

## ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DO POTENCIAL IMPACTANTE DO EFLUENTE DE UM ABATEDOURO AVÍCOLA

Paula Renata Gianotto<sup>1</sup>, José Eduardo Gonçalves<sup>2</sup>, Louremi Gualda<sup>3</sup>

**RESUMO:** O Estudo avaliou, em lagoas de tratamento, parâmetros físico-químicos e microbiológicos dos efluentes lançados por um abatedouro de aves, com o objetivo de verificar as condições do efluente lançado ao corpo receptor. Parâmetros físico-químicos analisados: pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pelo método da diluição e incubação a 20° C por 5 dias; demanda química de oxigênio (DQO), utilizando pelo método da digestão com dicromato em meio ácido e titulação com sulfato ferroso amoniacal; nitrogênio total (Kjeldahl) e fósforo total(método do molibdato de amônia) . Os parâmetros microbiológicos analisados: coliformes totais, fecais e *E. coli* pelo método do NMP, *Salmonella spp*, pela técnica tradicional prevista no *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos*. Realizou-se estudo teórico do impacto ambiental causado pela DBO, nitrogênio e fósforo total ao corpo receptor, comparando-se valores adotados pela Resolução.CONAMA 357/2005. Os resultados obtidos sugerem que mesmo a DBO estando em valores acima dos limites preconizados pelo Instituto Ambiental do Paraná, estes não causam impacto ambiental significativo ao corpo receptor. O nitrogênio e o fósforo são considerados carga poluidora mais ofensiva. A razão DBO, N e P, foi estabelecida, verificando ineficiência no sistema de tratamento dos efluentes do abatedouro. Os valores de DQO, mesmo apresentando níveis de remoção superiores a 80%, não estão adequados aos valores estabelecidos pelo IAP. Não foram encontradas cepas de *Salmonella sp*. Verificou-se também que a carga microbiológica emitida ao corpo receptor, não está sendo reduzida de forma adequada, havendo grande concentração de enterobactérias, principalmente a *Escherichia coli*,

**PALAVRAS-CHAVE:** Análises físico-químicas; Análises microbiológicas; Efluente; Impacto ambiental.

### 1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a questão ambiental iniciou-se durante o império Romano, com a construção da “Cloaca Máxima”, sistema de evacuação de esgotos de Roma, com o intuito de atenuar o efeito negativo da civilização sobre o meio ambiente (LORA, 2000). Ainda em Roma, na década de 60, surgiram abordagens internacionais sobre problemas ambientais, referentes ao uso dos recursos hídricos superficiais (GERMER, 2002).

Muitas questões, ao longo, das décadas, foram levantadas com relação ao meio ambiente, porém, a noção de desenvolvimento sempre esteve ligada à industrialização e ao crescimento econômico. A acumulação de indústrias nos países em desenvolvimento cujos resíduos de sua produção eram despejados sem nenhum tipo de tratamento iniciou uma série de catástrofes ecológicas (alterações climáticas, contaminação dos lençóis

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Farmácia. Departamento de Farmácia Centro Universitário de Maringá – CESUMAR, Maringá – PR. Bolsista do Programa de Bolsas de Iniciação Científica do PIBIC/CNPq-Cesumar (PIBIC-Cesumar). [paula-gianotto@hotmail.com](mailto:paula-gianotto@hotmail.com).

<sup>2</sup> Departamento de Farmácia, Centro Universitário de Maringá – CESUMAR, Maringá – PR

<sup>3</sup> Departamento de Farmácia, Centro Universitário de Maringá – CESUMAR, Maringá – PR

freáticos e o surgimento de doenças) que fizeram com que se iniciasse uma reflexão sobre os rumos das atividades humanas no planeta.

Surge nesse instante a idéia de se impor limites ao crescimento industrial para que o mesmo não cause danos irreparáveis aos recursos físicos e humanos da Terra. Com o intuito de impedir ou, em alguns casos, minimizar estes danos, a Organização das Nações Unidas (ONU) iniciou discussões e grandes conferências, que provocaram acordos e tratados como os realizados nos anos de 1972 (Estocolmo, Suécia); 1992 (Rio de Janeiro, Brasil) e 1997 (Kyoto, Japão), com a finalidade de fornecer diretrizes e soluções para as questões ambientais.

Segundo Seiffert (2000), a legislação ambiental brasileira também sofreu expressiva evolução a partir da constituição de 1988 que prevê regulamentações para a prevenção da poluição da água, do ar, proteção a mananciais, etc. Atualmente, a Resolução CONAMA nº357 de 2005 consolidou-se como um importante instrumento, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água, delimitam diretrizes ambientais para o seu enquadramento, assim como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, visando uma melhor qualidade ambiental no país.

O setor industrial avícola é uma das atividades humanas responsáveis pela degradação do meio ambiente, através da geração de resíduos líquidos, sólidos e gasosos. Boa parte dos resíduos como o sangue, penas, vísceras e a gordura das aves abatidas possuem aproveitamento na nutrição animal (farinhas). O esterco gerado durante o processo de crescimento e transporte das aves a serem abatidas, recebem tratamento em sistemas de compostagem para a degradação da matéria orgânica, com a finalidade de produção de adubo úteis em áreas de reflorestamento. Porém, a Indústria avícola não consegue aproveitar a totalidade dos resíduos gerados, que juntamente com a água residuária utilizada na limpeza das carcaças, são tratados em sistemas de lagoas antes de serem despejados nos rios. Estes rios, que recebem as descargas das águas residuárias, sofrem muitas vezes mudanças deletérias que se expressam tanto na ecologia dos sistemas aquáticos através do acúmulo de organismos enteropatogênicos quanto na saúde humana. O Instituto Ambiental do Paraná (IAP) é o órgão que tem por finalidade fiscalizar os parâmetros de lançamento de resíduos no ambiente. Por tanto, a análise microbiológica e físico-química dos efluentes finais de frigoríficos avícolas são procedimentos necessários e de vital importância para verificação correta desses padrões que garantem a manutenção da boa qualidade ambiental dos rios (corpos receptores).

Dada a importância da questão ambiental hoje vem se tornando assunto alvo em muitas pesquisas e trabalhos realizados. Isto por que se vê claramente que o homem vem destruindo suas reservas naturais, por meio da expansão. A busca incessante pelo progresso, muitas vezes não alia produtividade com desenvolvimento sustentável.

Este trabalho tem por objetivo, avaliar a eficiência de remoção da carga orgânica e dos patógenos no sistema de tratamento de efluentes de um frigorífico de aves, por meio de análises físico-químicas (determinação do pH, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio e fósforo totais) e microbiológica (determinação de Salmonella sp, coliformes fecais e coliformes totais), comparando os resultados obtidos das amostras coletadas na entrada e na saída do sistema de lagoas. E amparado nas legislações vigentes, verificar se o lançamento dos efluentes nos corpos receptores atende aos parâmetros legais exigidos por lei, minimizando o impacto ambiental.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

As análises foram realizadas investigado um abatedouro avícola localizado no Estado do Paraná, de médio à grande porte, que abate cerca de 150.000 aves ao dia, podendo haver oscilações para mais ou para menos. No local, utiliza-se 25 litros de água

para cada ave abatida. Os pontos de amostragem das águas foram à entrada e a saída do sistema de lagoas de tratamento, sendo que na entrada foram retiradas amostras da primeira lagoa (lagoa anaeróbica) e da saída, foram coletadas da última lagoa (lagoa de polimento), a qual o destino final dos efluentes será o corpo receptor.

Os procedimentos de colheita ocorreram em dias normais de expediente, durante o período da tarde (primeiras horas da tarde) e entre os meses de setembro de 2006 a março de 2007. Durante seis meses foram coletadas duas amostras na entrada do sistema, e duas amostras na saída do sistema de tratamento de lagoas. Duas amostras (uma da entrada e uma da saída) do sistema de tratamento de lagoas eram destinadas para análise microbiológica e, as outras duas amostras restantes, destinadas para análises físico-químicas.

Os efluentes a serem analisados foram coletados de forma pontual, ou seja, não foi possível realizar as amostras compostas exigidas para a análise da entrada do sistema segundo a Norma Técnica de Autocontrole de Efluentes Líquidos Industriais, CPRH N 2.003.

O transporte das amostras foi realizado em caixas isotérmicas com gelo e destinadas ao Laboratório de Análises Microbiológicas de Água e Alimentos do Centro Universitário de Maringá (CESUMAR) e Laboratório do Departamento de Química da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Os procedimentos para determinação de *Salmonella spp*, coliformes totais, coliformes fecais e *E. coli* da análise dos efluentes foram realizados pelo método do Número Mais Provável, que é a metodologia da American Public Health Association, descrita no Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos (SILVA et. al., 2001).

Os valores de pH foram mensurados com auxílio de peagâmetro da marca Digimed modelo DM – 20 (DIGICROM, 2000).

Para se analisar a taxa de DBO, utilizou-se o método da diluição e incubação a 20° C por 5 dias, segundo SILVA (1977). Com exceção da água deionizada, que encontrava-se pronta no laboratório de análises, os demais reagentes foram preparados conforme a *Standard Methods of Analyses* (1995).

Para a determinação da DQO, foi utilizado o método da digestão com dicromato em meio ácido e titulação com sulfato ferroso amoniacal, segundo SILVA (1977).

Na determinação de nitrogênio total, foi utilizada a metodologia de Kjeldahl, que é descrito por MENDHAM, et al., (2002). A concepção básica do método é a digestão do material orgânico, proteínas, por exemplo, por ácido sulfúrico em um catalisador.

Para a determinação do fósforo, foi utilizado o método do molibdato de amônia, descrito por SILVA (1977).

Através da fórmula  $DBO_{\text{jusante}} \cdot V_{\text{Vazão}} = DBO_{\text{rio a montante}} \cdot Q_{\text{montante}} + DBO_{\text{esgoto}} \cdot Q_{\text{esgoto}}$ , foi realizado o cálculo do impacto ambiental que o efluente causou no corpo receptor. Além da DBO, foi calculado também o impacto dos elementos nitrogênio e fósforo, adaptando-se a fórmula para o cálculo relacionado a estes elementos. Para a realização dos cálculos, foram adotados valores teóricos de DBO, nitrogênio e fósforo com base na Resolução CONAMA 357 de 2005.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação aos aspectos microbiológicos, não houve redução adequada da carga microbiana tanto para coliformes totais quanto para fecais nas lagoas do sistema de tratamento. A saída do sistema de lagoas apresentou uma grande concentração de coliformes. Em duas das análises (3 e 4), o NMP/ml não sofreu alteração alguma nas

lagoas do sistema de tratamento, chegando à saída dos sistemas com número muito alto de coliformes.

Porém, com relação à determinação de *Salmonella*, mesmo diante de referências de outros autores e sabendo da possibilidade da existência desta bactéria nos sistemas de tratamento de efluentes, não foram encontradas, no presente trabalho, quaisquer cepas de *Salmonella* nas amostras analisadas.

A realização das provas bioquímicas na entrada da lagoa anaeróbica evidenciou uma variedade de *Enterobacteriáceas*, tais como, *Edwardsiella tarda* (10 e 20%); *Enterobacter cloacae* (20 e 25%); *Escherichia coli* (33,33 a 50%); *Klebsciella pneumoniae* (16,66 e 25%); *Kluivera ascorbata* (16,66%); *Morganella morganii* (16,66%); *Proteus mirabilis* (16,66 a 40%); e *Proteus vulgaris* (16,66 e 33,33%) encontradas em uma ou no máximo em duas do total de amostras realizadas. Através das provas bioquímicas, também fora demonstrada a prevalência da bactéria *Proteus mirabilis* que esteve presente em cinco de seis amostras realizadas nas proporções de 16,66%; 25%; 40%; 20% e 25%, respectivamente, sendo que na terceira amostra não foram encontradas quaisquer colônias desta bactéria. A prevalência da bactéria *E. coli*, também deve ser destacada, já que esteve presente em todas as amostras (seis) da entrada da lagoa do sistema de tratamento nas proporções de 50%; 50%; 33,33%; 40%; 50% e 50%, respectivamente.

Nas amostras da saída do sistema de tratamento, ou lagoa de polimento, as realizações das provas bioquímicas também evidenciaram bactérias *Enterobacteriáceas*, tais como, *Escherichia coli*, que assim como a entrada do sistema de tratamento, também estava presente em todas as amostras nos seguintes valores percentuais: 66,66%; 20%; 100%; 50%; 66,66%; 50%, respectivamente. Na saída do sistema de tratamento também foram encontradas bactérias não evidenciadas nas análises da primeira lagoa como a *Hafnia alvei* (20%); *Providencia alcalifaciens* (10 e 20%) e *Proteus pennarl* (20 e 50%). Também foram encontradas as bactérias *Proteus vulgaris* (20 a 33,33%), sendo estas bactérias encontradas em no máximo três das seis amostras analisadas.

Os valores de pH obtidos na entrada do sistema de efluentes variaram entre 6,16 a 6,92 e na saída entre 7,29 a 8,05. Fato este que permite inferir que há uma constância nos valores de pH encontrados, denotando que não há variações bruscas. Observou-se também que, na saída do sistema, há uma elevação do pH, o que é característica natural do efluente industrial que passa por processo de tratamento.

Os valores de DBO das amostras analisadas variaram de 903 a 1637 mg.L<sup>-1</sup> na entrada do sistema e de 53 a 116 mg.L<sup>-1</sup> na saída do sistema de lagoas. Mesmo apresentando taxa de remoção global de matéria orgânica elevada, perfazendo-se em cerca de 93,65%, apresenta também, valores de DBO, algumas das quais, muito próximas da legislação vigente (nos meses de novembro, dezembro e janeiro), porém, ainda se encontram em desacordo com a questão ambiental. Portanto, estes valores não atingiram à determinação legal exigida na licença de operação da empresa, sendo os limites de lançamento permitido pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) de 50 mg. L<sup>-1</sup> de DBO.

Os valores de DQO na entrada do sistema de lagoas variaram de 3.535 a 2.420 mg.L<sup>-1</sup> e na saída de 278 a 136 mg.L<sup>-1</sup>. Estes valores encontrados denotam uma taxa de remoção global de aproximadamente 92,46%, o que indica uma excelente remoção, assim como os valores encontrados nas análises de DBO. Porém, mesmo encontrando-se valores de remoção superior a 80%, estes valores não enquadra o frigorífico dentro das normas legais de lançamento de efluente. Os valores obtidos nas análises da saída do sistema de tratamento foram superiores a 125 mg.L<sup>-1</sup> preconizados pelo Instituto Ambiental do Paraná, exigidos na licença de operação da empresa.

As concentrações de nitrogênio total variaram de 392,00 a 142,30 mg.L<sup>-1</sup> na entrada e 67,40 a 22,70 mg.L<sup>-1</sup> na saída do sistema de lagoas de tratamento, sendo que a taxa de

remoção global é cerca de 85,76%. Já as análises de fósforo na entrada e saída do sistema, variaram de 26,16 a 8,73 mg.L<sup>-1</sup> e 17,86 a 3,20 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente.

Segundo JORDÃO & PESSÔA (1995), a relação de DBO/ Nitrogênio/ fósforo é considerada muitas vezes como indicadora da viabilidade do tratamento biológico. Tem sido usual aceitar a relação 100/5/1 como necessária para manter um balanço adequado das matérias orgânicas e nutrientes para o tratamento biológico (100 mg/ L de DBO para 5 mg/ L de nitrogênio, e para 1 mg/ L de fósforo).

Através dos resultados obtidos nas análises realizadas, pode-se verificar que não houve uma relação ideal de DBO/ nitrogênio/ fósforo, para o melhor funcionamento do sistema de tratamento biológico. Portanto, verifica-se pela relação que há uma carência no sistema de tratamento de efluentes em reduzir estes compostos, melhorando a qualidade das águas a serem lançadas no corpo receptor.

Com relação ao estudo teórico do impacto ambiental, verificou-se que os valores encontrados na DBO <sub>jusante</sub>, ou seja, os valores teóricos da demanda bioquímica encontrada no corpo receptor (em mg/m<sup>3</sup>), são de fato valores poluentes. Partindo-se do princípio que toda e qualquer alteração da natureza de um rio, é uma forma de poluição, verificou-se que o efluente lançado pelo frigorífico gerou uma modificação no corpo receptor em questão, estando os valores teóricos de DBO variando entre 6,51 a 5,65 mg.L<sup>-1</sup>. Porém, esta alteração (ao adotar o valor de 5 mg.L<sup>-1</sup> ou 5.000 mg/m<sup>3</sup>, estipulado pelo CONAMA) não causou modificações bruscas no corpo receptor, sendo valores aceitáveis já que a DBO do rio sofreu variações entre 1,51 a 0,65 mg.L<sup>-1</sup>.

Diferentemente dos valores de DBO teóricos do corpo receptor, os valores de nitrogênio, encontraram-se acima da concentração estipulada pelo CONAMA que é de 0,5 mg. L<sup>-1</sup>. Os valores de Nitrogênio variaram de 1,07 a 0,80 mg. L<sup>-1</sup>, ou seja, a menor concentração encontrada está muito acima da permitida pela Resolução 357 de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Portanto, verifica-se que há uma necessidade de melhora do tratamento desse elemento, minimizando o impacto ambiental que esta causando ao rio em questão.

Também diferindo dos valores de DBO teóricos do corpo receptor, os valores de fósforo, encontraram-se acima da concentração estipulada pelo CONAMA que é de 0,050 mg.L<sup>-1</sup>. Os valores de fósforo variaram de 0,29 a 0,09 mg.L<sup>-1</sup>, ou seja, a menor concentração encontrada é quase o dobro da permitida pela Resolução CONAMA 357 de 2005. Deste modo, também foi verificado que, assim como o nitrogênio, há uma necessidade de melhora do tratamento fósforo, pois este elemento lançado pelo abatedouro é um poluente que gera um impacto ambiental significativo.

### 3 CONCLUSÃO

Através das análises microbiológicas realizadas, não foram encontradas quaisquer colônias de *Salmonella sp.*, o que de fato entra em contradição com diversas pesquisas em abatedouros. Através das provas bioquímicas, percebeu-se que há um grande número de bactérias da família *Enterobacteriácea*, principalmente de *Escherichia coli*, esta última que estava presente em 100% das análises, que ao serem lançadas ao corpo receptor pode gerar sérios danos aos que fazem uso destas águas, principalmente no que diz respeito à diarreia infantil e infecções urinárias.

No aspecto físico-químico foi verificado que o abatedouro apresentou demanda bioquímica de oxigênio (DBO) superiores à preconizada pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), porém, através da realização de um estudo teórico de impacto ambiental verificou-se que os valores de DBO lançados ao corpo receptor são aceitáveis, por se tratar de um rio que apresenta uma vazão considerável a rios de porte maior. A demanda química de oxigênio (DQO) das amostras coletadas denotou índices superiores ao estabelecido pelo IAP, mesmo apresentando boa taxa de remoção global, que é acima de

90%. O nitrogênio e fósforo total, analisados demonstraram juntamente com a DBO que a relação entre ambos não é a ideal, necessitando de uma melhora no sistema de tratamento do efluente. Os valores encontrados nas análises destes elementos, também foram utilizados, no estudo teórico do impacto ambiental causado pela indústria, sendo ambos motivo de preocupação já que de fato, estão poluindo ao corpo receptor, causando danos ao meio ambiente.

#### **4 REFERÊNCIAS**

BARROS, L. **Estudo do Potencial do Impacto Ambiental de Águas Residuárias de Abatedouro Avícola e Suinícola**, São Paulo, 2005, p.26-82.

GERMER, S. Panorama das questões ambientais e tratados internacionais. In: GERMER, S. et al. **A indústria de alimentos e o meio ambiente**. Campinas: ITAL, 2000. 5p.

JORDÃO, E; PESSÔA, C. **Tratamento de esgotos domésticos**. 3.ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 7p.

LORA, E. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**. Brasília: ANEEL, 2000. p 34.

MENDHAM, J., *et a.* **Vogel: Análise química quantitativa**. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

SEIFERT, N. **Planejamento da atividade avícola visando qualidade ambiental**. Simpósio sobre resíduos da produção avícola. Concórdia – SC: anais, 2000. p1-5.

SILVA, M. **Análises físico-químicas para controle de estações de tratamento de esgotos**. São Paulo: CETESB, 1977. 226p.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. **Métodos de análise microbiológica de alimentos**. 2.ed.Campinas: ITAL., p31-52. 2001

Standard Methods of Analyses p.293, 303