dos parâmetros das águas do rio Piancó, trecho localizado próximo ao abatedouro.

Parâmetros	Valores	
	Montante	Jusante
Temperatura	27,39	27,81
pH	7,2	7,28
Condutividade Elétrica ($\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$)	317	315
Sólidos Sedimentares ($\text{mL}.\text{L}^{-1}$)	< 0,1	< 0,1
Sólidos Totais ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	158,4	163,9
Sólidos Totais Fixos ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	108,6	112,6
Sólidos Totais Voláteis ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	49,8	51,2
Oxigênio dissolvido ($\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$)	3,53	4,05
Turbidez (NTU)	0,91	2,56
Cor Aparente (uH)	29,50	29,50
Cor Verdadeira (uH)	17,83	20,50
DBO ($\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$)	22,33	21,57
DQO ($\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$)	19,61	17,67
P total ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	-	-
N org. ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	4,69	4,69
Na ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	1,35	1,35
K ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	0,29	0,29

Fonte: Própria.

É possível observar que o pH das águas do rio Piancó, próxima a agroindústria avaliada tendeu a neutralidade, com valor médio de 7,2, resultados próximos ao obtido por Alvarenga et al. (2012), que durante o período seco avaliaram a qualidade das águas do rio Paraíba do Sul, que abrange os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, variando de 7,1 a 7,5. Ovalle et al. (2013) verificaram, em outro ponto do Rio Paraíba do Sul, um pH entre 5,15 a 9,74.

Conforme Omstedt et al. (2010) alterações nas faixas de pH estão relacionado aos teores de matéria orgânica, bem como intervenções antrópicas, como mudanças climáticas, uso e ocupação do solo, eutroficação, pesca predatória, dentre outros.

Matheus et al. (1995) também destacam que o teor de íons H^+ e OH^- em águas pluviais também podem ser influenciados por concentrações de sais, a composição geológica do solo da região e tipos de efluentes lançados. Em termos de resolução, tais valores estão na faixa considerável aceitável pela Resolução CONAMA nº 357/2005 que tolera uma faixa de pH entre 6,0 e 9,0.

Um fator de deve ser levado em consideração é o fato de a coleta ter sido realizada no período de extrema estiagem no sertão nordestino e, em virtude deste

fato, presume-se que boa parte dos efluentes do setor agroindustrial não possui vazão suficiente para atingir o corpo hídrico.

A condutividade elétrica variou de 317 a 315 $\mu\text{s.cm}^{-1}$, resultado que se aproxima dos valores obtidos por Ferreira et al. (2014), avaliando este mesmo rio. A Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece valores limites para este parâmetro. Entretanto, Lima et al. (2013) destacam que culturas irrigadas cujas águas possuíam uma condutividade elétrica acima de 2.000 $\mu\text{s.cm}^{-1}$ não apresentaram produção satisfatória.

Silva & Sacomani (2001) analisando as águas do Rio Pardo, localizado no município de Botucatu – SP encontraram valores de condutividade da ordem de 17,77 a 39,07 $\mu\text{s.cm}^{-1}$. Tal discrepância dos valores encontrados Silva & Sarcomani (2001) em relação ao encontrado nesta pesquisa pode ser o fato da composição geológica da área de estudo.

Bianchi et al. (2011) verificaram uma elevação nos índices de condutividade elétrica ao longo do Rio Monjolinho, localizado no município de São Carlos-SP, variando de 9 a 248 $\mu\text{s.cm}^{-1}$, justificando o fato devido a presença de material dissolvido, contribuindo para o decréscimo da qualidade das águas deste referido rio.

De acordo com a CETESB (2009) níveis de condutividade elétrica acima de 100 mS.cm^{-1} são indicativos de impactos ambientais negativos, provavelmente por origem antrópica.

O teor de sólidos sedimentáveis foi ínfimo, menor que 0,1 mL.L^{-1} . Já o teor de sólidos totais variou entre 158,4 e 163,9 mg.L^{-1} . Tais valores se enquadram na Legislação CONAMA nº 357/2015 que estabelece um limite de 500 mg.L^{-1} para rios de classe II. Foi possível observar que a maior parte dos sólidos são fixos, variando entre 108,6 e 112,6 mg.L^{-1} . Teores elevados de Sólidos Voláteis podem indicar altos teores de material orgânico nas águas.

Quanto a cor aparente das águas do rio Piacó obteve valor médio de 29,5 uH. A resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece limites específicos para cor aparente, porém destaca os limites para a cor verdadeira que não deve superar o valor de 75 uH para águas de classe II. Portanto, levando em consideração este parâmetro, as águas do Rio Piacó estão condizentes com a legislação atual. Em contrapartida, no quesito potabilidade, a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece um valor máximo de 15 uH para água potável. A elevação da cor aparen-

te está relacionada ao material em suspensão existente na água enquanto que a cor verdadeira está relacionada a materiais dissolvidos.

Macêdo (2013) afirma que boa parte das impurezas existentes nas águas, com exceção dos gases dissolvidos, corroboram para incrementar os sólidos existentes.

Rocha et al. (2015), estudando a qualidade das águas do reservatório de Orós, localizado no Estado do Ceará, verificaram uma variação da cor aparente entre 10 a 200 uH. Os referidos autores salientam que os picos de cor encontrados ocorreram em virtude da localização de um dos pontos, que ficou próximo a junção com outro rio cujas águas são ricas em matéria orgânica.

Rocha et al. (2014), avaliando as águas do manancial de Juiz de Fora, Estado de Minas Gerais, constataram uma média de 30,21 uH na cor aparente no período sem chuvas e 56,49 uH no período chuvoso.

Souza et al. (2014), encontraram valores entre 66,51 e 153,55 uH nas águas do Rio Cascavel, Estado do Paraná. Os autores justificam os valores devido à ocorrência de descargas pontuais de efluentes oriundos da zona urbana e de lançamento de efluente com alta carga orgânica do setor rural de difusa e pela decomposição de matéria orgânica vegetal.

A turbidez nos pontos de coleta no rio Piancó variou de 0,91 a 2,56 NTU. A turbidez está relacionada à quantidade de material em suspensão existente na água. Um dos pontos de coleta está localizado próximo a zona urbana do município de Pombal e é bastante usado pela população para balneabilidade e lavagem de roupa, fatos estes, que podem contribuir para elevação dos materiais suspensos nas águas do rio Piancó neste referido trecho. A resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece um limite de 100 NTU de turbidez para rios de Classe II, indicando que as águas do rio Piancó estão em conformidade com a legislação, com valores consideravelmente abaixo. Supõe-se que o baixo valor encontrado nesta pesquisa seja devido à forte estiagem que atinge essa região nos últimos anos, diminuindo consideravelmente os efluentes que são drenados para este corpo hídrico.

Aguiar Netto et al. (2013) estudando a qualidade das águas da bacia hidrográfica do rio Poxim, Estado do Sergipe, constataram valores médios de turbidez na ordem de 16,20 NTU, atribuída a presença de matéria orgânica dissolvida e materiais particulados drenados em decorrência a precipitações.

Os valores obtidos de Oxigênio Dissolvido neste ponto do rio Piencó variaram entre 3,53 e 4,05 mg O₂.L⁻¹. Ferreira et al. (2014) obtiveram dados com valores mais elevados, que variam de 4,1 a 7,7 mg O₂.L⁻¹, sendo 5,52 mg O₂.L⁻¹ a média do período seco. Para a resolução CONAMA nº 357/2005, os valores de oxigênio dissolvido devem ser superiores a 5 mg O₂.L⁻¹ para águas de classe II. Santos (2011), monitorando a qualidade das águas no Rio dos Mangues, localizado no Estado da Bahia, obteve valores próximos aos encontrados nesta pesquisa, variando entre 4,9 a 5,7 mg O₂.L⁻¹.

Bellanger et al. (2004) afirmam que quando o oxigênio dissolvido atinge níveis mais baixos que o necessário para biodegradação da matéria orgânica, a qualidade deste corpo hídrico está comprometida.

Silva & Sacomani (2001) enfatizam que o monitoramento da concentração de oxigênio em rios é um assunto bem complexo em virtude dos processos biológicos, físicos e químicos que estão envolvidos nesta variação. Com isso, é imprescindível levar em consideração uma acurada análise das características locais do ambiente em estudo.

Os valores obtidos de DBO₅, das águas do rio Piencó variaram de 21,57 a 22,33 mg O₂.L⁻¹, permanecendo acima da faixa tolerada pela resolução CONAMA nº 357/2005 que estabelece o valor máximo de 5 mg O₂.L⁻¹. Ferreira et al. (2014) obtiveram dados com valores entre 0,4 a 4,1 mg O₂.L⁻¹ em outro ponto do rio. Silva & Sacomani (2001) constataram valores de 0,96 a 12,01 mg O₂.L⁻¹ nas águas do Rio Pardo durante o período seco.

Rosseti (2009) afirma que valores elevados de DBO pode indicar um aumento da microflora, interferindo no equilíbrio da vida aquática, bem como produzir sabores e odores desagradáveis. A presença destas microalgas também poderá acarretar danos a tubulação e a filtros de areia utilizados por estações de tratamento de água.

Os valores obtidos de DQO das águas do rio Piencó variou de 17,67 a 19,61 mg O₂.L⁻¹. Silva & Sacomani (2001), avaliando a qualidade das águas do rio Pardo, Município de Botucatu-SP constataram que os níveis de DQO variaram entre 1,96 e 15,82 mg O₂.L⁻¹ e logo a jusante de um ponto de lançamento de efluente tratado, atingiu picos de 6.382 mg O₂.L⁻¹.

De acordo com Silva & Sacomani (2001), a DQO é comumente utilizada para determinação do grau de concentração de um determinado poluente em um corpo

hídrico, ocasionado, por exemplo, pelo despejo de efluente não tratado. A legislação não estabelece um valor limite para esses parâmetros em rios de classe II.

Em virtude de problemas técnicos operacionais não foi possível determinar o teor de Fósforo nas águas do rio Piancó. Para Rosseti (2009), os teores de fósforo em água estão intrinsicamente relacionados a fatores bióticos e abióticos, a exemplo do consumo deste nutriente pela flora aquática e a associação com íons Ca, Fe e Mg que dependem do pH do meio.

O valor médio de Nitrogênio orgânico encontrado nas águas do rio Piancó foi de 4,69 mg.L⁻¹. Para Wetzel (2001), o nitrogênio orgânico (N-org) em ecossistemas aquáticos ocorre pela assimilação do nitrogênio inorgânico e pela incorporação por algas e bactérias. Chen et al. (2011) afirmam que, para abastecimento de água potável, os níveis de N-org devem ser inferiores a 0,3 mg-N.L⁻¹. Os autores também destacam que elevadas concentrações de nitrogênio acarretará na eutroficação do corpo hídrico. Essa forma de nitrogênio também é bastante relevante no solo. O teor de Potássio (K) foi de 0,29 mg.L⁻¹. Juntamente com o Nitrogênio e o Fósforo, o Potássio contribui expressivamente para aceleração do processo de eutrofização de um determinado corpo hídrico.

Quanto ao teor de Sódio (Na) nas águas do rio Piancó houve uma média de 1,35 mg.L⁻¹. A Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde fixa o valor limite permitido de Sódio em 200 mg.L⁻¹. Portanto, as águas do rio Piancó no trecho avaliado estão em conformidade com a legislação vigente.

A contaminação por excesso de nutriente tem se tornado um problema constante nos corpos hídricos a nível global. A UN WWAP (2015) relaciona o nitrogênio e o fósforo como os principais responsáveis pelo incremento de nutrientes em corpos hídricos e que são oriundos de efluentes domésticos e/ou industriais. O excesso destes nutrientes tende a elevar a taxa de produção primária gerando um supercrescimento de plantas vasculares. Nos trechos do rio analisado foi constatado uma elevada presença de aguapés (*Eichhornia crassipes*), conforme mostra a Figura 9.

O excesso de espécies aquáticas acarretará na redução do oxigênio dissolvido na coluna de água, provocando estresse ou até a morte destas espécies.

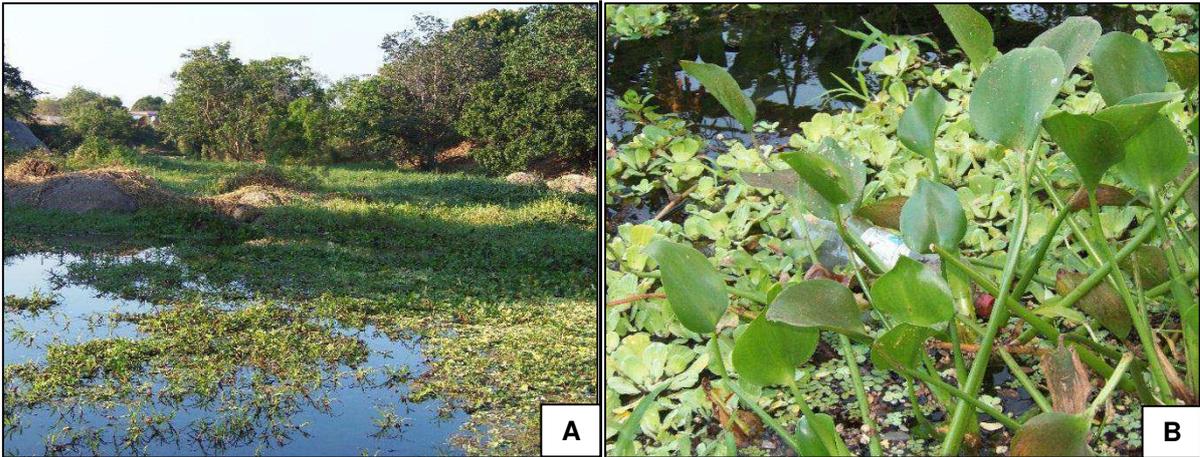


Figura 9. Elevada concentração de aguapés (*Eichhornia crassipes*) no Rio Piancó. Fonte: Própria.

Também foi verificada a possível presença de cianobactérias no trecho do rio estudado, conforme destacado na Figura 10.



Figura 10. Possível presença de cianobactérias no Rio Piancó. Fonte: Própria.

A ANA (2011) destaca que as cianobactérias podem produzir e liberar nas águas toxinas que poderão causar efeitos danosos a saúde de seres humanos e animais que as ingerirem ou que se exponham a águas com elevados níveis.

Camacho et al. (2012) relembram o caso que ocorreu no município de Caruaru, Estado do Pernambuco onde, em fevereiro de 1996, 52 pacientes de uma clínica de hemodiálise morreram com sintomas de hepatotoxicose após receberem água contaminada com microcistina durante o tratamento. Este incidente contribuiu significativamente para que as comunidades científicas aprofundem os estudos sobre o tema e pela inclusão das cianotoxinas no padrão de potabilidade brasileira.

Vasconcelos et al. (2011) relatam que no reservatório Estevam Marinho, no município de Coremas-PB, reservatório este que pereniza o rio Piancó no trecho estudado, foi constatada a presença da cianobactéria *Microcystis aeruginosa*. Camacho et al. (2012) salientam que o principal alvo das toxinas liberadas pelas cianobactérias é o fígado, mas outros órgãos, como o timo, rins e coração também podem ser afetados.

Um fator agravante é que o tratamento convencional é ineficiente para remoção destas toxinas. Camacho et al. (2012) afirmam que o tratamento convencional agrava o risco de contaminação em virtude do uso do coagulante químico, que pode ocasionar a lise celular, e, portanto, a liberação de toxinas.

4.1.3.2 Parâmetros microbiológicos

Os resultados comprovam que no trecho avaliado a água do rio Piancó está imprópria para o uso em virtude da elevada concentração de coliformes totais e termotolerantes, bem como a presença da bactéria *Escherichia coli*, conforme demonstrado na Tabela 6. A Legislação CONAMA nº 357/2005 estabelece um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mL.

Tabela 6. Valores dos parâmetros microbiológicos do rio Piancó no trecho localizado próximo ao abatedouro.

Parâmetros	Valores	
	Montante	Jusante
Coliformes Totais	3,51E+05	4,43E+05
Coliformes Termotolerantes	3,33E+05	6,07E+04
<i>Escherichia coli</i>	2,61E+03	2,06E+02

Fonte: Própria.

De acordo com Müller & Parussolo (2014), o grupo dos coliformes totais é composto por bacilos Gram-negativos não esporulados pertencentes à família Enterobacteriaceae, que fermentam a lactose com formação de gás quando incubados à 37°C por 24-48 horas e seus principais representantes são as bactérias dos gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*. Já os coliformes termotolerantes são aqueles coliformes totais que apresentam a capacidade de continuar fermentando a lactose, com formação de gás, em temperatura de 44-45°C em 24 horas, sendo a bactéria *Escherichia coli* a principal representante desse grupo. Além disso, essa

bactéria pode ser utilizada para indicar uma possível contaminação fecal da água, pois *Escherichia coli* é um microrganismo encontrado na microbiota intestinal de animais.

Como mencionado anteriormente, foi possível observar que a população faz uso das águas do rio Piancó para recreação e lavagem de roupas, como mostram as Figuras 11A e B. Burgos et al. (2014) afirmam que a contaminação bacteriana pode contribuir para a transmissão de doenças como cólera, salmonelose, shigelose e gastroenterites causadas pela *Escherichia coli* diarreiogênica (DEC), especialmente em crianças com sistema imunológico debilitado, resultando em ônus para saúde pública.



Figura 11. A. Uso das águas do rio Piancó para balneabilidade. B. Lavagem de roupas no rio Piancó.
Fonte: Própria.

4.2 Agroindústria de produção de queijos

4.2.1 Consumo de água

O consumo médio de água registrado através do hidrômetro foi de 65 litros, valor este justificado pelo pequeno porte da agroindústria estudada e utilizada principalmente na limpeza das instalações e dos utensílios, destacado na Figura 12. A fonte hídrica utilizada é o próprio rio Piancó, sendo realizado apenas o tratamento simples, por meio de cloração. Para Gomes (2011), o consumo médio de água em uma agroindústria de laticínio varia entre 1,0 a 6,0 litros por litro de leite recebido.



Figura 12. Limpeza dos utensílios utilizados na fabricação do queijo. Fonte: Própria.

Santos (2013) salienta que muitas doenças podem ser transmitidas pela água, por meio de microrganismos patogênicos de origem entérica, animal ou humana. Em virtude disso, é imprescindível o uso de meios eficientes de tratamento da água a ser usada para preparo dos produtos.

Vasconcelos & Silva (2013) destacam a importância do uso da água com características físico-químicas adequadas para evitar problemas em relação à vida útil dos equipamentos, a exemplo de incrustações ou corrosões em equipamentos e utensílios, por exemplo.

Saraiva (2008) enfatiza que o uso de processos e aparatos tecnológicos de produção que visem reduzir o volume de água consumido e a quantidade de efluente gerado, é de extrema importância para atingir o patamar de desenvolvimento sustentável, preservando o meio ambiente onde está instalada a agroindústria.

4.2.2 Caracterização do efluente gerado na agroindústria queijeira

4.2.2.1 Parâmetros físico-químicos

Os valores dos parâmetros físico-químicos do efluente da agroindústria de fabricação de queijo estão sintetizados na Tabela 7.

Tabela 7. Valores dos parâmetros do efluente da agroindústria de fabricação de queijo.

Parâmetros	Valores	
	Manhã	Tarde
Temperatura °C	33,81	37,12
pH	6,25	5,75
Condutividade Elétrica ($\mu\text{s.cm}^{-1}$)	45.485	37.040
Sólidos Sedimentares (mL.L^{-1})	5,37	5,13
Sólidos Totais (mg.L^{-1})	35.562	49.339
Sólidos Totais Fixos (mg.L^{-1})	18.919	23.687
Sólidos Totais Voláteis (mg.L^{-1})	16.643	25.652
Oxigênio dissolvido ($\text{mg O}_2/\text{L}$)	2,93	2,25
Turbidez (NTU)	4.469	8.953
Cor Aparente (uH)	22.780	40.407
Cor Verdadeira (uH)	13.523	31.607
DBO ($\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$)	89,39	79,29
DQO ($\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$)	13.245	28.969
P total (mg.L^{-1})	-	-
N org. (mg.L^{-1})	49,61	61,65
Na (mg.L^{-1})	307,59	289,85
K (mg.L^{-1})	30,29	26,84

Fonte: Própria

A temperatura do efluente variou entre 33,81°C no turno da manhã a 37,12°C durante a tarde. Saraiva (2008), analisando o efluente de uma indústria de laticínio verificou valores aproximados variando 28 a 38 °C. Para Abrahão (2006), a temperatura, juntamente com a alcalinidade, pH e Oxigênio Dissolvido são os mais relevantes fatores abióticos que interferem nos processos biológicos e que tem influenciado desempenho do tratamento dos efluentes.

A Agência Nacional de Águas, ANA (2011) salienta que oscilações na temperatura natural dos corpos hídricos poderá acarretar comprometimento no processo reprodutivo e de crescimento dos organismos aquáticos, provocando decréscimo no número de pescado ou de outra classe de organismos que podem ser explorados economicamente. Essa redução poderá prejudicar o segmento da população que depende desse recurso para geração de renda. Quanto maior a temperatura da água, menor será a concentração de oxigênio, prejudicando as funções metabólicas dos organismos existente nesse ecossistema local.

Nas amostras coletadas do efluente gerado pela agroindústria, apresentou pH ligeiramente ácido, variando entre 6,25, no início da produção e 5,75 no final da produção. Mendonça et al. (2015) destacam que há grande variação na faixa de pH de efluentes de laticínios (3 a 11). Já Fabbi et al. (2011) obtiveram valores entre 5,34 e 7,41 e Lima et al. (2013) de 4,7. Andrade (2011) destaca que o pH poderá sofrer oscilações de faixa em decorrência do uso de produtos de limpeza e sanitização. A

elevação da acidez em corpos hídricos poderá afetar organismos mais jovens, pois estes tendem a ser menos tolerantes a pH mais baixos (ANA, 2011).

No tocante ao solo, pH mais ácido podem mobilizar metais de solos naturais, a exemplo do alumínio, que ao ser lixiviado para algum corpo hídrico, poderá acarretar intoxicação e a morte de determinados organismos aquáticos (ANA, 2011).

A condutividade elétrica encontrada no efluente gerado no início da produção do queijo foi de $45.485 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ e $37.040 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ no final da produção, indicando elevadas concentrações de sais. Fato este, agravado pelo despejo direto da salmoura (água + soro + cloreto de sódio) na rede de esgoto. Mendes et al. (2015) constataram valores na ordem de $8.680 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ para efluente oriundo da indústria de laticínios.

Para Saraiva (2008), o descarte de elevado volume da salmoura resulta em aumento da carga orgânica e da condutividade, pois esta solução é rica em sólidos suspensos, microrganismos, sais de cálcio, magnésio, lactose e ácido láctico.

Na comunidade foi observado que a salmoura produzida na fabricação do queijo coalho é lançada diretamente no solo, ilustrado na Figura 13. Geralmente, espécies vegetais e animais de água doce não toleram elevadas concentrações de sais. Esse acúmulo de sais no solo pode ser lixiviado até um corpo hídrico, seja ele subterrâneo ou superficial. Teores elevados de sais tendem a provocar estresse em organismos de água doce, interferindo em sua função metabólica e nos níveis de saturação de oxigênio. No solo, altas concentrações de sais comprometem a vegetação local, reduz a produtividade agrícola e favorece a desertificação (ANA, 2011).

Os sólidos sedimentáveis variaram entre 5,13 e 5,37 mL.L⁻¹. Saraiva (2008) obteve valor médio de 14 mL.L⁻¹ para efluente de laticínios. O limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 430/2011 para lançamento de efluente em corpos hídricos receptores é de 1 mL.L⁻¹. Portanto, é possível afirmar que grande parte dos efluentes não estão em consonância com o estabelece a legislação vigente. Também foi contado um alto teor de Sólidos Totais, variando entre 35.562 e 49.339 mg.L⁻¹, onde cerca de 50% corresponde a material orgânico. A Legislação CONAMA nº 430/2011 estabelece que, para ser lançado ao meio ambiente, a eficiência mínima de remoção dos sólidos suspensos é de 20%, após desarenação.



Figura 13. Salmoura (água + soro + cloreto de sódio) produzida durante a fabricação do queijo coalho. Fonte: Própria.

Os valores referentes à turbidez apresentaram, no início da produção, 4.469 NTU, aumentando consideravelmente no final da produção, chegando a atingir 8.953 NTU, indicando elevada carga de material em suspensão. A Resolução CONAMA nº 430/2011 não faz ressalvas quanto aos valores de turbidez para lançamento de efluentes. Entretanto, Pádua (2001) salienta que o teor de turbidez elevado ocasionará uma má aparência visual, elevado os índices de componentes dissolvidos, que vão desde a matéria orgânica até microrganismos patogênicos.

No tocante a cor aparente, no início da produção, o efluente apresentou o valor de 22.780 uH, chegando a 40.407 uH no final da produção. Quanto a cor verdadeira, no início da produção, apresentou 13.523 uH, e no final, 31.607 uH. Verifica-se, portanto, que o efluente continha uma alta concentração de sólidos suspensos, uma vez que a sua cor aparente era bastante superior a real. Andrade et al. (2011) constataram valores entre 1.018,2 a 2.514,2 uH de cor aparente para efluentes de laticínios.

No efluente agroindustrial foi constatado, no início do processo produtivo, o teor de oxigênio dissolvido na ordem de 2,93 mg O₂.L⁻¹, sendo reduzido a 2,25 mg O₂.L⁻¹ no final do processo. Para Abraão (2006), o OD é influenciado pela temperatura e por sais dissolvidos no efluente.

Quanto a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi possível observar que esta variou entre 79,29 a 89,39 mg O₂.L⁻¹. Lima et al. (2013) obtiveram valores médios de DBO de 913 mg O₂.L⁻¹. Entretanto, Machado et al. (2002) afirmam que os efluentes de laticínios podem atingir patamares mais elevados como 4.000 mg O₂.L⁻¹

¹. Mendes et al. (2015) encontrou valores de DBO em efluente de laticínios na ordem de 29.400 mg O₂.L⁻¹.

Os valores de DQO encontrados no efluente agroindustrial estudado variou de 13.245 a 28.969 mg O₂.L⁻¹. Valores divergentes dos encontrados por Brião e Tavares (2015), na ordem de 2.491 mg O₂.L⁻¹ para um efluente agroindustrial de laticínio. Naime et al. (2009) afirmam que o despejo do efluente com alto valor de DQO diretamente ao solo tem elevado as chances de poluição dos corpos hídricos subterrâneos, também levando em consideração a capacidade de infiltração do solo. Mendes et al. (2015) também encontraram valores bem elevados de DQO em efluentes de laticínios, chegando a 224.800 mg O₂.L⁻¹.

Os valores de nitrogênio orgânico variaram de 49,61 a 61,65 mg.L⁻¹. Naime et al. (2009) destacam que o nitrogênio é um dos elementos fundamentais para criar um ambiente favorável para proliferação de algas, e quando presente em elevadas quantidades em corpos hídricos, acaba por favorecer o desenvolvimento exagerado de microrganismos patogênicos. Associado a outros elementos, poderá levar o corpo hídrico a eutroficação.

Em decorrência de problemas técnicos e operacionais não foi possível a determinação do teor de Fósforo do efluente coletado. Von Sperling (2014) destaca que aproximadamente 50% do fósforo encontrado dos efluentes podem ser atribuídos ao uso de detergentes, utilizado para limpeza de equipamentos do processamento do leite, limpeza das instalações e os utensílios. Para Mendonça et al. (2012), a ocorrência de P em águas se dá, em sua maioria, na forma de fosfato (PO₄)³⁻. Cardoso et al. (2015) verificaram que as concentrações de P-total no efluente de laticínio analisado variaram de 0,75 a 6,10 mg.L⁻¹.

Também foi observado uma alta concentração de Sódio (Na) no efluente analisado, variando de 307,59 a 289,85 mg.L⁻¹. Coelho et al. (2013) afirmam que a concentração excessiva de sódio está relacionada ao manejo incorreto do solo e da água, podendo tornar uma determinada área inviável para exploração agrícola.

Oliveira et al. (2014) salientam que a irrigação realizada com água com excesso de sais poderá acarretar perdas de produtividade e salinização do solo. Oliveira et al. (2011) relatam que o excesso de sais tem provocado efeito negativo nas plantas por estarem associados ao componente de tensão osmótica, ocasionado pela diminuição do potencial de água no solo e pela restrição de absorção de água

pelas raízes, reduzindo seu crescimento e sua produtividade, além de ocasionar a queima das folhas.

Bastos et al. (2003) afirmam que quanto maior a salinidade da água, maior será a velocidade de infiltração no solo. Com isso, o efluente lançado pela agroindústria de produção de queijo, poderá atingir em menor espaço tempo o lençol freático, comprometendo sua qualidade.

O teor de Potássio (K) encontrado no efluente variou de 26,84 a 30,29 mg.L⁻¹. A contaminação por excesso de nutrientes em corpos hídricos, além da eutroficação, poderá promover a acidificação de suas águas, causando sérios danos a biodiversidade local (ANA, 2011).

Quanto ao destino dos resíduos sólidos gerados foi possível observar que são compostos basicamente de embalagens plásticas, papéis, embalagens de produtos químicos e aparas de queijos. Os resíduos sólidos gerados no laticínio são queimados no final do dia, em um determinado local, de forma não controlada, conforme mostra a Figura 14.



Figura 14. Queima dos resíduos sólidos gerados. Fonte: Própria.

4.2.2.2 Parâmetros microbiológicos

No tocante aos parâmetros microbiológicos foi possível observar uma elevada concentração de coliformes no efluente gerado no processo de fabricação do queijo, conforme destacado na Tabela 8. Suspeita-se que na mesma rede onde são despejados os efluentes agroindustriais também haja efluentes oriundos de banheiros

Tabela 8. Valores dos parâmetros microbiológicos do efluente da agroindústria de queijos

Parâmetros	Valores	
	Início da produção	Final da produção
Coliformes totais	8,13E+09	7,34E+09
Coliformes termotolerantes	7,41E+09	7,37E+09
<i>Escherichia coli</i>	1,20E+07	1,00E+07

Fonte: Própria

4.2.3 Caracterização da água do rio Piancó nas proximidades da agroindústria

4.2.3.1 Parâmetros físico-químicos

Os valores dos parâmetros físico-químicos avaliados nas águas do rio Piancó nas proximidades da agroindústria avaliada estão descritos na Tabela 9

Tabela 9. Valores dos parâmetros das águas do rio Piancó, trecho localizado próximo a agroindústria de produção de queijo.

Parâmetros	Valores	
	Montante	Jusante
Temperatura	27,75	28,39
pH	7,77	7,71
Condutividade Elétrica ($\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$)	320	322,7
Sólidos Sedimentares ($\text{mL}.\text{L}^{-1}$)	< 0,10	< 0,10
Sólidos Totais ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	179,44	177,63
Sólidos Totais Fixos ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	98,13	109,25
Sólidos Totais Voláteis ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	80,31	68,38
Oxigênio dissolvido ($\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$)	6,11	6,28
Turbidez (NTU)	1,09	1,34
Cor Aparente (uH)	30,5	27,3
Cor Verdadeira (uH)	23	21,8
DBO ($\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$)	14,24	13,29
DQO ($\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$)	24,2	23,6
P total ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	-	-
N org. ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	5,13	4,76
Na ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	1,4	1,4
K ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	0,31	0,31

Fonte: Própria

A Temperatura no momento da coleta variou entre 27,75 a 28,39 °C. Os valores médios de pH encontrados nestes pontos foi de 7,7, indicando um pH próximo a neutralidade e dentro dos valores estabelecidos pela CONAMA nº 357/2005 que tolera uma faixa de pH entre 6,0 e 9,0 (BRASIL, 2005). Para Naime (2009), alterações na faixa de pH pode ser um indicativo de algum agente contaminante na água, acar-

retando problemas quando usada para fazer higienização devido a possibilidade de ocorrer a neutralização de agentes desinfetantes a exemplo do cloro, ou hipoclorito de cálcio e ácido peracético, comumente utilizados

Nas águas do rio Piancó a Condutividade Elétrica variou entre 320 e 322,7 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, mostrando que, no período estudado, o efluente agroindustrial não está atingindo diretamente o rio.

Os sólidos sedimentáveis em todos os pontos avaliados apresentou menos de 0,1 $\text{mL}\cdot\text{L}^{-1}$, indicando baixa concentração de sólidos em água.

Nas águas do rio Piancó, os resultados do parâmetro cor aparente variou entre 30,5 a 27,3 uH. Na cor verdadeira, houve um sutil decréscimo destes valores, variando entre 21,8 a 23 uH.

A turbidez das águas do rio Piancó variou entre 1,09 e 1,34 NTU, índices em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas de classe II. A presença de animais e banhistas no rio poderá elevar a presença de material em suspensão nas águas do rio Piancó, fato este constatado na pesquisa. Andrade e Macedo (2008) destacam que a turbidez está relacionada ao teor de material em suspensão, a exemplo de plânctons, bactérias, argila, areia e poluição de forma geral.

Os valores relativos a oxigênio dissolvido nas águas do rio Piancó oscilaram entre 6,11 e 6,28 $\text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$. Valores condizentes com a resolução CONAMA nº 357/2005 que estabelece valores acima de 5 $\text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$ para águas de classe II.

A DBO variou entre 13,29 e 14,24 $\text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$. Sendo assim, está fora da faixa tolerada pela resolução CONAMA nº 357/2005 que estabelece o valor máximo de 5 $\text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$.

A DQO dos pontos analisados variou de 23,6 a 24,2 $\text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$. Para Naime et al. (2009), a DQO fornece uma indicação da quantidade de oxigênio que será necessária para oxidar completamente os poluentes oriundos de esgotos domésticos ou industriais.

O teor de N-org nas águas do Piancó nos pontos estudados variou entre 4,76 a 5,13 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Edwiges & Bollmann (2007), analisando as águas do rio Belém, Estado do Paraná, verificaram que o Nitrogênio Orgânico apresentou uma variação aproximada de 5,0 a 8,0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

Não foi possível determinar o teor de Fósforo por questões técnicas operacionais. Naime et al. (2009) enfatiza que o P consiste em um parâmetro de suma rele-

vância no tocante a qualidade das águas, pois pode indicar contaminação por efluentes industriais ou domésticos, detergentes, excremento de animais e fertilizantes.

O teor de Sódio (Na) manteve em $1,4 \text{ mg.L}^{-1}$ e o de Potássio (K) em $0,31 \text{ mg.L}^{-1}$.

Com isso, não houve consideráveis alterações em relação as amostras coletadas as adjacências da agroindústria de abate de aves, que se localiza a jusante.

4.2.3.2. Parâmetros microbiológicos

Os resultados também comprovam que no trecho avaliado a água do rio Piancó está imprópria para o uso em virtude da elevada concentração de coliformes totais e termotolerantes, bem como a presença da bactéria *Escherichia coli*, conforme demonstrado na Tabela 10. A Legislação CONAMA nº 357/2005 estabelece um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mL.

Tabela 10. Valores dos parâmetros microbiológicos do rio Piancó no trecho localizado próximo a agroindústria de queijo

Parâmetros	Valores	
	Montante	Jusante
Coliformes Totais	6,42E+04	4,65E+04
Coliformes Termotolerantes	7,53E+04	4,37E+04
<i>Escherichia coli</i>	1,60E+04	3,56E+02

Fonte: Própria

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que tanto a agroindústria de abate de aves quanto a de produção de queijos estudadas, apesar de ser de pequeno porte, possuem um elevado potencial poluidor devido a elevada carga orgânica presente, bem como no lançamento direto no meio ambiente sem qualquer tratamento prévio. Este lançamento também poderá elevar as chances de contaminação dos corpos hídricos subterrâneos.

Na agroindústria de abate de aves constatou-se elevado consumo de água. Pequenas mudanças de hábitos e conscientização podem reduzir este valor, a fim de diminuir gastos energéticos e volume de efluente gerado, sem comprometer a higienização ao longo do processo.

O maior potencial poluidor nas linhas de produção do queijo, tanto em termos de volume quanto de matéria orgânica no efluente final, foi a salmoura, e por apresentar elevada concentração matéria orgânica e sódio.

Também foi possível concluir que o efluente gerado nas duas agroindústrias estudadas ainda não atingiu diretamente o rio Piancó. A grave estiagem que assola o semiárido nordestino nos últimos quatro anos pode ter evitado o contato direto do efluente com o referido rio, cuja vazão encontra-se reduzida. Entretanto, nos períodos chuvosos, elevam-se as chances deste poluente ser lixiviado para o rio.

Com isso, se faz necessário ações de capacitação e conscientização dos produtores e funcionários das agroindústrias no intuito de otimizar o uso da água e promover sistemas de tratamento viáveis, bem como, o possível reuso destes efluentes.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, S. S. **Tratamento de água residuária de laticínios em sistemas alagados construídos cultivados com forrageiras**. Mestrado, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2006.
- ABREU, F. G. D.; BRANDÃO, J. L. B. Impactos e desafios futuros no monitoramento dos contaminantes emergentes. In. **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Bento Gonçalves, 2013.
- ADHIKARI, P.; SHUKLA, M. K.; MEXAL, J. G. Spatial Variability of Electrical Conductivity of Desert Soil Irrigated with Treated Wastewater: Implications for Irrigation Management. **Applied & Environmental Soil Science**, 2011, 1-11.
- AGUIAR NETTO, A. O. D.; GARCIA, C. A. B.; ALVES, J. D. P. H., FERREIRA, R.; SILVA, M. G. D. Physical and chemical characteristics of water from the hydrographic basin of the Poxim River, Sergipe State, Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, 185, 2013, 4417-4426.
- ALBUQUERQUE, B. P. de. **As relações entre o homem e a natureza e a crise sócio-ambiental**. Rio de Janeiro, RJ. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), 2007.
- ALVARENGA, L. A.; MARTINS, M. P. P.; CUARTAS, L. A.; PENTEADO, V. A.; ANDRADE, A. Estudo da qualidade e quantidade da água em microbacia, afluente do rio Paraíba do Sul–São Paulo, após ações de preservação ambiental. **Revista Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v, 7. 2012.
- ANA. Agência Nacional das Águas. **Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos**. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília, 2011. 154p. Disponível em: <http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/ANA%202011%20Cuidando%20das%20águas%20-%20PORTUGUESE.pdf>. Acesso em: 30 set. 2015.
- ANDRADE, L. H. **Tratamento de efluente de indústria de laticínios por duas configurações de biorreator com membranas e nanofiltração visando o reuso**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. 2011. 214p.
- ANDRADE, N.J.; MACEDO, J.A.B. **Higienização na Indústria de Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2008. p. 182.
- ANDRADE, N. J. D.; PINTO, C. L. D. O.; ROSADO, M. S.; ANDRADE, N. J. Controle da higienização na indústria de alimentos. Higiene na Indústria de Alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos. **São Paulo: Varela**, 2008, 181-226.

ANDRADE, S. O. D.; CRISPIM, D. L.; DE SOUSA, M. A.; CHAVES, A. D. C. G.; MARACAJÁ, P. B. Análise espacial da qualidade microbiológica das águas do rio Piancó no trecho Coremas-Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 10, 2015.157-161.

ANDRADE, S. O.; ÂNGELO, F. A.; LUNA, R. G. Impacto do esgoto do Riacho do Bode sobre o rio Piancó–Pombal, PB. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v.5, n.1, p. 06 - 13 janeiro/dezembro de 2011

APHA. American Public Health Association. **Standart Methods For The Examination Of Water And Wasterwater**. 19 Ed. 1999.

ASSIS, A. S. F.; CRUZ, L. T.; FERREIRA, A. S.; BESSA, M. E.; DE OLIVEIRA PINTO, M. A.; VIEIRA, C. B.; OTENIO, M. H.; MIAGOSTOVICH, M. P.; E SILVA, M. L. D. R. Relationship between viral detection and turbidity in a watershed contaminated with group A rotavirus. **Environmental Science and Pollution Research**, 22, 2015. 6886-6897.

AYMERICH, E.; ESTEBAN-GUTIÉRREZ, M.; SANCHO, L. Analysis of the stability of high-solids anaerobic digestion of agro-industrial waste and sewage sludge. **Biore-source Technology**, 144, 2013.107-114.

BARANA, A. C.; BOTELHO, V. M. B.; WIECHETECK, G. K.; DOLL, M. M. R.; SIMOES, D. R. S. Rational use of water in a poultry slaughterhouse in the state of Parana, Brazil: a case study. **Engenharia Agricola**, 34, 2014.171-178.

BARANOWSKA, I.; KOWALSKI, B. A. Rapid UHPLC method for the simultaneous determination of drugs from different therapeutic groups in surface water and wastewater. **Bulletin of environmental contamination and toxicology**, 89, 2012. 8-14.

BARBOSA, D. I. **Vazão ecológica na bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, Goiás**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil. Goiânia, 2013.

BARBOSA, I. M. V.; PINHEIRO, T. M. A.; TAKARADA, C. S.; SÁ, E. M.; ROSA, P. R.; CARDOSO, V. L.; COUTINHO FILHO, U. Otimização das condições da fermentação de soro para produção de probiótico de *Lactobacillus acidophilus*: condições de pH, tamanho do inóculo e concentração do soro no crescimento celular. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, 1, 2014. 639-644.

BASTOS, R. K. X.; MARQUES, M. O. Utilização de esgoto tratado em fertirrigação, hidroponia e piscicultura–Uma análise crítica. Rio de Janeiro: **ABES, RiMa**, 2003, 247-253.

BATISTA, A. D.; SUZUKI, L. Y.; KURODA, E. K. Avaliação da toxicidade de extratos de cepas de cianobactérias com diferentes organismos-teste. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, n. 9. 2013.

BELLANGER, B.; HUON, S.; STEINMANN, P.; CHABAUX, F.; VELASQUEZ, F.; VALLÈS, V.; ARN, K.; CLAUER, N.; MARIOTTI, A. Oxic–anoxic conditions in the water column of a tropical freshwater reservoir (Pena-Larga dam, NW Venezuela). **Applied Geochemistry**, 19, 2004. 1295-1314.

BELLIA, V. **Introdução à economia do meio ambiente**. Brasília: IBAMA, 1996.

BELTRÃO, B.A.; MORAIS, F.; MASCARENHAS J.C.; MIRANDA J.L.F.; JÚNIOR L.C.S.; MENDES V.A. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea. Estado da Paraíba**. Diagnóstico do Município de Pombal. Ministério de Minas e Energia. Recife, 2005.

BEYERSMANN, D.; HARTWIG, A. Carcinogenic metal compounds: recent insight into molecular and cellular mechanisms. **Archives of toxicology**, 82, 2008. 493-512.

BEZERRA, M. C. de L.; BURSZTYN, M. (coordenadores). **Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis: Consórcio CDS/UnB/Abipti. 2000. 223p.

BHATIA, M.; GOYAL, D. Analyzing remediation potential of wastewater through wet-land plants: A review. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, 33, 2014. 9-27.

BIANCHI, J.; ESPINDOLA, E. L. G.; MARIN-MORALES, M. A. Genotoxicity and mutagenicity of water samples from the Monjolinho River (Brazil) after receiving untreated effluents. **Ecotoxicology and environmental safety**, 74, 2011. 826-833.

BICHO, R.; LADEWIG, J. C. L.; PITANGA, F. L.; MCDONOUGH, S.; OLIVEIRA, R.; SOARES, A. M. V. M.; NOGUEIRA, A. J. A.; DOMINGUES, I. Efeito do hipoclorito de sódio em diferentes níveis tróficos do ambiente aquático. **Revista Captar: Ciência e Ambiente para Todos**, v.3 n.1, 2014. 78-88.

BLUME, K. K.; MACEDO, J. C.; MENEGUZZI, A.; SILVA, L. B. D.; QUEVEDO, D. M. D.; RODRIGUES, M. A. S. Water quality assessment of the Sinos River, Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 70, 2010.1185-1193.

BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é e o que não é**. Petrópolis: Vozes, 2012.

BORTOLUZZI, D. L. **Agroindústria familiar rural e desenvolvimento econômico: um estudo no município de doutor Maurício Cardoso/RS**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Faculdade Horizontina, Horizontina, 2013. Disponível em: <http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/Economia/2013/Eco_Dinara.pdf>. Acesso em: 02 out. 2015

BOSCH, A.; GUIX, S.; SANO, D.; PINTO, R. M. New tools for the study and direct surveillance of viral pathogens in water. **Current Opinion in Biotechnology**, 19, 2008. 295-301.

BOXALL, A. **New and Emerging Water Pollutants Arising from Agriculture**. Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). Environment Department, University of York, OECD Publishing, United Kingdom. 2012. Disponível em: <<http://www.oecd.org/tad/sustainable-agriculture/49848768.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2015.

BRANCO, A. O. T. C.; RAMOS, L. U. F. Os impactos da área urbana do município de Pombal-PB no baixo curso do rio Piancó, In: VII Congresso Brasileiro de Geógrafos. **Anais...** 2014. Disponível em: <http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404307774_ARQUIVO_ArtigoCBG-completo-oficial_doc_.pdf>. Acesso em: 10 maio 2015.

BRASIL, CONAMA. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/CONAMA/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 16 nov. 2015.

BRASIL, CONAMA. Resolução. 357, de 17 de março de 2005. **Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA**, v. 357, 2005. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/CONAMA/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2015.

BRASIL. **Portaria Nº 518/GM em 25 de março de 2004**. Ministério da Saúde. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2004/GM/GM-518.htm>>. Acesso em: 02 nov. 2014.

BRASIL. **Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011**. Ministério da Saúde. 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt-2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 05 nov. 2015.

BRUNDTLAND, G. H. **Nosso futuro comum**: comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento. 2.ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

BURGOS, T. D. N.; SCHUROFF, P. A.; LOPES, A. M.; LIMA, N. R. D.; PELAYO, J. S. Água de consumo humano proveniente de poços rasos como fator de risco de doenças de veiculação hídrica. **Revista de Ciências da Saúde**, 16, 2014.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**: v.8, n.1, 2013.

CAI, Y.; JIANG, G.; LIU, J.; ZHOU, Q. Multiwalled Carbon Nanotubes as a Solid-Phase Extraction Adsorbent for the Determination of Bisphenol A, 4-n-Nonylphenol, and 4-tert-Octylphenol. **Analytical Chemistry**, 75, 2003. 2517-2521.

CALGUA, B.; FUMIAN, T.; RUSIÑOL, M.; RODRIGUEZ-MANZANO, J.; MBAYED, V. A.; BOFILL-MAS, S.; MIAGOSTOVICH, M.; GIRONES, R. Detection and quantification of classic and emerging viruses by skimmed-milk flocculation and PCR in river water from two geographical areas. **Water Research**, 47, 2013. 2797-2810.

CAMACHO, F. P.; STROHER, A. P.; CARVALHO BONGIOVANI, M.; NISHI, L.; BERGAMASCO, R. Avaliação do processo de coagulação/floculação utilizando coagulantes naturais na remoção de cianobactérias. **e-Xacta**, 5, 2012.

CARDOSO, M. L.; PERALTA, A. H.; DE OLIVEIRA, D. M. C.; COSTANZI, R. N. Remoção de nutrientes e matéria orgânica de efluente de laticínio por sistema alagado construído híbrido em Londrina-Paraná. **Revista Hipótese**, 1, 2015.

CARLOS, C.; ALEXANDRINO, F.; VIEIRA, M. A. M.; STOPPE, N. C.; SATO, M. I. Z.; GOMES, T. A. T.; OTTOBONI, L. M. M. Prevalence of virulence factors in *Escherichia coli* isolated from healthy animals and water sources in Brazil. **Journal Of Water And Health**, 9, 2011. 138-142.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, 23, 2000. 618-622.

CARVALHO, D. L. D.; SOUZA, M. A. C. D.; ZEMPULSKI, D. A. Utilização do Método Eletrofoculação para tratamento de efluentes industriais. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, 3, 2015.

CARVALHO, M. de. **O que é natureza**. Editora Brasiliense: Coleção Primeiros Passos. 2. ed. São Paulo, 2003.

CESTONARO DO AMARAL, A.; KUNZ, A.; RADIS STEINMETZ, R. L.; JUSTI, K. C. Zinc and copper distribution in swine wastewater treated by anaerobic digestion. **Journal of Environmental Management**, 141, 2014. 132-137.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. 2009. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>>. Acesso em 15 out. 2015.

CHEN, C.; HAN, G.; HE, H.; WESTCOTT, M. Yield, protein, and remobilization of water soluble carbohydrate and nitrogen of three spring wheat cultivars as influenced by nitrogen input. **Agronomy journal**, v. 103, n. 3, p. 786-795, 2011.

CHENG, B.; LIU, Y.; YANG, H.; SONG, Y.; LI, X. Effect of copper on the growth of shrimps *Litopenaeus vannamei*: water parameters and copper budget in a recirculating system. **Chinese Journal of Oceanology and Limnology**, 32, 2014. 1092-1104.

CIRELLI, G. L.; CONSOLI, S.; LICCIARDELLO, F.; AIELLO, R.; GIUFFRIDA, F.; LEONARDI, C. Treated municipal wastewater reuse in vegetable production. **Agricultural Water Management**, 104, 2012. 163-170.

COELHO, D. S.; SIMÕES, W. L.; MENDES, A. M. S.; DANTAS, B. F.; RODRIGUES, J. A. S.; DE SOUZA, M. A. Germinação e crescimento inicial de variedades de sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, 18, 2014. 25-30.

COPETTI, A.C.C. **Resíduos de agroindústrias familiares**: impactos na qualidade da água e tratamento com técnicas simplificadas. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. D. A.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 47, 2012. 1038-1047.

CUNHA, J. P. B.; CAMPOS, A. T.; MARTINS, F. G. L.; DE PAULA, V. R.; VOLPATO, C. E. S.; DA SILVA, F. C. Demanda energética de diferentes manejos de solo no cultivo de milho. Energy demand of different soil managements in corn crop. **Bioscience Journal**, 31, 2015.

DAMSTRA, T.; BARLOW, S.; BERGMAN, A.; KAVLOCK, R.; VAN DER KRAAK, G. Chapter 3: Endocrinology and endocrine toxicology. **Global Assessment of the State of the Science of Endocrine Disruptors**, 2002. 11-32.

DIALLO, A. A.; BRUGÈRE, H.; KÉROURÉDAN, M.; DUPOUY, V.; TOUTAIN, P.-L.; BOUSQUET-MÉLOU, A.; OSWALD, E.; BIBBAL, D. Persistence and prevalence of pathogenic and extended-spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli* in municipal wastewater treatment plant receiving slaughterhouse wastewater. **Water Research**, 47, 2013. 4719-4729.

DIAS, R. **Planejamento do turismo**: política e desenvolvimento do turismo no Brasil. São Paulo: ATLAS, 2003.

DNOCS. Departamento Nacional de Obras Contra a Seca. **Sistema Curema-Mãe D'água**. 2015. Disponível em: <<http://www.dnocs.gov.br/barragens/curema/curema.htm>>. Acesso em: 10 maio 2015.

DUNIA, E.; ELISENDA PULIDO, M.; CRISTINA FERNÁNDEZ, R.; ORTEGA, J. A.; SEBASTIÁN, O.; JOSÉ, M. Degradation and Detoxification of Banana Postharvest Treatment Water Using Advanced Oxidation Techniques. **Green and Sustainable Chemistry**, 2011.

EDWIGES, T.; BOLLMANN, H. A. Avaliação temporal da carga orgânica transportada no Rio Belém, estação Prado Velho, Curitiba/PR, em eventos de chuvas. **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. São Paulo, 2007.

FABBI, L. M.; FRANÇA, R. G.; TOMAZELLI, I. B.; FILIPINI, T. A. Monitoramento de efluentes em agroindústrias de Chapecó, Santa Catarina. **Revista de Ciências Ambientais**, 1, p-67. 2011.

FAO. **Dairy production and products**: Milk production. 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/milk-production/en/#.VLgEk8m_bGs>. Acesso em: 15 jan. 2015.

FARNEDA, F. Z.; LUTINSKI, J. A.; GARCIA, F. R. M. Monitoramento de efluentes em agroindústrias de Chapecó, Santa Catarina. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v.1, n.2, p. 67 a 82, 2007.

FAVERET FILHO, P. D. S. C.; PAULA, S. R. L. D.; DUARTE, C. B. **O BNDES e a agroindústria em 2002**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, 2003. 187-199.

FAVERET FILHO, Paulo; PAULA, Sérgio de. **A agroindústria**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico E Social - BNDES, v. 50, p. 77-99, 2005.

FEITOSA, H. P. A. Floração de cianofíceas em águas de abastecimento e os riscos à saúde pública. **Revista Educação-UnG**, 9, 2014. 38-39.

FEITOSA, S. O.; SILVA, S. L.; FEITOSA, H. O.; CARVALHO, C. M.; FEITOSA, E. O. Crescimento do feijão caupi irrigado com efluente tratado e água salina sob diferentes concentrações. **Agropecuária Técnica**, 36, 2015. 146-155.

FERREIRA FILHO, S. S.; SAKAGUTI, M. Kinetic behavior of free chlorine in the liquid phase and disinfection by-product (DBP) formation. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, 13, 2008. 198-206.

FERREIRA, P. M. D. L.; QUEIROZ, M. M. F. D.; SOUSA, T. M. I.; GARRIDO, J. W. A.; COSTA, F. F. D. Qualidade físico-química da água para irrigação do Rio Piancó Piranhas Açu na cidade de Pombal–PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 9, 2014. 78-83.

FIESP/CIESP. Conservação e Reuso de Água. **Manual de Orientações para o Setor Industrial**, Vol. 1. São Paulo, 2009, p. 23-36.

FIGUEIREDO, M. C. B. D.; ARAÚJO, L. D. F. P.; GOMES, R. B.; ROSA, M. D. F.; PAULINO, W. D.; MORAIS, L. D. F. S. D. Impactos ambientais do lançamento de efluentes da carcinicultura em águas interiores. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 10, 2005. 167-174.

FILHO, R. J.; REIS., C. D.; SILVA, R. G. D. **Cenários para o leite e derivados na Região Nordeste em 2020**, SEBRAE, Recife, 2013.

FURTADO, M.R. **Reuso de Água – Tarifas em alta incentivam os primeiros projetos na indústria**. Revista Química e Derivados, n. 444, 2005. Disponível em: <<http://www.quimica.com.br/revista/qd444/reusol.html>>. Acesso em: 04 ago. 2015.

GATTA, G.; LIBUTTI, A.; GAGLIARDI, A.; BENEDEUCE, L.; BRUSETTI, L.; BORRUSO, L.; DISCIGLIO, G.; TARANTINO, E. Treated agro-industrial wastewater irrigation of tomato crop: Effects on qualitative/quantitative characteristics of production and microbiological properties of the soil. **Agricultural Water Management**, 149, 2015. 33-43.

GIAFFERIS, G. P. **Avaliação do potencial de reuso agrícola do efluente de uma estação de tratamento de esgoto com alagados construídos**. Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". Botucatu, 2011. Disponível em: <<http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq0732.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

GOMES, A. S. P.; DA SILVA, C. R.; MOREIRA, A. A. D.; DA SILVA ARAÚJO, I. N.; PEREIRA, F. C. Estudo Qualitativo da Água no Município de Picuí-PB, Enfocando os Parâmetros Cor, Turbidez e pH. **Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, 1, 2012a. 38-46.

GOMES, J. W. S.; DIAS, N. DA S.; OLIVEIRA, A. M.; BLANCO, F. F.; SOUSA NETO, O. N. Crescimento e produção de tomate cereja em sistema hidropônico com rejeito de dessalinização. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.850-856, 2011.

GOMES, S. R. C.; DE SOUZA, S. M. T.; SANTANA, A. F. B. Análise de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) em uma Indústria de Laticínios do Município de Ji-Paraná-RO. **Revista Eletrônica Saber Contábil-RSC**, 1, 2012b. 18-34.

GUILHOTO, J.J.M. ICHIHARA, S.M.; SILVEIRA, F.G.; DINIZ, B.P.C.; AZZONI, C.R.; MOREIRA, G.R.C. A importância da agricultura familiar no Brasil e em seus estados. In: Encontro Nacional de Economia, 35., 2007. Recife, PE. **Anais...** Recife, PE: ANPEC, 2007.

HINZ, R. T. P.; DALLA VALENTINA, L. V.; FRANCO, A. C. Sustentabilidade ambiental das organizações através da produção mais limpa ou pela Avaliação do Ciclo de Vida. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, 2, 2006. 91-98.

HOSHINO, M. D. F. G.; BATISTA, R. M. M.; DA CONCEIÇÃO ANTUNES, L.; SANTOS, M. D. L. S.; DE MELO HOSHINO, É.; PEREIRA, J. A. R. Características Físico-Químicas De Efluente Gerado Em Uma Indústria Pesqueira Na Região Amazônica. **Boletim Técnico Científico do Cepnor/Tropical Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 14, 2015. 27-32.

HUANG, X.; LIU, C.; LI, K.; LIU, F.; LIAO, D.; LIU, L.; ZHU, G.; LIAO, J. Occurrence and distribution of veterinary antibiotics and tetracycline resistance genes in farmland soils around swine feedlots in Fujian Province, China. **Environmental Science and Pollution Research**, 20, 2013. 9066-9074.

HUANG, X.; LIU, C.; LI, K.; SU, J.; ZHU, G.; LIU, L. Performance of vertical up-flow constructed wetlands on swine wastewater containing tetracyclines and tet genes. **Water Research**, 70, 2015. 109-117.

IBGE. **Estatística da Produção Pecuária Junho de 2015**. Brasília: IBGE, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**. 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/agri_familiar_2006_2/default.shtm>. Acesso em: 10 jul. 2014.

INBS. Instituto Brasileiro de Sustentabilidade. **A relação homem-meio ambiente**. 2013. Disponível em: <<http://www.inbs.com.br/ead/Arquivos%20Cursos/SANeMeT/A%20rela%C3%A7%C3%A3o%20homem-natureza.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2015.

JAIN, R. M.; MODY, K. H.; KESHRI, J.; JHA, B. Biological neutralization and biosorption of dyes of alkaline textile industry wastewater. **Marine Pollution Bulletin**, 84, 2014. 83-89.

JANCZUKOWICZ, W.; ZIELIŃSKI, M.; DEBOWSKI, M. Biodegradability evaluation of dairy effluents originated in selected sections of dairy production. **Bioresource Technology**, 99, 2008. 4199-4205.

JARDIM, F. A.; VON SPERLING, E.; JARDIM, B. F. D. M.; ALMEIDA, K. C. D. B. Fatores determinantes das florações de cianobactérias na água do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 19, 2014. 207-218.

JOHNSON, A. C.; AERNI, H. R.; GERRITSEN, A.; GIBERT, M.; GIGER, W.; HYLLAND, K.; JÜRGENS, M.; NAKARI, T.; PICKERING, A.; SUTER, M. J. F.; SVENSON, A.; WETTSTEIN, F. E. Comparing steroid estrogen, and nonylphenol content across a range of European sewage plants with different treatment and management practices. **Water Research**, 39, 2005. 47-58.

JONES-LEPP, T. L. Emerging Contaminants in the Environment. **Comprehensive Environmental Mass Spectrometry**, 287, 2012.

JUNIOR, N. G. P.; MENDES, C. G. D. N.; LACAVAL, P. M.; CARNEIRO, A. L. D. S.; DINIZ, H. N. Influência da vazão do rio Paraíba do Sul em parâmetros físico-químicos e seus efeitos na tratabilidade da água para consumo humano. In. **23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. ABES, Campo Grande, 2005.

KARAS, P.; METSOVITI, A.; ZISIS, V.; EHALIOTIS, C.; OMIROU, M.; PAPADOPOULOU, E. S.; MENKISSOGLU-SPIROUDI, U.; MANTA, S.; KOMIOTIS, D.; KARPOUZAS, D. G. Dissipation, metabolism and sorption of pesticides used in fruit-packaging plants: Towards an optimized depuration of their pesticide-contaminated agro-industrial effluents. **Science of The Total Environment**, 530-531, 2015. 129-139.

KELLER, R.; JUSTINO, J. F.; CASSINI, S. T. Assessment of water and seafood microbiology quality in a mangrove region in Vitória, Brazil. **Journal Of Water And Health**, 11, 2013. 573-580.

KHAN, S., AHMAD, I., SHAH, M. T., REHMAN, S. & KHALIQ, A. Use of constructed wetland for the removal of heavy metals from industrial wastewater. **Journal of Environmental Management**, 90, 2009. 3451-3457.

KOMULAINEN, H. Experimental cancer studies of chlorinated by-products. **Toxicology**, 198, 2004. 239-248.

LANATA, C. F.; FISCHER-WALKER, C. L.; OLASCOAGA, A. C.; TORRES, C. X.; ARYEE, M. J.; BLACK, R. E. For the child health epidemiology reference group of the world health organization and UNICEF. Global Causes of Diarrheal Disease Mortality in Children < 5 Years of Age: **A Systematic Review**. *PLoS ONE*, 8, 2013. e72788.

LERIPIO, A. de A.; CAMPOS, L. M. de S.; SELIG, P. M. O papel da percepção na educação e desempenho ambiental das organizações: uma discussão sobre o tema. **Contrapontos**, Itajaí, v.3, n.1, p. 119-129, 2003.

LI, M.; CAO, R.; NILGHAZ, A.; GUAN, L.; ZHANG, X.; SHEN, W. "Periodic-Table-Style" Paper Device for Monitoring Heavy Metals in Water. **Analytical Chemistry**, 87, 2015. 2555-2559.

LIM, S. L.; WU, T. Y.; CLARKE, C. Treatment and Biotransformation of Highly Polluted Agro-industrial Wastewater from a Palm Oil Mill into Vermicompost Using Earthworms. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 62, 2014. 691-698.

LIMA, C. A. G. **Análise e sugestões para diretrizes de uso das disponibilidades hídricas superficiais da bacia hidrográfica do rio Piancó, situada no Estado da Paraíba**. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2004.

LIMA, C. A. V. D.; MEDEIROS, G. A. D. Diagnóstico da qualidade da água do rio Jáguari-Mirim no Município de São João da Boa Vista-SP. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v.5, n., p. 125-138, maio/ago, 2008.

LIMA, J. O. G. D.; FRANÇA, A. M. M.; LOIOLA, H. G. Implicações hidroquímicas da condutividade elétrica e do íon cloreto na qualidade das águas subterrâneas do semiárido cearense. **Revista Virtual de Química**, 6, 2013a. 279-292.

LIMA, K.P. de; CUNHA, M.A.A. da. Gestão ambiental em agroindústrias familiares do município de Francisco Beltrão. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v. 6, n. 1, 2011.

LIMA, L. K. F. D.; PONSANO, E. H. G.; PINTO, M. F. Recuperação de biomassa bacteriana produzida no tratamento de efluente industrial. **Current Agricultural Science and Technology**, 17. 2013b.

LIMA, V. I. A.; ALVES, S. M. C.; OLIVEIRA, J. F.; BATISTA, R. O.; PINHEIRO, J. G.; DI SOUZA, L. Desempenho do sistema de tratamento de água residuárias de laticínios e os efeitos de sua disposição em Argissolo. **Water Resources and Irrigation Management**, Cruz das Almas, 2, 2013c. 93-101.

LINS, R. P.; LIMA, S. M. S.; CRUZ, P. S.; DE LUCENA, J. E. Efeito da piscicultura intensiva sobre variáveis físicas, químicas e biológicas da água de dois reservatórios do semiárido nordestino: avaliação em época de seca. **XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Campo Grande. 2009.

MACEDO, C. F.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Bol. Inst. Pesca**, 36, 2010. 149-163.

MACÊDO, J. A. B. D. **Águas & águas: métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. Ed. Jorge Macêdo, v.4, Belo Horizonte, 2013. 1055 p.

MACHADO, R. M. G.; FREIRE, V. H.; SILVA, P. C.; FIGUERÊDO, D. V.; FERREIRA, P. E. **Controle ambiental nas pequenas e médias indústrias de laticínios**. 1 ed. Belo Horizonte: Segrac, 2002, 223 p.

MARINHO, M. B. **Novas relações sistema produtivo/meio ambiente – do Controle à prevenção da poluição**. 198 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2001.

MARQUARDT, L.; ROHLFES, A. L. B.; DE MONTE BACCAR, N.; DE OLIVEIRA, M. S. R.; DOS SANTOS RICHARDS, N. S. P. Indústrias lácteas: alternativas de aproveitamento do soro de leite como forma de gestão ambiental. **Tecno-Lógica**, 15, 2012. 79-83.

MARTINS, A. E.; PEREIRA, M. S.; JORGETTO, A. O.; MARTINES, M. A. U.; SILVA, R. I. V.; SAEKI, M. J.; CASTRO, G. R. The reactive surface of Castor leaf [*Ricinus communis* L.] powder as a green adsorbent for the removal of heavy metals from natural river water. **Applied Surface Science**, 276, 2013. 24-30.

MARTINS, W. A.; OLIVEIRA, A. M. B. M. D.; MORAIS, C. E. P. D.; COELHO, L. F. D. O.; MEDEIROS, J. F. D. Reaproveitamento de resíduos agroindustriais de casca banana para tratamento de efluentes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 10, 6, 2015.

MATHEUS, C. E.; MORAES, A. J. D.; TUNDISI, T. M.; TUNDISI, J. G. **Manual de análises limnológicas**. São Carlos: Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, USP, 62, São Paulo, 1995.

MDS. **Agricultura Familiar [Online]**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, 2015. Disponível em: <<http://mds.gov.br/aceso-a-informacao/perguntas-frequentes/bolsa-familia/programas-complementares/beneficiario/agricultura-familiar>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

MDS. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. **Agricultura Familiar**. 2014. Disponível em: <<http://www.mds.gov.br/falemds/perguntas-frequentes/bolsa-familia/programas-complementares/beneficiario/agricultura-familiar>>. Acesso em: 14 jul. 2014.

MELLO, D. A. **Avaliação econômica do cultivo da soja em Rotação e sucessão de culturas: um estudo de Caso no município de Ourinhos-SP**. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista (UNESP). Botucatu, 2015.

MENDES, P. R. A.; FARIA, L. F. F. Avaliação do uso de processos de separação por membranas em efluentes de laticínios pré-tratados por coagulação/floculação. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, 1, 2015. 15084-15091.

MENDONÇA, H. V. D.; RIBEIRO, C. B. D. M.; BORGES, A. C.; BASTOS, R. R. Remoção de nitrogênio e fósforo de águas residuárias de laticínios por sistemas alagados construídos operando em bateladas. **Revista Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.7, 2012.

MENDONÇA, H. V. D.; RIBEIRO, C. B. D. M.; BORGES, A. C.; BASTOS, R. R. Sistemas Alagados Construídos em Batelada: remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio e regulação de pH no tratamento de efluentes de laticínios. **Revista Ambiente & Água**, 10, 2015. 442-453.

MENESES, C. S. **Resíduos gerados nas agroindústrias da microrregião de própria e as práticas de gestão ambiental adotadas**. Dissertação. Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2006.

- MIOR, L. C. **Agricultores familiares, agroindústrias e redes de desenvolvimento rural**. Chapecó, Unochapecó, Editora Argos. Chapecó, 2005, 338p.
- MOHAMMAD RUSAN, M. J.; HINNAWI, S. & ROUSAN, L. Long term effect of wastewater irrigation of forage crops on soil and plant quality parameters. **Desalination**, 215, 2007. 143-152.
- MOURA, E. M. **Avaliação da disponibilidade hídrica e da demanda hídrica do trecho do rio Piranhas-Açú entre os açudes Coremas-Mãe D'água e Armando Ribeiro Gonçalves**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2007.
- MORATO, L. A. N. & TEIXEIRA, R. M. Perfil e gestão de agroindústrias no semiárido sergipano. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 84-369, 2010.
- MORATO, L. A. N.; TEIXEIRA, R. M. Perfil e gestão de agroindústrias no semiárido sergipano. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, 12, 2011.
- MORETTO, D. L.; PANTA, R. E.; COSTA, A. B. D.; LOBO, E. A. Calibration of water quality index (WQI) based on Resolution nº 357/2005 of the Environment National Council (CONAMA). **Acta Limnologica Brasiliensia**, 24, 2012. 29-42.
- MÜLLER, L. R. & PARUSSOLO, L. Qualidade microbiológica da água utilizada para consumo em escolas municipais de Mamborê, Paraná. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, 9, 2014. 95-99.
- NAIME, R. H.; CARVALHO, S.; NASCIMENTO, C. A. Avaliação da qualidade da água utilizada nas agroindústrias familiares do vale dos sinos. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.2, n.1, p. 105-119, jan./abr. 2009 - ISSN 1981-9951.
- NASEHI, F.; HASSANI, A. H.; MONAVVARI, M.; KARBASSI, A. R.; KHORASANI, N. Evaluating the metallic pollution of riverine water and sediments: a case study of Aras River. **Environmental Monitoring and Assessment**, 185, 2013. 197-203.
- NAVARRO, J. M.; GARRIDO, C.; MARTINEZ, V.; CARVAJAL, M. Water relations and xylem transport of nutrients in pepper plants grown under two different salts stress regimes. **Plant Growth Regulation**, v.41, p.237-245, 2003.
- OLIVEIRA, A. B. D.; ALENCAR, N. L. M.; PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Accumulation of organic and inorganic solutes in NaCl-stressed sorghum seedlings from aged and primed seeds. **Scientia Agricola**, 68, 2011. 632-637.
- OLIVEIRA, F. D. A. D.; MARTINS, D. C.; OLIVEIRA, M. K. T. D.; NETA, M. L. D. S.; SILVA, R. T. D. Desenvolvimento inicial de cultivares de abóboras e morangas submetidas ao estresse salino. **Revista Agro@ambiente On-line**, 8, 2014. 222-229.
- OLIVEIRA, G. B. de. Uma discussão sobre o conceito de desenvolvimento. **Rev. FAE**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 37-48, maio/ago, 2002.

OMSTEDT, A.; EDMAN, M.; ANDERSON, L.; LAUDON, H. Factors influencing the acid-base (pH) balance in the Baltic Sea: a sensitivity analysis. **Tellus. Series B: Chemical and Physical Meteorology**, 62, 2010. 280-295.

ORSI, R. H.; STOPPE, N. C.; SATO, M. I. Z.; OTTOBONI, L. M. M. Identification of *Escherichia coli* from groups A, B1, B2 and D in drinking water in Brazil. **Journal Of Water and Health**, 5, 2007. 323-327.

OTTONI, B. M. D. P. **Avaliação da qualidade da água do Rio Piranhas-Açu/RN utilizando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2009. Disponível em: <<https://sigaa.ufrn.br/sigaa/verProducao?idProducao=594847&key=73fec65e0d8ed96336ca86ba507a044c>>. Acesso em: 14 out. 2015.

OVALLE, A. R. C.; SILVA, C. F.; REZENDE, C. E.; GATTS, C. E. N.; SUZUKI, M. S.; FIGUEIREDO, R. O. Long-term trends in hydrochemistry in the Paraíba do Sul River, southeastern Brazil. **Journal of Hydrology**, 481, 2013. 191-203.

PÁDUA, H. B. **Águas com dureza e alcalinidade elevadas conceitos e comportamentos ambientais observações iniciais na Região de Bonito/MS**. 2001. Disponível em: <www.abrappesq.com.br/apostila_helcias.doc>. Acesso em 15 set. 2015.

PALHARES, J. C. P.; GUIDONI, A. L.; STEINMETZ, R. L. R.; MULINARI, M. R.; SIGUA, G. C. Impacts of mixed farms on water quality of Pinhal river sub-basin, Santa Catarina, Brazil. **Archivos de zootecnia**, 61, 2012. 493-504.

PALOMA, M. D. L.; GARRIDO, J. W. A.; DE SOUSA, T. M. I.; DE QUEIROZ, M. M. F. Monitoramento da descarga líquida e da qualidade da água em uma seção transversal do rio Piancó Piranhas-Açu, Pombal–PB. In. **XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Maceió, 2011.

PEHLIVANOGLU, E.; SEDLAK, D. L. Bioavailability of wastewater-derived organic nitrogen to the alga *Selenastrum Capricornutum*. **Water Research**, 38, 2004.3189-3196.

PEREIRA, B. F. F.; HE, Z. L.; STOFFELLA, P. J.; MELFI, A. J. Reclaimed wastewater: Effects on citrus nutrition. **Agricultural Water Management**, 98, 2011. 1828-1833.

PINTO, A. H. **Tratamento de turbidez em efluente utilizando coagulante orgânico**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização). Gestão Ambiental em Municípios, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

PORCY, C.; FERRO, T. A. F.; MONTEIRO, S. G.; MENEZES, R. A. D. O.; BARBOSA, F. H. F.; MONTEIRO NETO, V. Epidemiologia da doença diarreica associada às *Escherichia coli* diarreiogênicas em crianças residentes em uma área alagada de Macapá–Amapá, Brasil. **Ciência Equatorial**, 3. 2013.

PRIBERAM. **Dicionário Priberam da Língua Portuguesa**. Disponível em: <<http://www.priberam.pt/dlpo/>>. Acesso em: 02 mai. 2013.

QUEIROZ, M. M. F. D.; DANTAS, E. F.; DA SILVA, A. L. Qualidade e quantidade da água do rio Piancó, tributário do rio Piranhas-Açu na região Nordeste. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 8, 2013. 50-58.

QUEIROZ, M. M. F. de; DANTAS, E. F.; SILVA, A. L. da. Qualidade e quantidade da água do rio Piancó, tributário do rio Piranhas-açu na região nordeste. **Revista Verde** (Mossoró – RN - BRASIL), v. 8, n. 2, p. 49-58, abr-jun, 2013.

RADOVIĆ, T.; GRUJIĆ, S.; PETKOVIĆ, A.; DIMKIĆ, M.; LAUŠEVIĆ, M. Determination of pharmaceuticals and pesticides in river sediments and corresponding surface and ground water in the Danube River and tributaries in Serbia. **Environmental Monitoring and Assessment**, 187, 2014. 1-17.

RAMASAMY, E. V.; ABBASE, S. A. Energy recovery from dairy wastewaters: impacts of biofilm support system on anaerobic CST reactors. **Applied Energy**. n. 65, 2000. p. 91-98.

RAMJEAWON, T. Cleaner production in Mauritian cane-sugar factories. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v.8, p. 503-510, 2000.

REBELLO, R. C. D. L.; REGUA-MANGIA, A. H. Potential enterovirulence and antimicrobial resistance in *Escherichia coli* isolates from aquatic environments in Rio de Janeiro, Brazil. **Science of The Total Environment**, 490, 2014.19-27.

REHMAN, A.; SHAKOORI, F. R.; SHAKOORI, A. R. Heavy metal resistant freshwater ciliate, *Euplotes mutabilis*, isolated from industrial effluents has potential to decontaminate wastewater of toxic metals. **Bioresource Technology**, 99, 2008. 3890-3895.

RIBEIRO, E. A.; SANDRI, D.; BOÊNO, J. A. Qualidade da água de córrego em função do lançamento de efluente de abate de bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 17, 2013, 425p.

ROCHA, C. H. B.; FREITAS, F. A.; SILVA, T. M. D. Changes in limnological variables of water reservoir in Juiz de Fora due to land use. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 18, 2014. 431-436.

ROCHA, F. C.; ANDRADE, E. M.; LOPES, F. B. Water quality index calculated from biological, physical and chemical attributes. **Environmental monitoring and assessment**, 187, 2015. 1-15.

ROHLFES, A. L. B.; DE MONTE BACCAR, N.; DE OLIVEIRA, M. S. R.; MARQUARDT, L.; WEIS, L.; LOPES, L.; BLEY, D. E.; HOCHSCHEID, S. L. Aproveitamento de subproduto de agroindústrias do setor queijeiro para desenvolvimento de produtos alimentícios e redução de impacto ambiental. **Tecno-Lógica**, 18, 2014. 13-18.

ROSA, F. M. C.; FERRARI, F.; FONSECA, I. A.; MANIGLIA, T. C. 2014. Cianobactérias de uma represa artificial conectada ao Rio Chopim–Dois Vizinhos, PR, Brasil. In: **II Semana Acadêmica de Biologia**. Dois Vizinhos, 2014.

ROSA, J. M. O.; WESTERICH, J. N.; WILCKEN, S. R. S. Reprodução de *Meloidogyne enterolobii* em olerícolas e plantas utilizadas na adubação verde. **Revista Ciência Agrônômica**, 46, 2015, 826-835.

ROSSETTI, R. P. **Evolução da carga orgânica de origem doméstica no rio Paraíba do Sul, no trecho paulista, no período de 1998 a 2007**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

RUSIÑOL, M.; CARRATALÀ, A.; HUNDESA, A.; BACH, A.; KERN, A.; VANTARAKIS, A.; GIRONES, R.; BOFILLMAS, S. Description of a novel viral tool to identify and quantify ovine faecal pollution in the environment. **Science of The Total Environment**, 458–460, 2013. 355-360.

SACHS, I. As cinco dimensões do ecodesenvolvimento. In: **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Studio Nobel, 1993.

SANTOS, J. J. N. D.; SOUSA, I. C. D. S.; BEZERRA, D. C.; COIMBRA, V. C. D. S.; CHAVES, N. P. Desafios de adequação à questão ambiental em frigoríficos na cidade de São Luís, Maranhão: diagnóstico de situação. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 4, 2015.

SANTOS, J. O. D., SANTOS, R. M. D. S., GOMES, M. A. D., MIRANDA, R. C. D. & NÓBREGA, I. G. D. M. A qualidade da água para o consumo humano: Uma discussão necessária. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, 7, 2013. 19-26.

SANTOS, L. F. M. V. **Distribuição de nutrientes (nitrogênio e fósforo) no Rio dos Mangues, Porto Seguro, Bahia**. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Santa Cruz. Santa Cruz, 2011.

SANTOS, M. **Metamorfose do espaço habitado**. São Paulo: HUCITEC, 1996. 124p.

SARAFRAZ-YAZDI, A.; AMIRI, A.; ROUNAGHI, G.; ESHTIAGH-HOSSEINI, H. Determination of non-steroidal anti-inflammatory drugs in water samples by solid-phase microextraction based sol–gel technique using poly (ethylene glycol) grafted multi-walled carbon nanotubes coated fiber. **Analytica chimica acta**, 720, 2012. 134-141.

SARAIVA, C. B. **Potencial poluidor de um laticínio de pequeno porte: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2008. Disponível em: <http://www.tede.ufv.br/tedesimplificado/tde_arquivos/39/TDE-2009-06-19T075605Z-1692/Publico/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 19 out. 2015.

SCALIZE, P. S.; DOS SANTOS BARROS, E. F.; SOARES, L. A.; HORA, K. E. R.; FERREIRA, N. C.; BAUMANN, L. R. F. Avaliação da qualidade da água para abastecimento no assentamento de reforma agrária Canudos, Estado de Goiás. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, 9, 2014. 696-707.

SCATOLIN, F. D. **Indicadores de desenvolvimento: um sistema para o Estado do Paraná**. Porto Alegre, 1989. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SCHATZMANN, H. C. **Tratamento avançado de efluentes de frigorífico de aves e o reúso da água**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmLui/bitstream/handle/123456789/106649/272194.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 30 out. 2015.

SERPA, L.; PRIAMO, W. L.; REGINATTO, V. Destino ambientalmente correto a rejeitos de queijaria e análise de viabilidade econômica. In. **2nd International Workshop Advances in Cleaner Production**. São Paulo, 2009.

SILVA, A. M. M. D.; SACOMANI, L. B. Using chemical and physical parameters to define the quality of Pardo River water (Botucatu-SP-Brazil). **Water Research**, 35, 2001. 1609-1616.

SILVA, B. H. D. L. & MELO, M. A. B. D. Trihalometanos em água potável e riscos de câncer: simulação usando potencial de interação e transformações de Bäcklund. **Química Nova**, 38, 2015. 309-315.

SILVA, C. A. D. **Agro-industries for development**, CAB International, Roma, 2009. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/017/i3125e/i3125e00.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2015.

SILVA, C. C. D.; SILVA, E. A. D.; TOLEDO, L. A. D.; LIMA, M. A. G.; MOREIRA, R.; CÂNDIDO, M. R.; RITA, F. D. S.; SANTOS, C. S. 2014. Análises do perfil bacteriológico das águas do Ribeirão das Antas, no município de Cambuí-MG, como indicador de saúde e impacto ambiental. **Revista Agrogeoambiental**, Edição Especial nº 2, 2014

SILVA, J. G. S.; PAULA, L. A. M. D.; ESMERALDO, G. G.; MONTE, F. C. D. Impactos da seca nas unidades produtivas familiares assentados. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, Ano XVI Nº 30 dezembro de 2014 Salvador, BA.

SIMÕES, K.S.; PEIXOTO, M.F.S.P.; ALMEIDA, A.T.; LEDO, C.A.S.; PEIXOTO, C.P.; PEREIRA, F.A.C. Água residual de esgoto doméstico tratado na atividade microbiana do solo e crescimento da mamoneira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n.5, p. 518-523, 2013.

SORENSEN, J. P. R.; LAPWORTH, D. J.; NKHUWA, D. C. W.; STUART, M. E.; GODDY, D. C.; BELL, R. A.; CHIRWA, M.; KABIKA, J.; LIEMISA, M.; CHIBESA, M.; PEDLEY, S. Emerging contaminants in urban groundwater sources in Africa. **Water Research**, 72, 2015. 51-63.

SOUSA, D. N. R. D.; MOZETO, A. A.; CARNEIRO, R. L.; FADINI, P. S. Electrical conductivity and emerging contaminant as markers of surface freshwater contamination by wastewater. **Science of The Total Environment**, 484, 2014. 19-26.

SOUSA; J.T.; HENRIQUE; I.N.; LEITE; V.D.; LOPES, W. S. Tratamento de águas residuárias: uma proposta para a sustentabilidade ambiental. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 1, p. 90-97, 2006.

SOUZA, C. F.; BASTOS, R. G.; GOMES, M. P. D. M.; PULSCHEN, A. A. Efficiency of domestic wastewater treatment plant for agricultural reuse. **Revista Ambiente & Água**, 10, 2015. 587-597.

SOUZA, M. D.; PINTO, F. G. D. S.; FRUET, T. K.; PIANA, P. A.; MOURA, A. C. D. Water quality indicators for environmental and resistance profile of *Escherichia coli* strains isolated in Rio Cascavel, Paraná, Brazil. **Engenharia Agrícola**, 34, 2014. 352-362.

STHIANNOPKAO, S.; SREESAI, S. Utilization of pulp and paper industrial wastes to remove heavy metals from metal finishing wastewater. **Journal of Environmental Management**, 90, 2009. 3283-3289.

SULZBACHER, A. W. Agroindústria familiar rural: Caminhos para estimar impactos sociais. In: XIX **Encontro Nacional de Geografia Agrária**, São Paulo, 2009, pp. 1-25.

SURESH, B.; RAVISHANKAR, G. A. Phytoremediation – A Novel and Promising Approach for Environmental Clean-up. **Critical Reviews in Biotechnology**, 24, 2004. 97-124.

THOMPSON, M. Y.; BRANDES, D.; KNEY, A. D. Using electronic conductivity and hardness data for rapid assessment of stream water quality. **Journal of Environmental Management**, 104, 2012. 152-157.

TOMINAGA, M. Y.; MIDIO, A. F. Exposição humana a Trihalometanos presentes em água tratada. **Revista de Saúde Pública**, 33, 1999. 413-421.

TONIAL DOS SANTOS, T. R.; CARDOSO VALVERDE, K.; NISHI, L.; BERGAMASCO, R.; FERNANDES VIEIRA, M. Estudo da formação de Trihalometanos no processo de coagulação/floculação/adsorção em carvão ativado vegetal com o coagulante natural *Moringa oleifera* lam para tratamento de água de abastecimento. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, 5, 2013. 64p

TRENTIN, I. C. L.; WESZ JUNIOR, V. J. **Desenvolvimento e agroindústria familiar**. 2004. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/12/05P305.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2015.

TRENTIN, I. C. L.; WESZ JUNIOR, V. J. **Desenvolvimento e agroindústria familiar**. 2013. Disponível em: <http://www.filo.unt.edu.ar/centinti/cehim/jornadas_antrop/desenvolvimento%20e%20agroindustria%20familair.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2014.

UNWWAP, U. N. W. W. A. P. **The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World**. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization Paris, France, 2015.

VALIN, H.; SANDS, R. D.; VAN DER MENSBRUGGHE, D.; NELSON, G. C.; AHAMMAD, H.; BLANC, E.; BODIRSKY, B.; FUJIMORI, S.; HASEGAWA, T.; HAVLIK, P.; HEYHOE, E.; KYLE, P.; MASON-D'CROZ, D.; PALTSEV, S.; ROLINSKI, S.; TABEAU, A.; VAN MEIJL, H.; VON LAMPE, M.; WILLENBOCKEL, D. The future of food demand: understanding differences in global economic models. **Agricultural Economics**, 45, 2014. 51-67.

VASCONCELOS, A. V.; SILVA, M. R. D. **Avaliação físico-química e microbiológica da qualidade da água de pequenos laticínios da região de Francisco Beltrão/PR**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2013.

VASCONCELOS, J. F.; BARBOSA, J. E. L.; DINIZ, C. R.; CEBALLOS, B. S. O. Cianobactérias em reservatórios do Estado da Paraíba: ocorrência, toxicidade e fatores reguladores. **Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia**, 39, 2011. 1-20.

VASCONCELOS, V. D. M. M.; SOUZA, C. F. Caracterização dos parâmetros de qualidade da água do manancial Utinga, Belém, PA, Brasil/Characterization of water quality parameters of the reservoir Utinga, Belém, PA, Brazil. **Revista Ambiente & Água**, 6, 2011. 305.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte, Editora UFMG, 2014.

VOURCH, M.; BALANNEC, B.; CHAUFER, B.; DORANGE, G. Treatment of dairy industry wastewater by reverse osmosis for water reuse. **Desalination**, v. 219, p. 190–202, 2008.

WESZ JUNIOR, V. J.; TRENTIN, I. C. Desenvolvimento territorial com agroindústrias familiares. **Paper apresentado a SOBER de Ribeirão Preto**. 2005. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/2/468.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2015.

WETZEL, R. G. References Cited. In: WETZEL, R. G. (ed.) **Limnology (Third Edition)**. San Diego: Academic Press, 2001.

WILHELM FILHO, D.; TORRES, M. A.; ZANIBONI-FILHO, E.; PEDROSA, R. C. Effect of different oxygen tensions on weight gain, feed conversion, and antioxidant status in piapara, *Leporinus elongatus* (Valenciennes, 1847). **Aquaculture**, 244, 2005. 349-357.

WU, J.; LONG, S.; DAS, D.; DORNER, S. Are microbial indicators and pathogens correlated? A statistical analysis of 40 years of research. **Journal of water and health**, 9, 2011. 265-278.

XU, J.; WU, L.; CHANG, A. C.; ZHANG, Y. Impact of long-term reclaimed wastewater irrigation on agricultural soils: A preliminary assessment. **Journal of Hazardous Materials**, 183, 2010. 780-786.

YAO, L.; WANG, Y.; TONG, L.; LI, Y.; DENG, Y.; GUO, W.; GAN, Y. Seasonal variation of antibiotics concentration in the aquatic environment: a case study at Jiangnan Plain, central China. **Science of The Total Environment**, 527–528, 2015. 56-64.

YI, Y.; YANG, Z.; ZHANG, S. Ecological risk assessment of heavy metals in sediment and human health risk assessment of heavy metals in fishes in the middle and lower reaches of the Yangtze River basin. **Environmental Pollution**, 159, 2011. 2575-2585.

ZADINELO, I. V.; SERENISKI, R. M.; BORIN, R.; FAGNANI, K. C.; STREMEL, D. P.; GOMES, L. F. S. Potencial da produção de biogás a partir de efluente pré-tratado de abatedouro de aves da região Oeste do Paraná. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, n. 2. 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE I
ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO SISTEMÁTICA

Nome da agroindústria:	
Endereço:	
Data da entrevista:	
Horário:	
Observador:	Sanduel Oliveira de Andrade

Principais tipos de poluição observados	Comentários do observador
Poluição água	
Poluição solo	
Poluição ar	
Poluição sonora	
Outros	

APÊNDICE II QUESTIONÁRIO

ROTEIRO DE ENTREVISTA APLICADO JUNTO AOS PROPRIETÁ- RIOS/GERENTES DAS AGROINDÚSTRIAS

Nome da agroindústria:	
Endereço:	
Telefone/E-mail:	
Nome do entrevistado/cargo:	
Nº de funcionários:	
Data da entrevista:	
Tipo de atividade:	

1. Quais as etapas que necessitam de água durante o processo produtivo (direto e indireto)?

2. Qual a quantidade (diária) de água utilizada na produção? _____

3. Qual o tipo de energia utilizada na produção?

() elétrica

() solar

() carvão

() outros. Especifique: _____

4. Quais os produtos e subprodutos fabricados? _____

5. Qual a quantidade de produtos e subprodutos fabricados por dia? _____

6. A empresa efetua o gerenciamento do processo produtivo?

() sim

() não.

7. É produzido algum tipo de resíduo?

() sim () não

8. Qual o tipo de resíduo produzido?

() sólido

() líquido.

9. Quais os resíduos sólidos produzidos? _____
10. Qual a quantidade (diária) de resíduo sólido produzido? _____
11. Algum resíduo sólido é aproveitado?
() sim. Quais: _____
() não.
12. De que maneira os resíduos sólidos são aproveitados? _____
13. Que destino é dado aos resíduos sólidos que não são aproveitados?
() Lixão municipal
() Queima a céu aberto
() Enterrado
() outro. Especifique
14. Quais os resíduos líquidos produzidos? _____
15. Qual a quantidade (diária) de resíduo líquido produzido? _____
16. Algum resíduo líquido é aproveitado?
() sim. Quais? _____
() não.
17. Onde os resíduos líquidos são aproveitados? _____
18. De que maneira os resíduos líquidos que não são aproveitados?
() ETE (estação de tratamento de esgotos)
() Algum tratamento específico
() Fossas
() outro.
19. Existe algum dano ambiental relacionado a atividade?
() sim
() não.
20. Quais os principais danos ambientais decorrentes da produção?
() poluição água
() poluição solo
() poluição ar
() outro. Cite: _____

APÊNDICE III
FLUXOGRAMA DA CADEIA PRODUTIVA

Nome da Agroindústria: _____

Nome da Comunidade: _____

Fluxograma da Cadeia Produtiva

