

XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA ÁGUA RESIDUÁRIA PROVENIENTE DE ABATEDOURO DE AVES PARA FINS DE REÚSO EM IRRIGAÇÃO

Israel Minghini¹; Raimundo Leite Cruz²; Talita Aparecida Pletsch³

Resumo - O objetivo do presente trabalho consistiu na avaliação de parâmetros de qualidade da água residuária proveniente de abatedouro de aves, visando analisar a possibilidade de reúso na irrigação de culturas agrícolas, após sua caracterização. As águas residuárias a serem analisadas, foram coletadas em um abatedouro de aves localizado na cidade de Pereiras/SP, em diferentes dias e épocas do ano de 2007. Foram analisados os seguintes parâmetros: pH, temperatura, condutividade elétrica, fósforo total, nitrato, nitrito, sólidos sedimentáveis, ferro, alumínio, turbidez, *salmonellas* sp, macro e micronutrientes. A discussão dos resultados obtidos estiveram de acordo com a Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que estabelece os padrões limites para classificação dos corpos de água. Os resultados obtidos permitem concluir que a água residuária analisada, não deve ser descartada diretamente em corpos hídricos naturais, porém, pode ser utilizada na irrigação de culturas agrícolas, após simples desinfecção.

Palavras-chave - água residuária; irrigação; abatedouro de aves.

Abstract – The aim of this search consisted in comparing the quality of wastewater from a poultry slaughterhouse, trying to analyze the possibility of using it in the irrigation of agricultural growing, after its make-up. Samples were collected from wastewater from a poultry slaughterhouse in Pereiras/SP, in different days or time of the year, analyzing the following: pH, temperature, electrical conductivity, total phosphorus, nitrate, nitrite, sedimentary solids, iron, aluminium, muddy, *salmonella*, macro and micro nutrients. The results were evaluated according to the Resolution of the Environment National Council (CONAMA) nº 357, on March 17th - 2005, which establish the patterns to classify the water contents. The obtained results allow to conclude that the analyzed wastewater, must not be rejected in natural water contents, however, it can be used in the irrigation of agricultural growing, after simple disinfection.

KEYWORDS- wastewater, irrigation, slaughterhouse

INTRODUÇÃO

Os parâmetros analisados, para uma correta interpretação da qualidade da água para a

1) Mestre em Agronomia- Irrigação e Drenagem, UNESP/FCA, isramin@fca.unesp.br

2) Prof. Dr, Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP; cruz@fca.unesp.br.

3) Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Irrigação e Drenagem, Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, talita@fca.unesp.br

irrigação, devem estar relacionados com os seus efeitos na cultura, no solo e no manejo da irrigação, para evitar problemas relacionados com a saúde pública e com as alterações físico-químicas do solo e das águas subterrâneas.

De acordo com Bernardo (1995), destaca-se como parâmetro básico analisado para determinação da qualidade da água para irrigação, o seu aspecto sanitário, devido aos diversos tratamentos adotados, obtendo-se um produto final conhecido como água residuária, e que, muitas vezes é utilizada na irrigação de culturas - principalmente hortaliças e frutíferas.

No Brasil, o lançamento de água residuária nos meios hídricos ainda é prática comum. Os agricultores ribeirinhos utilizam estas águas para irrigar suas culturas e podem ser contaminados ou contaminarem os seus produtos agrícolas, muitas vezes, comercializados e levados diretamente à mesa dos consumidores sem a prévia avaliação da sua qualidade para o consumo. Esta prática popular está ligada a empreendimentos rudimentares sem nenhum controle técnico e sanitário.

O uso de água para fins domésticos, industriais, recreação, agrícolas e para geração de energia, vem aumentando a níveis preocupantes em escala mundial. A oferta de recursos hídricos em todas as regiões tem diminuído quantitativa e qualitativamente, com a demanda crescente pela pressão demográfica e econômica das sociedades modernas. Essa carência favorece a discussão sobre a necessidade urgente da utilização de águas de qualidade inferior, como as águas residuárias domésticas ou industriais tratadas em um nível compatível, para a sua reutilização em outras finalidades (MACHADO, 2004).

Ainda segundo Machado (2004) ao liberar as fontes de água com padrões de qualidade para abastecimento público e outros usos prioritários, a reutilização da água de qualidade inferior para fins de irrigação, respeitando-se os limites de segurança à saúde pública, contribui para um melhor planejamento dos recursos hídricos. Estudos anteriores, bem como os atuais envolvendo o reúso de águas residuárias de abatedouro de aves tratados na fertirrigação de culturas agrícolas, ainda são escassos.

Atualmente não há estudos específicos envolvendo o reúso de água residuária de abatedouro de aves demonstrando a eficiência do uso ou do reúso desses efluentes tratados na irrigação de culturas agrícolas. Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar a qualidade da água residuária proveniente de abatedouro de aves, destacando a importância de parâmetros microbiológicos, para posterior reutilização em irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um abatedouro de aves (frango) localizado na cidade de Pereiras/SP, com capacidade de abater até 100 000 aves por dia, sendo considerado de médio a grande porte, quanto ao número de abates.

Foram coletadas amostras de água residuária, à montante (afluente) e à jusante (efluente) do sistema de tratamento de águas do abatedouro, que é composto inicialmente por um removedor de gorduras e material sobrenadante, e de quatro lagoas de estabilização: uma anaeróbia, duas aeróbias, e uma de maturação. O tempo de detenção hidráulica (TDH) total é em torno de 20 dias, com uma área total de quatro hectares.

As amostras coletadas para análises, foram feitas em diferentes dias e épocas do ano de 2007, e realizadas em função da época do ano e também da obtenção de autorização por parte dos proprietários, sendo efetuadas nos dias: 25/04 – outono; 23/05 – outono e 21/06 – inverno, entre as 8 h e 10 h da manhã.

As amostras foram coletadas em dois pontos distintos:

- O primeiro, na entrada do escoadouro, ou seja, à montante (afluente) das lagoas de estabilização; isso após a passagem da água utilizada na limpeza das aves, já livre de partes sólidas e maiores como: pele, pena, vísceras, por um sistema de filtros para coleta de sangue e resíduos sólidos, que são utilizados na fabricação de rações e produtos similares na região;
- O segundo, na saída, ou seja, à jusante (efluente) das lagoas de estabilização.

Para maior segurança dos resultados na ocasião das análises, as amostras de água após serem coletadas, foram acondicionadas em gelo, utilizando-se frascos de vidro de 100 mL para Coliformes e frascos de vidro esterilizados para *Salmonellas* sp, e outros frascos para as demais amostras; bem como o uso de luvas estéreis, evitando-se assim a contaminação das amostras e para segurança do manuseador.

Foram analisados os seguintes parâmetros para caracterização da qualidade da água: temperatura, pH, condutividade elétrica, ferro, nitrato e nitrito, coliformes fecal e total, sólidos sedimentáveis, alumínio, turbidez, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), fósforo, *Salmonella* sp, macro - N,P,K -, e micronutrientes - Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn.

Os resultados obtidos foram comparados com os valores limites estabelecidos pela Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), para águas de classe 1, que são destinadas à irrigação de hortaliças consumidas cruas.

Os valores de condutividade elétrica (CE) foram confrontados com valores estabelecidos por Ayers e Westcot (1999) e os de alumínio (Al), pela Portaria nº 1 469/01 do Ministério da Saúde. As temperaturas do ar e da água foram medidas no momento da coleta das amostras. Na Tabela 1 encontram-se os valores limites estabelecidos pela Resolução CONAMA (2005) para águas de classe 1.

Tabela 1 – Valores limites estabelecidos para águas de classe 1 (CONAMA,2005)

Parâmetros	Valores
pH	6,0 a 9,0
Turbidez	Até 40 unidades termotolerantes
DBO	3 mg L ⁻¹
DQO	3,0 a 5,0 mg L ⁻¹
Sólidos sedimentáveis	1 mg L ⁻¹ h ⁻¹
Ferro (Fe)	0,3 mg L ⁻¹
nitrato	10 mg L ⁻¹
nitrito	1,0 mg L ⁻¹
Fósforo (P)	0,020 a 0,025 mg L ⁻¹
Coliforme fecal	200 NMP

Metodologia utilizada para medição dos parâmetros

Foram realizadas no Laboratório de Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Rural – FCA- UNESP - Botucatu/SP, as seguintes análises:

- pH – Método potenciométrico - através da leitura direta;
- Condutividade elétrica (CE) – Leitura direta no condutivímetro digital em $\mu\text{s cm}^{-1}$;

- Nitrato, Nitrito e Ferro (Fe) – Foram determinados com o uso do espectrofotômetro, utilizando metodologia descrita no manual do aparelho de acordo com o “Standard methods for the examination of water and wastewater”(APHA, 1995).
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) – Método de incubação da alíquota de água a ser analisada por 5 dias em estufa a 20° C;
- Demanda Química de Oxigênio (DQO) – Leitura direta no espectrofotômetro em comprimento de onda de 420 nm;
- Coliformes – Método cromogênico, através do reagente Colilert e cartelas próprias;
- Turbidez – Leitura direta no espectrofotômetro em Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT);
- Sólidos sedimentáveis – Leitura direta no cone de Imhoff, após um período de sedimentação de 1 hora de 1 litro de líquido.

Foram realizadas no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas - FCA – UNESP - Botucatu/SP, as seguintes análises:

- N – Por titulação com H₂SO₄ – leitura direta;
- P – Por Colometria do Metaranadato – leitura direta;
- S e B – Leitura direta no espectrofotômetro;
- K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn – Fotometria de absorção atômica – leitura direta.

Foram realizadas no Laboratório de Microbiologia e Imunologia do Instituto de Biociências - IB - UNESP - Botucatu/SP , as seguintes análises:

- *Salmonella* sp – Uma alíquota de 25 mL da amostra foi homogeneizada em 225 mL de água peptonada a 1% e incubada a 35° c por 24 h. Em seguida, transferiu-se 1 mL do homogeneizado para um tubo de ensaio contendo 10 mL de caldo tetracionato com iodeto de potássio. O tubo foi incubado a 35° c por 24 h. Outra alíquota de 0,1 mL foi transferida para um tubo com 10 mL de caldo Rapapport, sendo incubado a 42° C por 24 h. Após este período, uma alçada de cada tubo foi semeada em placas de Petri contendo ágar XLD (xilose-lisina-desoxicolato – Difco) e ágar CHROMagar (Boplife), sendo as placas incubadas a 35° por 24 hs. A seguir, as colônias características de *Salmonella* foram isoladas e repicadas para tubos de ensaio contendo ágar tripticase soja inclinado (TSA – Difco), sendo incubas a 35° C por 24 h (cepas estoque). A partir das

cepas estoque foram realizados os testes bioquímicos (Ágar tríplice açúcar ferro – TSI e Ágar fenilalanina – Difco) para confirmação das cepas características.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (CETESB, 2009) a temperatura desempenha principal papel de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos.

A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais ou usinas termoelétricas (CETESB, 2009). Na tabela 2 são apresentados os valores da temperatura do ar e da água, nos pontos de coleta.

Tabela 2 - Valores da temperatura do ar (°C) e da água (°C) no local de coleta.

Dia e época da coleta	Temperatura do ar °C		Temperatura da água °C	
	montante	jusante	montante	jusante
25/04/07 (outono)	31,0	31,0	28,0	28,0
23/05/07 (outono)	19,0	19,0	19,0	22,0
21/06/07 (inverno)	17,0	17,6	18,0	18,3

Nos valores apresentados, nota-se ligeira queda na temperatura tanto do ar quanto da água nos locais de coleta das amostras, devido à chegada do inverno, no entanto, estas temperaturas estão longe daquelas que podem influenciar a sobrevivência de ovos de parasitas. Segundo Andreoli & Pegorini (2000), a temperatura ideal para destruir ovos de parasitas presentes nos corpos d'água, é de 60° C.

Potencial hidrogeniônico (pH)

O valor do pH não indica a quantidade de ácidos das amostras de água ou efluentes, indica intensidade de acidez ou de alcalinidade presente no corpo d'água.

De acordo com a Resolução nº 357/05 CONAMA, os valores de pH devem estar entre 6,00 e 9,00, para águas de Classe 1. A Tabela 3 mostra os valores de pH obtidos nas amostras analisadas.

Tabela 3 - Valores de pH encontrados nas amostras analisadas.

Dia e época de coleta	pH	
	montante	jusante
25/04/2007 (outono)	7,36	7,78
23/05/2007 (outono)	7,00	7,65
21/06/2007 (inverno)	6,35	7,41

Evidencia-se que os valores de pH relacionados na Tabela 3, se enquadram nos padrões especificados pela legislação (CONAMA, 2005) estando entre os valores limites permitidos de águas residuárias para fins agrícolas.

Condutividade Elétrica (CE)

De acordo com Almeida(2010) a condutividade elétrica devido à sua facilidade de determinação, é o parâmetro considerado para determinar a potencialidade em salinizar um solo. A condutividade elétrica da água para a irrigação (Ceai), basicamente considera a quantidade total de sais presentes na água, sem especificá-los. Para Ayers & Westcot(1999), a condutividade elétrica da água, estabelece que a condição de CE menor que $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ não apresenta restrição para uso; entre $0,7$ e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, o grau de restrição é baixo a moderado e acima de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, é de severa restrição, apresentando riscos para o solo e a cultura.

Tabela 4 - Valores da Condutividade Elétrica (CE) encontrados na amostras analisadas

Dia e época de coleta	Valores da Condutividade (dS m^{-1})	
	montante	jusante
25/04/07 (outono)	3,78	3,14
23/05/07 (outono)	2,19	3,24
21/06/07 (inverno)	4,85	3,29

De acordo com os resultados obtidos na Tabela 4, em todas as amostras analisadas, os valores da CE estão acima do recomendado por Ayers & Westcot(1999), apresentando que a água analisada apresenta alto risco de salinização para o solo. O recomendado desta maneira, seria que

esse efluente, antes de ser utilizado para irrigação fosse diluído com água de menor condutividade elétrica.

Ferro (Fe)

Conforme Resolução nº 357/05 CONAMA, o valor máximo permitido para concentrações de ferro presentes nas águas de classe I deve ser de 0,30 mg L⁻¹. A Tabela 5 mostra as concentrações de ferro nas amostras analisadas.

Tabela 5 - Concentrações de Ferro (Fe) nas amostras analisadas

Dia e época de coleta	Concentrações de Ferro (mg L ⁻¹)	
	montante	jusante
25/04/07 (outono)	0,00	0,27
23/05/07 (outono)	0,09	0,20
21/06/07 (inverno)	0,07	0,19

Observando-se os resultados na Tabela 5, verifica-se que em todas as amostras de água residuária analisadas, as concentrações de ferro (Fe) estão dentro dos padrões permitidos pela legislação (CONAMA, 2005) não apresentando risco quanto à utilidade da água para fins de irrigação.

Nitrato e Nitrito

No sistema digestório dos animais, o nitrato pode se reduzir a nitrito dando origem a possíveis substâncias cancerígenas, portanto, agricultores e produtores devem ser alertados a otimizar o uso de fertilizantes nitrogenados para evitar problemas de saúde pública.

As Tabelas 6 e 7 mostram as concentrações de nitrato e nitrito encontradas nas amostras analisadas.

Tabela 6 - Concentrações de nitrato nas amostras analisadas

Dia e época de coleta	Concentrações de nitrato (mg L ⁻¹)	
	montante	jusante
25/04/07 (outono)	-	5,80
23/05/07 (outono)	7,60	4,50
21/06/07 (inverno)	-	8,20

Tabela 7 - Concentrações de nitrito nas amostras analisadas

Dia e época de coleta	Concentrações de nitrito (mg L ⁻¹)	
	montante	jusante
25/04/07 (outono)	-	0,015
23/05/07 (outono)	0,005	0,030
21/06/07 (inverno)	-	-

Pela Resolução nº 357/05 CONAMA, o valor máximo de nitrato permitido para águas de classe I é de 10 mg L⁻¹ e para nitrito é de 1,0 mg L⁻¹. Com base nesta informação, pode-se observar que as concentrações de nitrato e de nitrito encontradas nas amostras de água analisadas, e, cujos valores estão representados nas Tabelas 6 e 7 respectivamente, estão dentro dos parâmetros estabelecidos.

Os valores acima deste padrão podem ser atribuídos ao uso de fertilizantes nitrogenados na área, na forma de nitrato, já que esta forma é muito utilizada por ser mais estável no solo, não sendo esta a situação aqui observada. Este parâmetro encontra-se de acordo com a utilização da água residuária analisada para fins agrícolas.

Coliformes

A Resolução nº 357/05 CONAMA estabelece que para águas de classe I, o valor de coliformes fecais não pode ultrapassar 200 NMP, no entanto, não especifica valores limites para

presença de coliformes totais. A Tabela 8 relaciona os valores de coliformes - fecal e total - nas amostras analisadas.

Tabela 8 - Número de coliformes - fecal e total - nas amostras analisadas

Dia e época de coleta	Número de Coliformes - fecal e total (NMP 100 mL ⁻¹)	
	montante	jusante
25/04/07 (outono)	> 2419	> 2419
23/05/07 (outono)	> 2419	>2419
21/06/07 (inverno)	>2419	>2419

Observou-se pelos resultados das amostras analisadas na Tabela 8, que o número de coliformes fecais, está muito acima do limite máximo permitido pela legislação (CONAMA, 2005), assim como os valores de coliformes totais (> 2429) - valores máximos de leitura do aparelho -, evidenciando-se grande presença desses grupos de bactérias. De acordo com os valores detectados para este parâmetro, a qualidade da água residuária analisada, não está adequada para fins de irrigação agrícola, sendo classificada como imprópria para utilização em irrigação de hortaliças que são consumidas cruas. Portanto, a produção de hortaliças utilizando métodos de aspersão fica comprometida, a não ser que haja tratamento ou desinfecção da água dessa fonte.

Sólidos sedimentáveis

A Resolução nº 357/05 CONAMA, determina que o limite padrão de sólidos sedimentáveis seja de 1 mg L⁻¹ h⁻¹, para águas de classe 1. Na Tabela 9 encontram-se os volumes de sólidos sedimentáveis obtidos nas amostras analisadas.

Tabela 9 - Volume de Sólidos sedimentáveis nas amostras analisadas

Dia e época de coleta	Volume de Sólidos sedimentáveis (NMP L ⁻¹ h ⁻¹)	
	montante	jusante
25/04/07 (outono)	32	0
23/05/07 (outono)	8,5	0

O volume obtido de sólidos sedimentáveis nas três amostras analisadas à montante (afluente) das lagoas de estabilização estão bem acima do limite padrão estabelecido pela legislação (CONAMA, 2005) podendo ocasionar problemas de entupimento de emissores se utilizada em irrigação, mostrando que houve alguma falha no sistema de filtros instalados antes das lagoas de estabilização, para coleta de sangue e sólidos, por ocasião da lavagem das aves.

No entanto, os valores de sólidos sedimentáveis encontrados à jusante (efluente) das lagoas de estabilização, evidenciam grande eficiência no sistema de tratamento da água residuária quanto à retenção de resíduos, já que estes reduziram-se a zero.

Alumínio (Al)

É abundante em rochas e minerais, sendo considerado um elemento constituinte, podendo também ser encontrado dissolvido em águas residuárias. De acordo com a Portaria nº 1 469/01 do Ministério da Saúde, o valor máximo permitido nas águas de Classe 1 é de $0,2 \text{ mg L}^{-1}$. A Tabela 10 mostra as concentrações de Alumínio (Al) obtidas nas amostras analisadas.

Tabela 10 - Concentrações de Alumínio (Al) nas amostras analisadas

Dia e época de coleta	Concentrações de Alumínio (mg L^{-1})	
	montante	jusante
25/04/07 (outono)	-	0
23/05/07 (outono)	-	-
21/06/07 (inverno)	-	0

As concentrações deste elemento nas amostras analisadas apresentaram valores abaixo do valor limite estabelecidos pelo Ministério da Saúde, não sendo nem mesmo detectadas pelo aparelho, evidenciando-se, que o efluente analisado, de acordo com este parâmetro, pode ser utilizado para fins de irrigação.

Turbidez

A Resolução nº 357/05 CONAMA determina para águas de classe 1, até 40 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT). A Tabela 11 mostra os valores de turbidez, obtidos nas amostras analisadas.

Tabela 11 - Valores da turbidez nas amostras analisadas

Dia e época de coleta	Turbidez (UNT)	
	montante	jusante
25/04/07 (outono)	11	23
23/05/07 (outono)	15	25
21/06/07 (inverno)	36	27

Observou-se que os valores de turbidez, encontram-se abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução (CONAMA, 2005), sendo que apenas uma dessas amostras, com valor (36 UNT) ficou próxima do valor máximo estabelecido pela referida legislação, evidenciando maior quantidade de partículas sólidas dispersas na amostra analisada no momento da coleta. De acordo com este parâmetro, a água residuária analisada pode ser utilizada para fins agrícolas.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Segundo Resolução nº 357/05 CONAMA, o limite padrão estabelecido para o consumo de O₂ no processo de oxidação em um período de 5 dias a 20° C é de 3 mg L⁻¹ (DBO). A Tabela 12 mostra os valores obtidos de DBO nas amostras analisadas.

Tabela 12 - Valores de DBO nas amostras analisadas

Dia e época de coleta	Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg L ⁻¹).	
	montante	jusante
25/04/07 (outono)	1460	335
23/05/07 (outono)	1495	416

Observou-se, principalmente à montante (afluente) valores superiores ao limite padrão estabelecido, pela grande quantidade de matéria orgânica, comprometendo assim a qualidade da água residuária para descarte direto em rios ou demais corpos hídricos naturais, porém, a viabilidade para irrigação não é comprometida.

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A Resolução nº 357/05 CONAMA, estabelece um limite padrão para DQO de 3 a 5 mg L⁻¹. A Tabela 13 mostra os valores obtidos de DQO nas amostras analisadas.

Tabela 13 - Valores de DQO nas amostras analisadas

Dia e época de coleta	Demanda Química de Oxigênio (mg L ⁻¹).	
	montante	jusante
25/04/07 (outono)	2 874	1 061
23/05/07 (outono)	2 726	1 140
21/06/07 (inverno)	4 871	1 174

Pelos resultados apresentados na Tabela 13 verifica-se elevados valores de DQO, concordando com o que já foi discutido para DBO. As amostras apresentam grande quantidade de material orgânico, que pode levar ao comprometimento de corpos hídricos naturais quando descartada, porém da mesma forma que o parâmetro anterior, isso não impede o aproveitamento desta água para fins de irrigação.

Fósforo (P)

Segundo CETESB (2009) O fósforo aparece em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários. A matéria orgânica fecal e os detergentes em pó empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros,

frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais.

De acordo com a legislação (CONAMA, 2005) o valor padrão estabelecido encontra-se entre 0,020 e 0,025 mg L⁻¹.

Tabela 14 - Concentrações de fósforo (P) nas amostras analisadas

Dia e época de coleta	Concentrações de fósforo (mg L ⁻¹).	
	montante	jusante
25/04/07 (outono)	110,88	115,38
23/05/07 (outono)	70,88	110,38
21/06/07 (inverno)	202,88	112,38

As amostras analisadas apresentaram valores elevados de fósforo, não recomendando, desta maneira, o descarte da água residuária diretamente em corpos hídricos, pois estes poderiam sofrer sérios problemas de eutrofização. No entanto, o aproveitamento desta água para fins de irrigação é viável, pois o fósforo (P) é um importante macronutriente para as plantas.

Salmonellas sp

A Resolução CONAMA 2005, não determina um limite padrão quanto ao número dessas bactérias existentes em corpos d'água, cabendo a órgãos do Ministério da Saúde, a vigilância e a notificação compulsória, bem como o encaminhamento da "cepa" identificada para o Instituto Adolfo Lutz (IAL). Em todas as amostras analisadas, não foram encontradas bactérias do gênero *Salmonellas*, não havendo risco de contaminação do irrigante ou do produto agrícola com o uso desta água em irrigação.

Macro e micronutrientes

Os nutrientes analisados e apresentados na Tabela 15 são importantes no desenvolvimento de plantas, devendo ser adicionados na forma de fertilizantes, quando necessários, beneficiando o desenvolvimento vegetal a sua presença na água de irrigação. Os valores de macro e micronutrientes da água de abatedouro são apresentadas na Tabela 15, a seguir:

Tabela 15 - Concentrações de macro e micronutrientes

Elemento Químico	Concentrações (mg L ⁻¹)	
	montante	jusante
N	77	76
P	33	31
K	65	71
Ca	23	17
Mg	4	3
S	30	35
B	1,19	1,02
Cu	0,08	0,02
Fe	0,43	0,21
Mn	0,01	0,01
Zn	0,08	0,02

A utilização da água residuária na irrigação agrícola torna-se viável, devido principalmente às concentrações de nutrientes nelas apresentados, podendo influenciar beneficemente na complementação ou mesmo na substituição da adubação química, dependendo da cultura escolhida e das condições nutricionais do solo, diminuindo assim, os custos da produção.

CONCLUSÕES

Analisando-se os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Observou-se que os parâmetros: temperatura, pH, ferro, nitrato, nitrito, alumínio, turbidez, *Salmonellas*, macro e micronutrientes, apresentam valores dentro dos padrões limites estabelecidos pela legislação no que se refere a águas de reúso para irrigação;
- Quanto às análises de coliformes - fecal e total -, as águas residuárias analisadas, apresentam valores acima do permitido por lei, representando risco à saúde pública, por contaminação do produtor e dos produtos agrícolas;
- Para os parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), apesar de apresentarem valores superiores aos padrões legais, não comprometem a viabilidade de reúso da água residuária analisada para irrigação agrícola;
- A elevada concentração de fósforo (P) nas amostras analisadas, apresentando valores superiores ao limite estabelecido pela legislação, evidencia que, a água residuária analisada não deve ser descartada em corpos hídricos naturais, devido principalmente a problemas de eutrofização;
- Os valores de sólidos sedimentáveis elevados à montante (afluente) e reduzidos a zero à jusante (efluente) das lagoas de estabilização, justificam grande eficiência no sistema de tratamento da água residuária local, quanto à retenção de resíduos sólidos.
- A condutividade elétrica apresentou valores altos que ocasionam riscos de salinidade ao solo e prejuízos na produtividade, sendo desta maneira, indicado a diluição da água residuária antes de ser utilizada para a irrigação.
- Especial atenção deve ser dada aos parâmetros analisados: presença de coliformes – fecal e total - e o de sólidos sedimentáveis, por estarem relacionados com a incidência de doenças, principalmente para irrigação de hortaliças consumidas “*in natura*”.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, O. A de.(2010) *Qualidade da Água de Irrigação*. Cruz das Almas: EmbrapaMandioca e Fruticultura, 227p.

ANDREOLI, C. V.; PEGORINI, E. S. (2000) *Gestão pública do uso agrícola do lodo de esgoto*. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Eds). *Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente,. pp.281-312.

AYERS, R.; WESTCOT, D. W.(1999) *A qualidade da água na agricultura*. “Water Quality for Agriculture”. FAO. Tradução Gheyi. H. R. & Medeiros, JF de, UFPB.Campina Grande- PB, 217 p.

APHA *Standard methods for the examination of water and wastewater* (1995). 19 ed. Washington, D.C.: American Public Health Association, 1337 p.

BERNARDO, S. *Manual de Irrigação* (1995). 6 ed. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 657 p.

BRASIL. Portaria nº 1 469 de 2001. Ministério da Saúde – Água tratada.

CETESB(2009) “*Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem*” in *Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo*, Série Relatórios, 43p.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.(2005) *Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Classifica as águas doces, salobras e salinas*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 18 de março de 2005.

MACHADO, C.J.S.(2004) *Reuso de água doce*. Revista Eco 21, 86, 1, jan