



## Impacto ambiental de uma agroindústria de abate de aves no município de Pombal, Paraíba

### *Environment impact of an agro-industry of slaughter of poultry in the city of Pombal, Paraíba state*

*Sanduel Oliveira de Andrade<sup>1</sup>; Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira<sup>2</sup>; Daniele de Matos Ferreira<sup>3</sup>; Francisco Alves da Silva<sup>4</sup>; Luiz Fernando de Oliveira Coelho<sup>5</sup>.*

**Resumo:** As ações antrópicas têm gerados sérios impactos negativos na qualidade da água. Este fato é agravado no Semiárido nordestino, sendo 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, que geram uma quantidade considerável de efluentes que são eventualmente lixiviados até atingir um corpo hídrico receptor, causando detrimento da qualidade de suas águas. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o potencial poluidor de uma agroindústria de abate de aves sobre o rio Piancó, município de Pombal, Paraíba. A pesquisa foi desenvolvida no período de maio de 2014 a dezembro de 2015 com coletas de amostras do efluente bruto e rio Piancó, adjacentes a agroindústria para avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. A agroindústria, apesar de ser de pequeno porte, possui um elevado potencial poluidor pela acentuada carga orgânica presente, bem como no lançamento diretamente no meio ambiente sem qualquer tratamento prévio, podendo contaminar corpos hídricos subterrâneos. O efluente gerado não atingiu diretamente o rio Piancó, possivelmente, ocasionado pela forte estiagem que atinge a região. Entretanto, nos períodos chuvosos, eleva-se as chances deste poluente ser lixiviado para o rio.

**Palavras-chave:** Efluente; Saneamento; Produção familiar; Semiárido.

**Abstract:** Anthropogenic actions have generated serious negative impacts on water quality. This fact is aggravated in the northeastern semi-arid region, and the availability of water is quite limited due to its climatic conditions. Much of the economy of the Northeast Region is focused on the rural sector, where agroindustry's are inserted, which generate a considerable amount of effluents that are eventually leached until reaching a receiving water body, causing detriment of the quality of its waters. Therefore, the objective was to evaluate the polluting potential of a poultry farming agroindustry on the Piancó River, Pombal, Paraíba. The research was carried out from May 2014 to December 2015 with samples collected from the raw effluent and Piancó river, adjacent to the agroindustry to evaluate the physical-chemical and microbiological parameters. The agroindustry, despite being small, has a high polluting potential due to the high organic load present, as well as the release directly into the environment without any previous treatment, and can contaminate underground water bodies. The generated effluent did not reach directly the Piancó river, possibly, caused by the strong drought that reaches the region. However, in the rainy periods, the chances of this pollutant being leached to the river rises.

**Key words:** Wastewater; Sanitation; Family production; Semiarid.

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 16/03/2016; aprovado em 11/10/2016

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); Especialista em Geoprocessamento. Faculdades Integradas de Patos (FIP); Especialista em Educação Ambiental e Geografia do Semiárido. Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN). Mestrando em Sistemas Agroindustriais. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). E-mail: sanduelandrade@hotmail.com

<sup>2</sup>Engenharia Química, Professora Doutora - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG/UACTA, Campus Pombal PB – Rua Jairo Viera Feitosa, n 1770, Bairro dos Pereiros, CEP: 58840-000. E-mail: andrea.maria@ufcg.edu.br

<sup>3</sup>Graduanda em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG/UACTA, Campus Pombal PB. E-mail: danielamatosufpb@gmail.com

<sup>4</sup>Técnico em Química - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG/UACTA, Campus Pombal PB – Rua Jairo Viera Feitosa, n 1770, Bairro dos Pereiros, CEP: 58840-000. E-mail:

<sup>5</sup>Técnico em Química - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG/UACTA, Campus Pombal PB – Rua Jairo Viera Feitosa, n 1770, Bairro dos Pereiros, CEP: 58840-000. E-mail: luisfoc@ccta.ufcg.edu.br.



**INTRODUÇÃO**

A disponibilidade de água no semiárido é limitada em virtude dos baixos índices pluviométricos e sua irregularidade. Sua economia ainda é, em grande parte, voltada ao setor rural. Esta, por sua vez, necessita de água para suas atividades, a exemplo da pecuária e agricultura. Dentro deste contexto estão inseridas as agroindústrias, onde o agricultor familiar agrega valor à sua produção.

Como todo empreendimento industrial, as agroindústrias têm gerado uma quantidade significativa de efluentes, onde em sua maioria são despejados ao meio ambiente sem atentar para as normativas exigidas pela legislação ambiental. Este efluentes podem ser lixiviados até atingir um corpo receptor, como um rio por exemplo.

Entretanto, a existência de agroindústrias possui diversos aspectos positivos, como a diminuição da 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).

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

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.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o impacto ambiental de uma agroindústria de abate de aves sobre o rio Piancó, município de Pombal-PB.

**MATERIAL E MÉTODOS**

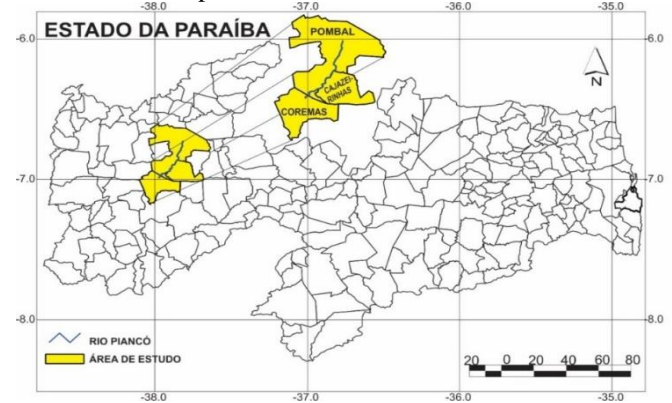
**Caracterização da área de estudo**

O trabalho foi realizado em uma agroindústria familiar de abate de aves localizada nas proximidades do trecho perenizado do rio Piancó no município de Pombal (PB), destacado na Figura 1, durante o período de maio de 2014 a novembro de 2015.

Na cidade de Pombal (PB), o referido rio une-se com o 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.

O município está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas (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. (MOURA, 2007).

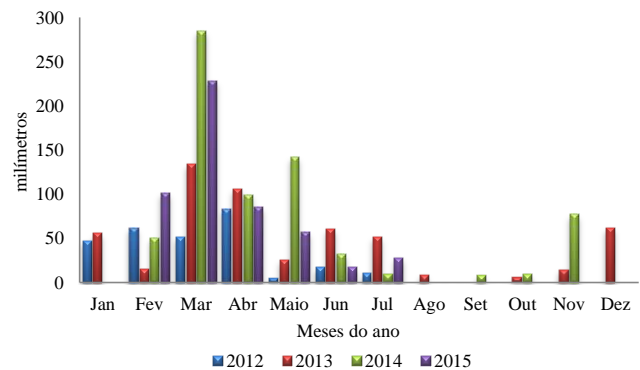
**Figura 1.** Mapa da localização do trecho perenizado do rio Piancó no município de Pombal, Paraíba



Fonte: Autor (2016)

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 2.

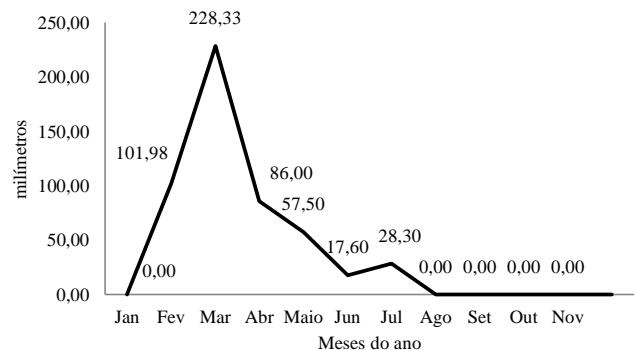
**Figura 2.** Registro pluviométrico de 2012 a 2015 em Pombal-Paraíba



Fonte: EMATER (2015)

Ao analisar a precipitação do município de Pombal apenas no ano de 2015 é possível observar uma maior concentração de chuvas no período de março a julho, sendo observado também que não houve registro de chuvas após esse período no município (Figura 3).

**Figura 3.** Registro pluviométrico do município de Pombal, Paraíba no ano de 2015



Fonte: EMATER (2015)

### 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 do abate das aves. As amostras do corpo receptor foram coletadas duas vezes ao dia nos horários de 7 e 15 horas a 20 m da jusante e montante.

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

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

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), 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 1.

**Tabela 1.** Identificação da metodologia utilizada para análise das águas coletadas no Rio Piancó. Pombal, Paraíba

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
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)

### Quantificação do consumo de água

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

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Consumo de água

A quantidade de água utilizada durante o abate das aves foi de 2.716 litros por ciclo de abate. Um fato importante a ser destacado diz respeito a origem desta água. A água é coletada diretamente do Rio Piancó e submetida a tratamento com cloro. Segundo Santos et al. (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.

Santos et al. (2015) salientam 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 quatro átomos de hidrogênio estão substituídos por átomos de cloro.

Diversos trabalhos relacionam o desenvolvimento de certos tipos de câncer a exposição à Trihalometanos (THM)

(SILVA; MELO, 2015; FERREIRA FILHO et al., 2008; KOMULAINEN, 2004; TOMINAGA; MIDIO, 1999). A Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece um valor limite permitido de 0,1 mg.l<sup>-1</sup> 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, remoção das vísceras e lavagem final das aves, conforme mostram as Figuras 4A; B e C 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) afirmam 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.

Schatzmann (2009) afirma que o consumo da água está relacionado com a 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, facilitam o processo e tratamento e depuração do efluente.

**Figura 4.** (A) Limpeza dos utensílios; (B) Escaldagem; (C) Limpeza final das aves em agroindústria familiar de abate de aves nas proximidades do rio Piancó no município de Pombal, Paraíba



Fonte: Autor (2016)

### Caracterização do efluente agroindustrial

A determinação de certos parâmetros físico-químicos das águas de um determinado corpo hídrico colabora 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., 2010).

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 organis-

mo 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 oriundo da agroindústria de abate de aves na cidade de Pombal apresenta temperatura média no início do abate de 27,48°C, mantendo-se constante no final da produção, com média de 27,37°C (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores dos parâmetros do efluente de abate e processamento de aves na cidade de Pombal, Paraíba

Parâmetros	Valores	
	Início da produção	Final da produção
Temperatura	27,48	27,37
pH	7,4	6,66
Condutividade Elétrica ( $\mu\text{s.cm}^{-1}$ )	1.237	1.440
Sólidos Sedimentares ( $\text{mL.L}^{-1}$ )	6,13	3,5
Sólidos Totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	1.800	1.561
Sólidos Totais Fixos ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	569	483
Sólidos Totais Voláteis ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	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
N org. ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	72,24	92,12
Na ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	4,67	3,49
K ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	2,26	2,09

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 de 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 1.238  $\mu\text{s.cm}^{-1}$  no início da produção a 1.440  $\mu\text{s.cm}^{-1}$  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.

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 mL.L<sup>-1</sup>. O limite de materiais sedimentáveis estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011 para lançamento de efluente em corpos hídricos receptores é de 1 mL.L<sup>-1</sup> 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 mg.L<sup>-1</sup>. 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 mg.L<sup>-1</sup> no início da produção para 483 mg.L<sup>-1</sup> no final, enquanto o STV, oscilou entre 1.231 e 1.078 mg.L<sup>-1</sup> 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 (mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>) 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, conseqüentemente 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 mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>.

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 a 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 conseqüentemente 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 a 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 mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>, valores abaixo dos encontrados por Zadinelo et al. (2013) que, analisando o efluente gerado por um abatedouro de aves localizado no Estado do Paraná constataram o valor da DBO de 1.150 mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>. 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 decompor-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.

Na Demanda Química de Oxigênio (DQO) foram encontrados valores entre 3.027 e 2.249 mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>, no início e no final da produção respectivamente, resultados aproximados aos obtidos por Zadinelo et al. (2013) em efluentes oriundo de abate de aves, obtendo valores médios de 2.285 mg.L<sup>-1</sup>. 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 mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>.

Os valores de Nitrogênio Orgânico encontrados nos efluentes variaram de 72,24 a 92,12 mg.L<sup>-1</sup>. Pehlivanoglu e Sedlak (2004) afirmam que 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 mg.L<sup>-1</sup>. Essa forma de nitrogênio também é bastante relevante no solo. Aproximadamente 98% do 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 mg.L<sup>-1</sup>, no início da produção, e 3,49 mg.L<sup>-1</sup> no final do processo. Foi observado 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 conseqüentemente, 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 e 2,09 mg.L<sup>-1</sup>. Os resultados demonstraram que o efluente possui quantidades consideráveis destes 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, conforme mostra a Figura 5A. Esses resíduos, depois de certo tempo no ambiente, se caracterizam por apresentar odor fétido, caracterizado na Figura 5B. 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 5.** (A) Caracterização do efluente gerado; (B) Destino final do efluente em agroindústria familiar de abate de aves nas proximidades do rio Piancó no município de Pombal, Paraíba



Fonte: Autor (2016)

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 e 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 se 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 Tabela 3.

**Tabela 3.** Valores em NMP dos parâmetros microbiológicos do efluente de abate e processamento de aves na cidade de Pombal, Paraíba

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

#### Caracterização das águas do rio Piancó em torno da agroindústria

Na Tabela 4 observa-se as composições do efluente coletado das águas do rio Piancó, próximas às instalações do abatedouro.

**Tabela 4.** 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
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

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 está 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  $\text{H}^+$  e  $\text{OH}^-$  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 que 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  $\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$ , 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  $2.000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  não apresentaram produção satisfatória.

Silva e Sacomani (2001), analisando as águas do Rio Pardo, localizado no município de Botucatu – SP, encontraram valores de condutividade da ordem de 17,77 a  $39,07 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Tal discrepância dos valores encontrados Silva e Sacomani (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  $248 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , 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  $100 \text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$  são indicativos de impactos ambientais negativos, provavelmente por origem antrópica.

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

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

Quanto a cor aparente das águas do rio Piancó obtive 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 Piancó 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 aparente está relacionada ao material em suspensão existente na água enquanto que a cor verdadeira está relacionada a materiais dissolvidos.

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. O referido autor salienta 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 a 153,55 uH nas águas do Rio Cascavel, Estado do Paraná. A autora justifica 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 fonte 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 roupas, 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 2, 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 Piancó variaram entre 3,53 a  $4,05 \text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$ . Ferreira et al. (2014) obtiveram dados com valores mais elevados, que variam de 4,1 a  $7,7 \text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$ , sendo  $5,52 \text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$  a média do período seco. Pela resolução CONAMA nº 357/2005, os valores de oxigênio dissolvido devem ser superiores a  $5 \text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$  para águas de classe 2. 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  $5,7 \text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$ .

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 e 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 análise acurada das características locais do ambiente em estudo.

Os valores obtidos de  $\text{DBO}_5$ , das águas do rio Piancó variaram de 21,57 a  $22,33 \text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$ , permanecendo acima da faixa tolerada pela resolução CONAMA nº 357/2005 que estabelece o valor máximo de  $5 \text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$ . Ferreira et al. (2014) obtiveram dados com valores entre 0,4 a  $4,1 \text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$  em outro ponto do rio. Silva e Sacomani (2001) constataram valores de 0,96 a  $12,01 \text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$  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 nas águas. 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 Piancó variou de 17,67 a  $19,61 \text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$ . Silva e Sacomani (2001), avaliando a qualidade das águas do rio Pardo, Município de Botucatu-SP, constataram que os níveis de DQO variaram entre 1,96 a  $15,82 \text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$  e logo a jusante de um ponto de lançamento de efluente tratado, atingiu picos de  $6.382 \text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$ .

De acordo com Silva Sarcomani (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. As legislações do Conama não estabelecem valores limites para esses parâmetros em rios de classe II.

O valor médio de Nitrogênio orgânico encontrado nas águas do rio Piancó foi de  $4,69 \text{ mg.L}^{-1}$ . 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  $0,3 \text{ mg-N.L}^{-1}$ . 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  $0,29 \text{ mg.L}^{-1}$ . 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  $1,35 \text{ mg.L}^{-1}$ . A Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde fixa o valor limite permitido de Sódio em  $200 \text{ mg.L}^{-1}$ , portanto as águas do rio Piancó nos trechos avaliados estão em conformidade com a legislação vigente.

A contaminação por excesso de nutrientes 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 constatada uma elevada presença de aguapés (*Eichhornia crassipes*), conforme observa-se na Figura 6. O excesso de espécies aquáticas acarretará na redução do oxigênio dissolvido na coluna de água, provocando estresse ou até a morte destas espécies.

Também foi verificada a possível presença de cianobactérias no trecho do rio estudado, conforme destacado na Figura 7.

A ANA (2011) destaca que as cianobactérias podem 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 aprofundarem 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.

**Figura 6.** Elevada concentração de aguapés (*Eichhornia crassipes*) no Rio Piancó, Pombal, Paraíba



Fonte: Autor (2016)

**Figura 7.** Possível presença de cianobactérias no Rio Piancó.



Fonte: Autor (2016)

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.

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* (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, Pombal, Paraíba

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

De acordo com Müller e Parussolo (2014), 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*. 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.

Foi possível observar que a população faz uso das águas do rio Piancó para recreação e lavagem de roupas, como mostra as Figura 8A e B respectivamente. 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* diarréogênica (DEC), especialmente em crianças com sistema imunológico debilitado, resultando em ônus para saúde pública.

## CONCLUSÕES

A agroindústria de abate de aves, apesar de ser de pequeno porte, possui um elevado potencial poluidor devido à elevada carga orgânica presente, bem como, no lançamento direto no meio ambiente sem qualquer tratamento prévio. Existe um elevado consumo de água durante o processo de preparo e beneficiamento das aves, não havendo controle prévio e uso racional deste recurso.

O efluente gerado não atinge 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.

## REFERÊNCIAS

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.

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 e 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.

ASSIS, A. S. F.; CRUZ, L. T.; FERREIRA, A. S.; BESSA, M. E.; PINTO, M. A. O.; 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

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 Agrícola*, 34, 2014.171-178.

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.

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.

BHATIA, M.; GOYAL, D. Analyzing remediation potential of wastewater through wetland plants: A review. *Environmental Progress e 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.

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.

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](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf)>. Acesso em: 14 nov. 2015.

- BURGOS, T. N.; SCHUROFF, P. A.; LOPES, A. M.; LIMA, N. R.; 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*, v. 16, n. 1, 2014.
- 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.
- CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELLO, 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 Sanitária 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 Açú na cidade de Pombal-PB. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 9, 2014. 78-83.
- 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 “Júlio 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, 2012. 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.
- KOMULAINEN, H. Experimental cancer studies of chlorinated by-products. *Toxicology*, 198, 2004. 239-248.
- 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, 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.
- MACÊDO, J. A. B. D. Águas e águas: métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas. Ed. Jorge Macêdo, v.4, Belo Horizonte, 2013. 1055 p.
- 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.
- MORATO, L. A. N.; TEIXEIRA, R. M. Perfil e gestão de agroindústrias no semiárido sergipano. *Organizações Rurais e Agroindustriais*, Lavras, v. 12, n. 3, p. 10-369, 2010.
- 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.
- MÜLLER, L. R. e 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- PEHLIVANOGLU, E.; SEDLAK, D. L. Bioavailability of wastewater-derived organic nitrogen to the alga *Selenastrum Capricornutum*. *Water Research*, 38, 2004.3189-3196.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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. 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, 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, T. R. T.; 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.
- 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 e Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 9, 2014. 696-707.
- SCHATZMANN, H. C. Tratamento avançado de efluentes de frigorífico de aves e o reuso 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.
- 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. e 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.
- 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.
- 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 e 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte, Editora UFMG, 2014.
- 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.
- 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.