



ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DO POTENCIAL IMPACTANTE DO EFLUENTE DE ABATEDOUROS AVÍCOLA E BOVINO

Eduardo Lacchi da Silva¹, Diógenes Aparício Garcia Cortez², José Eduardo Gonçalves³

RESUMO: A forma como o homem ocupa o ambiente tem uma implicação direta na qualidade da água, quer seja na geração de resíduos domésticos ou industriais, quer seja na aplicação de defensivos agrícolas no solo, contribuindo para a introdução de compostos químicos na água. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar alguns parâmetros físico-químicos e microbiológicos dos efluentes lançados por abatedouros avícola e bovino, verificando se está ou não poluindo as águas para onde é destinado o efluente. Os parâmetros físico-químicos analisados foram: pH, DBO, DQO, nitrogênio e fósforo total. Alguns parâmetros microbiológicos também foram analisados: coliformes totais, coliformes fecais e *E. coli*. Determinou-se também um estudo teórico do impacto ambiental causado pela DBO, nitrogênio e fósforo total ao corpo receptor (Resolução CONAMA 357 DE 2005). Os resultados obtidos demonstraram que não houve uma remoção adequada de coliformes totais e fecais do efluente, onde nestes não foram encontrados colônias de *salmoellias sp*, mas de acordo com as provas bioquímicas, percebeu-se que há um grande número de bactérias da família *Enterobacteriácea*, principalmente de *Escherichia coli*. Os parâmetros físico – químicos apresentaram DBO, nitrogênio e fosforo totais superiores à preconizada pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e quanto a DQO os resultados forma mais aceitáveis em função da vazão do rio. O estudo teórico de impacto ambiental para os abatedouros, mostram motivos de preocupação uma vez que os mesmos estão poluindo o corpo receptor, causando danos ao meio ambiente e a população que utiliza da água deste rio.

PALAVRAS-CHAVE: Análise físico-química, análise microbiológica, efluente.

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

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário de Maringá – CESUMAR, Maringá – PR. Programa de Iniciação Científica do Cesumar (PICC). eduardolacchi@hotmail.com

² Co-orientador, Professor Doutor do Programa de Mestrado em Promoção da Saúde do Centro Universitário de Maringá – CESUMAR e da Universidade Estadual de Maringá. dagcortez@uem.br

³ Orientador, Professor Doutor do Programa de Mestrado em Promoção da Saúde do Centro Universitário de Maringá – CESUMAR. jegoncal@cesumar.br



uma série de catástrofes ecológicas (alterações climáticas, contaminação dos lençóis 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 o intuito de fornecer diretrizes e soluções para as questões ambientais.

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), instituído pela Lei 6.938/81, mudou os rumos da política ambiental do país. A partir de 1986, através do surgimento da Resolução CONAMA 001, muitos projetos de empreendimentos com potencial impactante ao meio ambiente foram obrigados a elaborar o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) como parte do licenciamento para sua implantação e operação (www.fec.unicamp.br). 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, tornou-se um importante instrumento, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água, delimita 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).

A 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.

O presente trabalho, tem por objetivo, avaliar a eficiência de remoção da carga orgânica e dos patógenos no sistema de tratamento de efluentes de abatedouros avícola e bovino, 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). Os resultados obtidos das amostras coletadas na entrada e na saída do sistema de lagoas foram comparados entre si e de acordo com as 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

2.1 CARACTERIZAÇÕES DOS ABATEDOUROS

Foram investigados abatedouros avícola e bovino localizado no Estado do Paraná, de médio a grande porte, que abate cerca de 150.000 aves ao dia e cerca de 1.200 cabeças/dia de gado.



2.2 CARACTERIZAÇÕES DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM, COLHEITA E TRANSPORTE DAS AMOSTRAS

Nos abatedouros avícola e bovino estudados, 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 ou lagoa anaeróbica e da saída, foram retiradas amostras da última lagoa ou lagoa de polimento, a qual o destino final dos efluentes será o corpo receptor.

Os procedimentos de coleta ocorreram em dias normais de expediente, durante o período da tarde e entre os meses de dezembro de 2011 a julho de 2012. Todos os meses eram coletadas de cada abatedouro duas amostra na entrada e duas amostra na saída do sistema de tratamento de lagoas. Uma amostra da entrada e uma da saída eram destinadas para análise microbiológica e, as outra duas amostras restantes, destinava-se para análises físico-químicas.

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).

2.3 ANÁLISES LABORATORIAIS

2.3.1 Determinação dos Números Mais Prováveis (NMP) de coliformes totais e *Escherichia coli*.(SILVA 2001)

Os procedimentos para determinação de coliformes totais, coliformes fecais e *E. coli* 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, p.32). As amostras dos efluentes coletados na entrada e na saída dos sistemas foram amostras simples que, segundo a Norma Técnica de Autocontrole de Efluentes Líquidos Industriais, CPRH N 2.003,



caracteriza-a como um volume de efluente líquido coletado em amostra única e ao acaso, proporcional à vazão do efluente.

Este método de análise quantitativo permite determinar o número mais provável (NMP) dos microrganismos alvo na amostra, através da distribuição de alíquotas em série de tubos contendo um meio de cultura diferenciado para o crescimento dos microrganismos alvo. A determinação do número de microrganismos é baseada no princípio de que, numa amostra líquida, as bactérias podem ser separadas por agitação, resultando numa suspensão em que as células estejam uniformemente distribuídas. A combinação de tubos com crescimento positivo ou negativo, após a incubação, permite estimar, por cálculo de probabilidade, a densidade original dos microrganismos da amostra. A técnica dos tubos múltiplos não é restrita à análise de coliformes, sendo também aplicada à análise de *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococos* e *Clostridium perfringens*. O que determina o microrganismo a ser contado é a seleção do meio de cultura. Esta técnica é bastante versátil e pode ser aplicada a diferentes tipos de água, variando-se o volume das alíquotas distribuídas nos tubos múltiplos.

Os testes foram realizados, partindo-se de cada amostra separadamente (entrada e saída dos sistemas para cada tipo de abatedouro – avícola e bovino), selecionando-se três diluições (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}).

2.3.2 Detecção de *Salmonella*

Utilizou-se a técnica tradicional de detecção de *Salmonella sp.* Este método foi realizado segundo *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos* segundo SILVA *et. al.* (2001, p.42).

2.3.3 Determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

Para se analisar a taxa de DBO, utilizou-se o método da diluição e incubação a 20° C por 5 dias, segundo SILVA (1977, p. 27). Todos os reagentes foram preparados conforme a *Standard Methods of Analyses* (1995, p.293).



2.3.4 Determinação da demanda química de oxigênio (DQO)

O método utilizado é o da digestão com dicromato em meio ácido e titulação com sulfato ferroso amoniacal, segundo SILVA (1977, p. 33).

2.3.5 Determinação de nitrogênio total Kjeldahl

A determinação de nitrogênio total para cada tipo de amostra (abatedouros avícola e bovino) foi realizada através da metodologia de Kjeldahl, 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, com conversão do nitrogênio orgânico em sulfato de amônio em solução. Em meio básico, forma-se amônia que pode ser destilada com vapor de água e o destilado básico resultante, titulado com ácido padrão.

2.3.6 Determinação de fosfato

Foi utilizado o método do molibdato de amônia, descrito por SILVA (1977, p. 39). Os fosfatos sempre estão presentes nas águas dos esgotos, uma vez que se encontram principalmente nos detergentes. A determinação dos fosfatos nos efluentes de estações de tratamento de esgotos é de grande importância no estudo dos corpos receptores. Sendo os fosfatos nutrientes para microrganismos, principalmente algas, descarregados continuamente nas águas dos corpos receptores, poderão ser causadores de eutroficação no caso de lagos e águas paradas. No método escrito, para a determinação dos fosfatos a coloração azul é desenvolvida à formação de um complexo conhecido como *azul de molibdênio*. (SILVA, 1977, p. 42).



2.3.7 Estudo teórico do impacto ambiental

Através da fórmula $DBO_{\text{jusante}} \cdot \text{Vazão} = DBO_{\text{rio a montante}} \cdot Q_{\text{montante}} + DBO_{\text{esgoto}} \cdot Q_{\text{esgoto}}$, foi realizado o cálculo do impacto ambiental que o efluente causou no corpo receptor para o abatedouro avícola e também para o abatedouro bovino. Além da DBO, foi calculado também o impacto dos elementos nitrogênio e fósforo.

Onde:

DBO_{jusante} = valor de DBO a ser encontrado, dado em $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

Vazão = ($\text{vazão}_{\text{esgoto}}$ + $\text{vazão}_{\text{rio}}$), em m^3/dia

$DBO_{\text{rio a montante}}$ = $5.000 \text{ mg}/\text{m}^3$ (valor adotado)

Q_{montante} = vazão do rio, em m^3/dia

DBO_{esgoto} = DBO encontrada nas análises realizadas, em m^3/dia

Q_{esgoto} = vazão do efluente analisado, em m^3/dia

Os valores teóricos de DBO, nitrogênio e fósforo foram adotados com base na Resolução CONAMA 357 de 2005. A fórmula foi adaptada para os elementos nitrogênio e fósforo, da seguinte maneira:

a) $N_{\text{jusante}} \cdot \text{Vazão} = N_{\text{rio a montante}} \cdot Q_{\text{montante}} + N_{\text{esgoto}} \cdot Q_{\text{esgoto}}$, para a determinação de nitrogênio. Sendo que $N_{\text{rio a montante}} = 500 \text{ mg}/\text{m}^3$ (valor adotado) ou $0,5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ como determina a Resolução CONAMA.

b) $P_{\text{jusante}} \cdot \text{Vazão} = P_{\text{rio a montante}} \cdot Q_{\text{montante}} + P_{\text{esgoto}} \cdot Q_{\text{esgoto}}$ para a determinação de fósforo. Sendo que $P_{\text{rio a montante}} = 0,050 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ou $50 \text{ mg}/\text{m}^3$, valores também determinados pela Resolução.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DOS EFLUENTES

3.1.1 Determinação de coliformes totais e coliformes fecais

Os efluentes de tratamento empregados no abatedouro avícola apresentaram índices variáveis de reduções para coliformes totais, sendo demonstrados na Tabela 1. A primeira análise, realizada no mês de fevereiro de 2012, apresentou índices de remoção superior às demais amostras e as de número 3 e 4, realizadas nos meses de abril e maio, respectivamente não apresentaram índices de remoção de coliformes totais. As demais amostras, referentes aos meses de março, junho e março, apresentaram índices equivalentes de reduções. O resultado da determinação de coliformes fecais presentes nas amostras do abatedouro avícola em estudo, apresentou os mesmos resultados demonstrados para coliformes totais.

Tabela 1 – Resultados do Numero Mais Provável de coliformes totais na entrada e na saída do sistema das lagoas de tratamento

<i>Data das análises</i>	<i>Análises</i>	<i>coliformes totais NMP/ml na entrada do sistema*</i>	<i>Coliformes totais NMP/ml na saída do sistema*</i>
11/02/2012	n°1	≥ 2400	460
16/03/2012	n°2	≥ 2400	1100
20/04/2012	n°3	≥ 2400	≥ 2400
11/05/2012	n°4	≥ 2400	≥ 2400
29/06/2012	n°5	≥ 2400	1100
16/07/2012	n°6	≥ 2400	1100

* Para ≥ 2400 , tem-se intervalo de confiança: mínimo >150 e máximo >4800

A Tabela 2 mostra os resultados obtidos para os coliformes fecais no abatedouro bovino nos meses de fevereiro a julho de 2012. Comportamento semelhante



foi observado no tratamento do efluente. Comportamento semelhante foi observado nos resultados de coliformes totais na entrada e na saída das lagoas do sistema de tratamento do abatedouro bovino.

Tabela 2 – Resultado do número mais provável de coliformes fecais na entrada e na saída das lagoas do sistema de tratamento

<i>Data das análises</i>	<i>Análises</i>	<i>Coliformes fecais NMP/ml na entrada do sistema</i>	<i>Coliformes fecais NMP/ml na saída do sistema</i>
20/02/2012	n°1	≥ 2400	≥ 2400
25/03/2012	n°2	≥ 2400	1100
18/04/2012	n°3	≥ 2400	460
24/05/2012	n°4	≥ 2400	1100
25/06/2012	n°5	≥ 2400	1100
26/07/2012	n°6	≥ 2400	1100

* Para ≥ 2400 , tem-se intervalo de confiança: mínimo >150 e máximo >4800 .

* Para 1100, tem-se intervalo de confiança: mínimo 150 e máximo 4800.

* Para 460, tem-se intervalo de confiança: mínimo 71 e máximo 2400.

Nos abatedouros estudados, sabe-se que os resíduos do processamento podem conter materiais sob a forma de carboidratos, proteínas e gorduras que aceleram o crescimento dos microrganismos presentes. Além desses resíduos do processamento, são descartadas também a água residuária, que subdivide-se em linha verde, linha vermelha e efluente sanitário (proveniente dos banheiros, vestiários e áreas administrativas) que após alguns processos, também tem como destino as lagoas de tratamento, contribuem com o crescimento microbiano, principalmente gerando ambiente propício aos coliformes, atingindo-se assim, picos relativamente altos do Número Mais Provável tanto de coliformes totais, quanto de coliformes fecais por mililitros nas amostras analisadas da entrada do sistema.

Através da comparação dos resultados nos meses em que ocorreram as análises, pode-se verificar que não houve uma redução adequada da carga microbiana tanto para



coliformes totais quanto para fecais nas lagoas do sistema de tratamento dos abatedouros avícola e bovino. A saída do sistema de lagoas apresentou uma grande concentração de coliformes. Em algumas análises, o NMP/ml não sofreu alteração alguma nas lagoas do sistema de tratamento, chegando à saída dos sistemas com número muito alto de coliformes.

3.1.2 Determinação de *Salmonella sp.*

Apesar de apresentar como hábitat natural o trato intestinal das aves e bovinos, não foram encontradas a presença de colônias de quaisquer espécies e cepas de *Salmonella*. Fato este que pode ser justificado no próprio sistema de tratamento dos resíduos gerados nos abatedouros. A grande concentração de outras *Enterobacteriáceas* encontradas através das provas bioquímicas devem-se à existência de um esgoto sanitário que após passar por uma peneira, desemboca diretamente nas lagoas de tratamento de resíduos.

Justifica-se também o fato de que as amostras da entrada e da saída dos sistemas foram coletadas de forma pontual. O transporte das amostras também foi outro fator determinante, pois quando há presença de *Salmonella sp.* nas amostras do sistema de tratamento dos efluentes, estas, ao sair do meio em que se encontram, tornar-se injuriadas e, como o trajeto até o laboratório é relativamente longo, estas bactérias podem não resistir às novas condições impostas, mesmo, no momento da análise fazendo-se uso de meios de enriquecimento para as mesmas (água peptonada).

A utilização de um único meio de cultura no plaqueamento seletivo diferencial (Ágar Héctoén) para o crescimento das colônias também tornou-se um fator predisponente a negatividade dos testes. Não foram utilizados outros dois meios para a determinação da *Salmonella* como o Ágar Salmonela -Shigella (SS) e Ágar Xilose Lisina – Desoxicolato (XLD), que contribuem para o desenvolvimento preferencial de *Salmonella* com características típicas que as distingam dos competidores para posterior confirmação bioquímica.



3.1.3 Provas Bioquímicas

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 miriabilis* (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. Também fora demonstrada a prevalência da bactéria *Proteus miriabilis* 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 fora encontrada quaisquer colônias desta bactéria. A prevalência da bactéria *E. coli*, deve ser evidenciada, uma vez 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.

O encontro destas *Enterobacteriáceas* através das provas bioquímicas justifica-se pelo fato, anteriormente descrito, do encontro de resíduos provenientes do processamento, da água residuária (mesmo apresentando um sistema de cloração na planta) e também por haver uma grande concentração de efluente sanitário que tem por destino as lagoas de tratamento após passar por um processo de peneiramento. Estes valores percentuais encontrados confirmam os dados encontrados na análise de coliformes totais e fecais segundo SILVA (2001, p.264).

É necessário lembrar também que muitas bactérias que foram encontradas em uma amostra e não foram encontradas nas análises subseqüentes, podem estar presentes na entrada do sistema de tratamento, já que fora realizada amostragem simples, podendo não ter sido capturada no momento da realização da amostra. A determinação destas bactérias fora dada em porcentagem de acordo com a Tabela 3.



Tabela 3 – Resultados em porcentagem das bactérias encontradas na lagoa anaeróbica

Bactérias	Análise 1	Análise 2	Análise 3	Análise 4	Análise 5	Análise 6
<i>Edwardsiella tarda</i>	-	-	-	20%	10%	-
<i>Enterobacter cloaceae</i>	-	25%	-	-	20%	-
<i>Escherichia coli</i>	50%	50%	33,33%	40%	50%	50%
<i>Klebsciella pneumoniae</i>	16,66%	-	-	-	-	25%
<i>Kluivera ascorbata</i>	-	-	16,66%	-	-	-
<i>Morganella morganii</i>	-	-	16,66%	-	-	-
<i>Proteus miriabilis</i>	16,66%	25%	-	40%	20%	25%
<i>Proteus vulgaris</i>	16,66%	-	33,33%	-	-	-

Nas amostras da saída do sistema de tratamento, ou lagoa de polimento, a realização 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 encontrados bactérias não encontradas nas análises da primeira lagoa como a *Hafnia alvei* (20%); *Providencia alcalifaciens* (10 e 20%) e *Proteus pennarl* (20 e 50%). Também fora encontrada a bactéria *Proteus vulgaris* (20 a 33,33%), sendo estas bactérias encontradas em no máximo três das seis amostras analisadas. A determinação destas bactérias fora dada em porcentagem de acordo com a Tabela 4.



Tabela 4 – Resultados em porcentagem das bactérias encontradas na lagoa de polimento

Bactérias	Análise 1	Análise 2	Análise 3	Análise 4	Análise 5	Análise 6
<i>Edwardsiella tarda</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Enterobacter cloacae</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Escherichia coli</i>	66,66%	20%	100%	50%	66,66%	50%
<i>Háfnia alvei</i>	-	20%	-	-	-	20%
<i>Klebsciella pneumoniae</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Kluivera ascorbata</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Morganella morganii</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Providência alcalifaciens</i>	-	20%	-	-	-	10%
<i>Proteus miriabilis</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Proteus pennarl</i>	-	-	-	50%	-	20%
<i>Proteus vulgaris</i>	33,33%	20%	-	-	33,33%	-

Os valores encontrados através da realização das provas bioquímicas evidenciaram a ineficiência do sistema em reduzir a carga bacteriana, principalmente ao verificar a incidência constante da bactéria *E. coli*. Dentre as bactérias de habitat reconhecidamente fecal, dentro do grupo coliformes fecais, a *E. coli* é a mais conhecida e a mais facilmente diferenciada dos membros não fecais, demonstrando-se claramente a confirmação destas bactérias que podem acometer a saúde das pessoas que entrarem em contato com o rio, nas condições em que estes efluentes estão sendo lançados.



3.2 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DOS EFLUENTES

3.2.1 Determinação do pH

Os valores de pH obtidos na entrada do sistema de efluentes variaram entre 6,16 a 6,92 para as amostras coletadas nos abatedouros avícola e bovinos. Para saída do sistema os valores de pH variaram de 7,29 a 8,05. Os valores obtidos na saída do sistema de lagoas não comprometem a faixa de pH do corpo receptor permitida pela Resolução CONAMA 357 de 2005, que estabelece valores de emissão para efluentes para o pH entre 6,0 a 9,0. Este valor de pH permite uma atividade microbiológica eficiente com redução de matéria orgânica no efluente (FRANSEN *et al. apud* BARROS, 2005, p.70). Os valores de pH permite inferir que há uma constância nos valores de pH encontrados, o que denota a linha verde (entrada do sistema) e a linha de cor laranja (saída do sistema) sem variações bruscas. Vê-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.

3.2.2 Determinação da DBO

Os valores de DBO das amostras analisadas variaram de 903 a 1637 mg.L⁻¹ na entrada do sistema e de 53 a 116 mg.L⁻¹ na saída do sistema de lagoas para os abatedouros avícolas e de 875 a 1453 mg.L⁻¹ na entrada do sistema e de 49 a 113 mg.L⁻¹ na saída do sistema de lagoas para os abatedouros bovinos.

Os valores encontrados de DBO em mg.L⁻¹, permite avaliar que não foram encontrados picos de matéria orgânica na entrada do sistema de lagoas (linha verde), característica das amostragens simples realizadas e dos períodos regulares em que foram coletados a amostra na mesma. Verifica-se também que a concentração de matéria orgânica reduziu-se significativamente, o que denota os valores de remoção foram superiores a 80%. A linha em cor laranja, que está relacionada à saída do sistema, demonstra uma redução de carga orgânica também sem muitas variações.



Mesmo diante dessas considerações, foi possível inferir que o sistema de tratamento de lagoas dos abatedouros analisado apresenta taxa de remoção global de matéria orgânica elevada, perfazendo-se cerca de 93%. Mesmo com a redução nos valores de DBO entre a entrada e saída do sistema de tratamento, estes resultados, ainda se encontram em desacordo com a questão ambiental. Portanto, estes valores não atingiram à determinação legal exigida na licença de operação das empresas (abatedouros avícola e bovino), sendo os limites de lançamento permitido pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) de 50 mg. L^{-1} de DBO.

3.2.3 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Os valores de DQO na entrada e na saída dos sistemas, variaram de 3.535 a 2.420 mg.L^{-1} na entrada do sistema e 278 a 136 mg.L^{-1} na saída do sistema de lagoas para o abatedouro avícola e de 3.085 a 2.196 mg.L^{-1} na entrada do sistema e 248 a 130 mg.L^{-1} na saída do sistema de lagoas para o abatedouro bovino. Estes valores encontrados denotam uma taxa de remoção global de aproximadamente 92% para o abatedouro avícola e 93 % para o abatedouro bovino, o que indica uma excelente remoção, assim como os valores encontrados nas análises de DBO.

Deve ser levado em consideração, que mesmo encontrando-se valores de remoção superior à 80%, os valores encontrados de DQO para os abatedouros avícola e bovino não enquadrada dentro das normas legais de lançamento de efluente, sendo estes valores para as análises da saída do sistema de tratamento superiores à 125 mg.L^{-1} preconizados pelo Instituto Ambiental do Paraná, exigidos na licença de operação da empresa.

Do mesmo modo como as análises de DBO, para os resultados acima foi levado em consideração a questão da oscilação do abate ou por problemas ocasionados na planta; a falta de rotina estabelecida no local; assim como o período de chuvas ocasionado durante os períodos das coletas das amostras.

É importante lembrar que as análises de DBO e DQO partiram-se das mesmas amostras de efluente. Verifica-se também que a concentração de matéria orgânica também foi reduzida significativamente, o que denota os valores de remoção superiores a



80%. A linha em cor laranja, que está relacionada à saída do sistema, demonstra carga orgânica reduzida também sem muitas variações.

3.2.3 Determinação de Nitrogênio (N) e Fósforo (F)

As concentrações de nitrogênio total, variaram de 392,00 a 142,30 mg.L⁻¹ na entrada e 67,40 a 22,70 mg.L⁻¹ na saída do sistema de lagoas de tratamento para o abatedouro avícola e de 459,50 a 177,11 mg.L⁻¹ na entrada e 69,98 a 25,65 mg.L⁻¹ na saída do sistema de lagoas de tratamento para o abatedouro bovino, sendo que a taxa de remoção global é cerca de 85,76% e 83,83% para os abatedouros avícola e bovino, respectivamente.

A análise de fósforo na entrada e saída do sistema, variaram de 26,16 a 8,73 mg.L⁻¹ na entrada e 17,86 a 3,20 mg.L⁻¹ na saída do sistema para o abatedouro avícola e de 26,16 a 8,73 mg.L⁻¹ na entrada e 14,3 a 2,76 mg.L⁻¹ na saída do sistema para o abatedouro bovino.

Segundo JORDÃO & PESSÔA (1995, p.43), 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 de matéria orgânica 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 tanto para o abatedouro avícola quanto para o abatedouro bovino. 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.



3.3 ESTUDO DO IMPACTO AMBIENTAL

O estudo do impacto ambiental causado pelo efluente lançado ao corpo receptor foi realizado determinando a carga poluidora de DBO e fósforo, e comparando os valores encontrados nas análises realizadas durante o tempo da pesquisa a valores teóricos. Estes valores teóricos foram encontrados na Resolução CONAMA 357 de 2005, que determina quais as concentrações permitidas de lançamento, impedindo um possível impacto ambiental.

3.3.1 Demanda Bioquímica de Oxigênio

Para a verificação da demanda bioquímica de oxigênio, utilizou-se a fórmula:

$$DBO_{\text{jusante}} \cdot \text{Vazão} = DBO_{\text{rio a montante}} \cdot Q_{\text{montante}} + DBO_{\text{esgoto}} \cdot Q_{\text{esgoto}}$$

A Tabela 5 demonstra os valores encontrados da DBO do efluente (DBO_{esgoto}) e DBO do corpo receptor (DBO_{jusante}) estes últimos determinados por valores teóricos através da fórmula.

Tabela 5 – Valores de DBO_{jusante} em mg/m^3 encontrados pelo estudo teórico do impacto ambiental para o abatedouro avícola

Análises	Análise 1	Análise 2	Análise 3	Análise 4	Análise 5	Análise 6
DBO_{esgoto}	116.000	76.000	64.000	62.000	53.000	78.000
DBO_{jusante}	6,51	5,96	5,80	5,77	5,65	5,99

Os valores encontrados na DBO_{jusante} , ou seja, os valores teóricos da demanda bioquímica encontrada no corpo receptor (em mg/m^3), 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 abatedouro avícola gerou uma modificação no rio em questão, estando os valores teóricos de DBO variando entre 6,51 a



5,65 mg.L⁻¹ (Tabela 9). Porém, esta alteração (ao adotar o valor de 5mg.L⁻¹ ou 5.000 mg/m³, 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⁻¹. Características semelhantes foram encontradas para o abatedouro bovino.

3.3.2 Nitrogênio total

Para a determinação do impacto ambiental do nitrogênio (Tabela 6), foi utilizada a fórmula: $N_{\text{jusante}} \cdot \text{Vazão} = N_{\text{rio a montante}} \cdot Q_{\text{montante}} + N_{\text{esgoto}} \cdot Q_{\text{esgoto}}$

Os valores encontrados de fósforo (P_{jusante}) foram determinados em mg. L⁻¹.

Tabela 6 – Valores de N_{jusante} em mg/m³ encontrados pelo estudo teórico do impacto ambiental

Análises	<i>Análise 1</i>	<i>Análise 2</i>	<i>Análise 3</i>	<i>Análise 4</i>	<i>Análise 5</i>	<i>Análise 6</i>
N_{esgoto}	33.400	22.700	42.600	67.400	34.900	28.000
N_{jusante}	0,95	0,80	1,07	1,41	0,97	0,87

Diferentemente dos valores de DBO teóricos do corpo receptor, os valores de nitrogênio, encontraram-se acima da concentração estipulada pelo CONAMA de 0,5 mg. L⁻¹. Os valores de Nitrogênio variaram de 1,07 a 0,80 mg. L⁻¹, 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.



3.3.3 Fósforo total

Para a realização do cálculo de fósforo total (Tabela 7) foi adaptada a fórmula utilizada para o cálculo da $DBO_{jusante}$, ficando da seguinte forma:

$$P_{jusante} \cdot Vazão = P_{rio\ a\ montante} \cdot Q_{montante} + P_{esgoto} \cdot Q_{esgoto}$$

Os valores encontrados de fósforo ($P_{jusante}$) foram determinados em $mg. L^{-1}$.

Tabela 7 – Valores de $P_{jusante}$ em mg/m^3 encontrados pelo estudo teórico do impacto ambiental

Análises	Análise 1	Análise 2	Análise 3	Análise 4	Análise 5	Análise 6
P_{esgoto}	5.680	3.500	3.200	17.860	15.720	8.690
$P_{jusante}$	0,13	0,10	0,09	0,29	0,26	0,17

Os valores de fósforo, encontraram-se acima da concentração estipulada pelo CONAMA de $0,050mg. L^{-1}$. Os valores de fósforo variaram de $0,29$ a $0,09 mg. L^{-1}$, ou seja, a menor concentração encontrada é quase o dobro da permitida pela Resolução CONAMA 357 de 2005. Assim verifica-se também, à necessidade de melhora do tratamento fósforo, pois este elemento lançado pelos abatedouros avícola e bovino é um poluente que gera um impacto ambiental significativo.

4 CONCLUSÃO

Em relação à carga microbiana do sistema de tratamento dos abatedouros (avícola e bovino), verificou-se que estes não apresentaram remoção adequada de coliformes totais e fecais, contribuíram para o poder impactante do efluente sobre o corpo receptor. Através das análises 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, e 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 os abatedouros (avícola e bovino) apresentaram 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 também superiores ao estabelecido pelo IAP, mesmo apresentando boa taxa de remoção global, que é acima de 90%. O nitrogênio e fósforo totais, 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 para os abatedouros avícola e bovino. Os valores encontrados nas análises destes elementos, também foram utilizados, no estudo teórico do impacto ambiental causado pela indústria, sendo motivo de preocupação já que de fato, estão poluindo o corpo receptor, causando danos ao meio ambiente e possíveis danos à população que utiliza desta água.

REFERÊNCIAS

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

BRASIL. Constituição: República Federativa do Brasil, Brasília, Câmara dos Deputados, 1988, 160p.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resoluções do Conama, 1984/91, Brasília, Ibama, 1992, 4ª ed, 245p.

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.

HISTÓRICO dos movimentos ambientais mundiais. Campinas, jan. 2007. Biblioteca didática de tecnologias ambientais. Disponível em:
<http://www.fec.unicamp.br/~bdta/premissas/historico.htm>. Acesso em: 15 jan. 2012.

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

Standard Methods of Analyses p.293, 303