

CARACTERIZAÇÃO DE EFLUENTES GERADOS NO PROCESSO AGROINDUSTRIAL – CASO DA INDÚSTRIA FRIGORÍFICA

Ademir Cikoski¹, Mariza Rotta², Valter Becegato³, William C. Polônio Machado⁴ &
Sideney Becker Onofre⁵

(1 - Especialista em Auditoria Ambiental - Sadia S/A – Rod Pr 180 Km 04 – Bairro Pinheirinho – Francisco Beltrão – PR. CEP – 85601-000 – E-mail: ademircikoski@gmail.com. 2 - Professora do Centro Universitário Católico do Sudoeste do Paraná – UNICS e das Faculdades Vizinhança Vale do Iguaçu – VIZIVALI – Endereço eletrônico: mzrotta@yahoo.com.br. 3 - Professor do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC. Caixa Postal 281, CEP 88520-000 Lages-SC, E-mail: becegato@cav.udesc.br; 4 - Professor Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Pato Branco, E-mail: wcpm@mail.crea-pr.org.br; 5 - Professor Titular da Universidade Paranaense – UNIPAR – Campus de Francisco Beltrão – Endereço eletrônico: sideney@unipar.br)

Resumo

O presente artigo avaliou o desempenho de um sistema de tratamento de efluente físico-químico e lagoas de tratamento anaeróbio, aeróbio e polimento localizado na cidade de Francisco Beltrão, Estado do Paraná, aos 546 metros de altitude, coordenadas geográficas 26° 02' 13" Sul e 53° 03' 42" Oeste. Os dados referentes a concentração de DBO, DQO, Óleos e graxas, pH e Sólidos em Suspensão foram obtidos durante seis meses, em unidades de tratamento de esgotos, frigorífico. De acordo com os dados analisados conclui-se que as lagoas apresentaram um excelente desempenho, produziram um efluente final com concentração de DBO, DQO, Óleos e graxas, pH e Sólidos em Suspensão abaixo dos parâmetros exigidos pela legislação vigente.

Palavras-chave: efluentes industriais, tratamento biológico, frigoríficos.

Abstract

CHARACTERIZATION OF EFFLUENTS GENERATED DURING AGROINDUSTRIAL PROCESS – CASE OF THE FRIGORIFIC INDUSTRY

Recebido para publicação em 17 de Agosto de 2008;
Aprovado para publicação em 10 de Outubro de 2008

This work investigated the performance of a system of physico-chemical effluent treatment and ponds of anaerobic, aerobic and polishing treatment. Once one of the major impacts on water sources is caused by biologically-treated effluents, the discharge of this effluent is of concern for the aquatic biota. The data were surveyed during six months at units of frigorific sewer treatment. The ponds presented an excellent performance, produced a final effluent with concentrations of DBO, DQO, oils and fats, pH and suspended solids below the parameters required by law. The mud deposited at the bottom of the ponds is removed each six months to be correctly reused in agriculture.

Key words: industrial effluents, biological treatment, frigorific.

1 - Introdução

O tratamento de efluentes é uma das mais importantes questões ambientais no que diz respeito ao atendimento da legislação e à consequente proteção ao meio ambiente. Apesar de evoluindo, a carência de recursos para investimentos, as políticas oficiais de inovação tecnológica - que parecem não considerar a realidade das micro e pequenas empresas brasileiras, entre outras questões, são entraves que fazem com que o setor de tratamento de efluentes no Brasil ainda deixe muito a desejar (ANDRADE & SARNO, 1990).

A falta de planejamento em relação aos recursos hídricos é um grande problema que visa soluções emergenciais. É necessário que haja administração racional e uma preocupação em conservar, preservar e reaproveitar a água. Sua conservação exige, entre outras coisas, o tratamento de efluentes (ANDRAUS, 1997).

Até algum tempo atrás, empresas frigoríficas lançavam resíduos grosseiros como vísceras, sangue e penas diretamente nos rios. Mas, felizmente, muita coisa mudou, a legislação foi aprimorada e novos meios de fiscalizações e cobranças foram estabelecidos. Com isso, diferentes fatores contribuíram para a mudança de comportamento por parte dos empresários, em especial, os agentes de crédito que para conceder os financiamentos exigiam que as empresas / indústrias tomassem as devidas precauções com relação às questões ambientais (ZILLI, 2006). Outro ponto importante é que se tornou de conhecimento dos empresários que os resíduos independentes da origem, causavam impactos não somente na empresa, como em todo o ambiente, causando a degradação de um de seus insumos mais importante, a água,

O mercado consumidor, após obter mais conhecimento sobre o assunto, passou a exigir das indústrias o respeito aos padrões de qualidade ambientais e de sustentabilidade, sem ser necessário a fiscalização através de órgãos competentes (SENA, 2005).

Os frigoríficos mais modernizados e com um grande mercado consumidor, que passam pela inspeção do Ministério da Agricultura fazem o tratamento total de seus efluentes, sejam estes sólidos, líquidos e até mesmo gasosos. Nos abatedouros avícolas a água é de grande utilidade, sendo altamente consumida na atividade de resfriamento das carcaças. A média de água utilizada, por cabeça corresponde de 25 a 50 litros. A quantidade de efluente que é produzido é quase que equivalente ao volume de água que é consumida, pois está presente na composição de alguns produtos como também pode ser absorvida pela carcaça durante o período de resfriamento. De 60% a 70% da água que é empregada nos frigoríficos entram em contato direto com produtos cárneos, o restante é usando para fins sanitários em geral (PELISSER & SOARES, 2001; SENA, 2005).

A matéria orgânica, de origem animal e vegetal, presente no efluente é formada de uma combinação de moléculas de carbono com outros elementos, apresentando uma estrutura complexa e variável. Entre estas substâncias cita-se a uréia e a albumina, que além do carbono, contêm nitrogênio e, no caso da albumina, também o enxofre. Esta particularidade lhe confere uma decomposição mal cheirosa pela formação do gás ácido sulfídrico (H_2S), com cheiro de ovo podre, caso se dê em condições anaeróbias (SPERLING, 1995; 1996). Os resíduos gerados no abatedouro de aves, tanto sólidos quanto líquidos são divididos em resíduos do abate e resíduos gerados fora do processamento. Os resíduos do abate são representados pelo conteúdo estomacal, conteúdo intestinal, resíduos do tanque de purificação de gorduras. Já os resíduos que são gerados fora do processo são representados pelos esgotos sanitários, lixo comum, lodo do sistema de tratamento de água industrial (SENA, 2005).

Uma questão que vem sendo estudada é a reutilização da água como uma forma alternativa para melhorar o planejamento hídrico das indústrias. A reutilização da água, pelo menos uma parte dela, é uma necessidade das indústrias frigoríficas, principalmente aquelas que estão localizadas em áreas que podem sofrer um processo de estiagem ou que estão distantes dos corpos de água (ZILLI, 2006).

Obviamente, águas que não entram em contato com o produto cárneo como aquelas destinadas aos sanitários, caldeiras, limpezas de pátios e veículos, entre outras, e que correspondem a 30 ou 40% do consumo total de um frigorífico poderiam ser utilizadas sem implicações sanitárias. São conhecidos muitos casos onde a água que é destinada a Estação de

Tratamento de Água (ETA) do frigorífico apresenta uma qualidade bem abaixo a dos efluentes tratados pela própria empresa (SPERLING, 1995; 1996).

O efluente frigorífico apresenta uma alta quantidade de sólidos, matéria orgânica e microorganismos, para além de serem ricos em nutrientes como azoto, fósforo e potássio, possuem também significativos teores de sal (NaCl), o que pode desencadear a salinização dos solos. Dentre os principais poluentes, encontram-se SST, uma elevada carga orgânica biodegradável, um elevado teor de óleos e gorduras, azoto e fósforo (ABEF, 2006). Cargas com sólidos e substâncias orgânicas dissolvidas são caracterizadas por gorduras e proteínas, além de seus produtos de degradação, tais como, ácidos orgânicos voláteis, amins e outros compostos orgânicos nitrogenados. Carboidratos também estão presentes na forma de colóides e compostos dissolvidos (SENA, 2005, ABEF, 2006).

O efluente líquido de uma indústria frigorífica apresenta elevada DBO, óleos e graxas, presença de material flotável, alta concentração de sólidos sedimentáveis e suspensos, além da presença de sólidos grosseiros e microorganismos patogênicos. Devido à alta concentração de DBO e de carga protéica, os despejos líquidos possuem grande capacidade de decomposição, associado com a liberação de fortes odores (BERNET *et al.*, 2000; EPA, 2002).

Os processos de tratamento do setor frigorífico são compostos por duas etapas principais, a primária e a secundária. Nesses processos de tratamento, na maioria dos casos, reduzem a DBO de 70% a 95%, os sólidos em suspensão são reduzidos numa proporção de 80% a 95%. Geralmente são os tipos de tratamentos, as condições locais, limitação de área, custos de capitais e operacionais, que irão determinar a seleção do sistema a ser adotado. Os efluentes frigoríficos, em sua maior parte, não são compostos por resíduos perigosos, sendo constituído, principalmente, de matéria orgânica; contudo, os procedimentos de tratamentos empregados não necessitam de sistemas complexos com alto custo (USEPA, 1975; WPCF, 1983; TEIXEIRA *et al.*, 2002).

Os efluentes frigoríficos contêm partículas com uma grande variedade de formas, tamanhos, densidades, etc., o que influencia o seu comportamento na água e, portanto, a capacidade de serem removidos. A remoção destas partículas no efluente é de grande interesse, desde que muitos dos contaminantes químicos e microbiológicos presentes no efluente sejam adsorvidos ou incorporados às partículas (SENA, 2005).

Neste contexto é que este trabalho consiste em caracterizar os efluentes gerados no processo produtivo, bem como descrever os procedimentos adotados para o tratamento de efluentes das indústrias frigoríficas.

2 - Material e Métodos

2.1 – Caracterização da área de pesquisa

O trabalho foi desenvolvido em uma estação de tratamento de efluentes de um frigorífico de abate de frangos e perus, cuja estação de tratamento é formada por um conjunto de lagoas de tratamento anaeróbio, aeróbio e polimento localizado na cidade de Francisco Beltrão, Estado do Paraná, aos 578 metros de altitude, coordenadas geográficas 26° 02' 13" Sul e 53° 03' 42" Oeste (Figura 1).



Figura 1 – Sistema de tratamento de efluentes da unidade frigorífica avaliada.

O local em estudo, encontra-se em sua totalidade sobre a classe de solos Latossolos. Os Latossolos caracterizam-se como solos minerais, não hidromórficos, com horizonte diagnóstico B latossólico (Bw) de coloração vermelha, geralmente profundos e homogêneos. Morfologicamente podem apresentar estrutura maciça ou em blocos sub-angulares fracos que se desfazem em granular de grau forte, no caso de apresentarem textura argilosa (micro-agregados).

Os solos com horizonte B latossólico ou Latossolos apresentam seqüência de horizontes A-B-C, com pouca diferenciação textural entre os horizontes A e B. Não apresentam minerais primários facilmente intemperizáveis e a fração argila, com alto grau de floculação, é constituída predominantemente por óxidos de ferro (hematita, goetita), óxidos de alumínio (gibbsite) e argilominerais do 1:1 (caolinita). O horizonte C é, em geral, espesso, refletindo as características texturais e mineralógicas do material de origem.

A formação geológica em que está inserido a planta frigorífica é de Formação Serra Geral. Esta formação representa o mais importante derrame continental vulcânico da Terra, com uma extensão de aproximadamente 1.200.000 km², o que representa cerca de 75% de toda a Bacia do Paraná. A Formação Serra Geral é representada por diferentes tipos de rochas: basaltos toleíticos (90%), andesitos toleíticos (7%) e riolitos – riolitos (3%).

Segundo Atlas de Recursos Hídricos do Estado do Paraná (1998) a Formação Serra Geral enquanto considerada como unidade aquífera e de produção é denominada de compartimento *Serra Geral Sul* com sua composição sendo de derrames basálticos da Formação Serra Geral na área de abrangência da bacia do rio Iguaçu com uma área de exposição de 42.060 km² e com potencial hidrogeológico de 3,8 l/s/km².

No município de Francisco Beltrão existem duas bacias hidrográficas separadas por um conjunto de morros denominada Serra do Jacutinga. Na primeira bacia (menor) que corre para o Norte os Rios Jacutinga, Macaco, São Braz, Cerrinho e Ligação afluem no Rio Cotequipe. Na segunda bacia (maior), a leste da Serra do Jacutinga, correm para o nordeste afluindo no Rio Marrecas, os Rios Quatorze, Urutago, Santa Rosa, Tuna e Rio do Mato.

O clima predominante de Francisco Beltrão na Classificação de Koppen é Cfa (temperado, com invernos amenos cuja temperatura é superior a -3° C e inferior a 18° C e verões quentes com temperatura superior a 22° C). Entretanto no extremo oeste do município, supõe-se que algumas áreas possam abrigar a classificação climática Cfb, notadamente as áreas acima de 800 m de altitude da Serra da Jacutinga

2.2. Coleta e estocagem das amostras

As amostras foram coletadas em frascos plásticos de 500 mL, limpos e analisadas o mais rápido possível. Os frascos de coleta foram preenchidos submersos, fechados, transportados e armazenados sob resfriamento para outras análises. Essas amostras foram coletadas nos 5 pontos a seguir: No tanque de equalização, após o tratamento físico-químico,

efluente final, montante ao lançamento e jusante ao lançamento. Todas as análises foram realizadas a cada semana, no período de julho a dezembro de 2008.

2.3 – Parâmetros avaliados

2.3.1. Demanda química de oxigênio (DQO) e Demanda biológica de oxigênio (DBO)

A demanda química de oxigênio (DQO) e a demanda biológica de oxigênio (DBO) foram determinadas pelo método do refluxo fechado de acordo com a (APHA, 1998). Os valores foram fornecidos em mg.L.

2.3.2. Determinação do pH e nitrogênio amoniacal

O pH foi determinado com o auxílio de um potenciômetro com eletrodo prata/cloreto de prata. O nitrogênio amoniacal ($N-NH_4^+$) é analisado pelo método colorimétrico de Nessler segundo VOGEL (1981). Os valores do nitrogênio amoniacal foi fornecido em mg.L.

2.4. Óleos e graxas (O/G)

Para a determinação do teor de óleos e graxas foi adotado a metodologia enunciada pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998). O método em análise refere-se a extração com solvente pelo método de Soxhlet, utilizando-se como solvente éter de petróleo. A análise experimental foi realizada em um equipamento de extração de gordura marca Tecnal-8/50, que possibilita controlar a temperatura em condições ideais de segurança, eficiência da extração, além de favorecer a recuperação do solvente em mais de 60%, permitindo o contato, por mais tempo, da amostra com o extratante e promover a separação dos óleos e graxas presentes no efluente. Os valores foram fornecidos em mg.L.

3 - Resultados e Discussão

Após a coleta e análise dos parâmetros descritos na metodologia proposta o desempenho do sistema avaliado da Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), pH, Nitrogênio Amoniacal ($N-NH_4^+$) e Óleos e Graxas (O/G) estão sumarizados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de pH, DQO (mg.L), DBO_5 (mg.L), $N-NH_4^+$ (mg.L) e O/G (mg.L) nas amostras monitoradas no período.

Local de Coleta	pH	$DBO_5(1)$	DQO(1)	$N-NH_4^+$	O/G
-----------------	----	------------	--------	------------	-----

Tanque de Equalização	5,6	700,0 ¹	1.100,0 ¹	30,0 ¹	530 ¹
Flotador	6,5	166,0	342,0	29,0	14,0
Efluente Final	7,8	16,0	58,0	19,0	5,0
Montante ao Lançamento	6,9	2,0	4,0	0,6	0,1
Jusante ao Lançamento	6,9	2,9	5,8	4,2	0,1
Parâmetros Oficiais	6,0 – 9,0	50,0	300,0	30,0	20,0
Eficiência do Sistema ²	100	100	100	100	100

1 – Dados fornecidos em mg/L⁻¹

2 – Considerado em comparação com os padrões aceitáveis pelos órgãos ambientais.

Analisando os resultados obtidos, verificamos que o pH das amostras monitoradas, variaram de 5,6 no tanque equalizador a 6,9 no ponto de lançamento dos efluentes. Isso nos mostra que durante o tratamento ocorreu um equilíbrio no sistema, no tocante ao pH. No final do processo esse parâmetro foi lançado dentro dos limites preconizados pelos órgãos ambientais.

A expressão Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) que é utilizada para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente, corresponde a quantidade de oxigênio que é consumida pelos microorganismos do esgoto ou águas poluídas, na oxidação biológica, quando mantida a uma dada temperatura por um espaço de tempo convencional.

Essa demanda pode ser suficientemente grande, para consumir todo o oxigênio dissolvido da água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática (SPERLING, 1995). Os valores da DBO₅ no sistema, variou de 700 a 16 mg.L no tanque de equalização e no final do sistema de tratamento, respectivamente.

O teste de Demanda Química de Oxigênio (DQO) baseia-se no fato de que todos os compostos orgânicos, com poucas exceções, podem ser oxidados pela ação de um agente oxidante forte em meio ácido. Uma das limitações, entretanto é o fato de que o teste não diferencia matéria orgânica biodegradável e matéria orgânica não-biodegradável, a primeira determinada pelo teste de DBO.

A vantagem é o tempo de teste, realizado em poucas horas, enquanto o teste de DBO requer no mínimo 5 dias (período de incubação) (SPERLING, 1995). Os valores referente a esse parâmetro variou de 1.100 a 58 mg.L no tanque de equalização e no final do sistema de tratamento, mostrando com isso uma alta eficiência no tratamento da matéria orgânica no sistema de lagoas existentes para esse fim. Com os dados obtidos podemos concluir que os

valores obtidos tanto na DBO, quanto na DQO, são resultado do tratamento da matéria orgânica no processo produtivo. O comportamento desses parâmetros DBO e DQO, estão apresentados na Figura 2.

Com relação ao parâmetro óleos e graxas (O/G) e nitrogênio amoniacal ($N-NH_4^+$), verificou-se que o sistema fez uma remoção eficiente desses dois parâmetros, reduzindo de 530 para 5,0 mg.L para óleos e graxas e de 30 para 19 mg.L, para nitrogênio amoniacal no tratamento do sistema desde o tanque de equalização até o final do processo de tratamento, mostrando mais uma vez a eficiência do processo, lançando com isso efluente com ótimas características no meio ambiente.

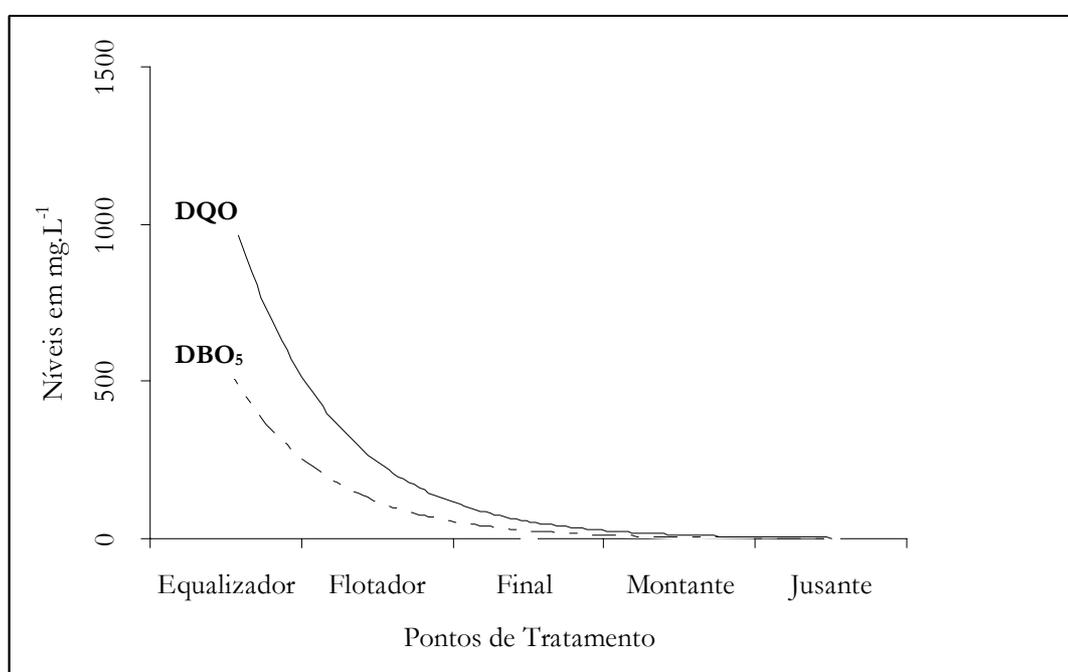


Figura 2 – Comportamento dos parâmetros DBO₅ e DQO no sistema de tratamento de efluentes de um frigorífico.

Através deste trabalho, agregou-se significativamente em conhecimento técnico em relação a tratamento de água por intermédio de uma ação química e eletromecânica, cooperando com o processo de autodepuração das águas e reduzindo a carga orgânica nos efluentes lançados ao meio ambiente, pois desta depende a saúde e até mesmo a vida de inúmeras pessoas, plantas e animais, que utilizam esta mesma água.

O objetivo foi alcançado com um ótimo grau de satisfação, pois se conseguiu demonstrar a confiabilidade de um processo de tratamento físico-químico em série com

biológico, comparando resultados das águas brutas até a água própria para lançamento, e que não prejudica o corpo receptor por este lançamento de efluente.

4 - Conclusão

Após a realização deste trabalho, pode-se concluir que os efluentes produzidos no processo produtivo de uma unidade agroindustrial, neste caso específico de um frigorífico passam pelo processo de tratamento preconizado pelas agencias fiscalizadoras e que todos os parâmetros monitorados encontram-se dentro dos padrões recomendados pela legislação.

5 - Referencias Bibliográficas

- ABEF. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGOS. 2008. Relatórios. Disponível em: <http://www.abnt.com.br>. Acesso em: abr 2008.
- ANDRADE, J. B; SARNO, P. Química Ambiental em Ação: Uma Nova Abordagem para Tópicos de Química Relacionados com o Ambiente. Química Nova. Órgão de Divulgação da Sociedade Brasileira de Química. v.13. n.3. 1990.
- ANDRAUS, S.; BORGES, J. C.; MEDEIROS, M. L. B.; TOLEDO, E.B.S. Sobrevivência de Bactérias Entéricas do Lodo de Esgoto, em Solo Agrícola. Sanare. v.8, n.8. 1997.
- APHA, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 20^a ed., Washington, D.C.: APHA, AWWA, WEF, 1157p. 1998.
- APHA, AWWA, WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington, DC, 19th. Ed. 1998.
- BERNET, N.; DELGENES, N.; AKUNNA, J.C.; DELGENES, J.P.; MOLETTA, R. Combined anaerobic-aerobic SBR for the treatment of piggery wastewater. Water Science Technology, v.34, n.2, p.611-619. 2000.
- EPA. Development Document for the Proposed Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Meat and Poultry Products Industry Point Source Category (40 CFR 432). Office of Water Mail Code 4303 T. Washington, D.C. 2002.
- PELISSER, M.; SOARES, H. Remoção microbiológica de nitrogênio de águas residuárias da indústria frigorífica. Florianópolis: UFSC, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. 2001.

RAPOSO, A. P. 2007. Tratamento de Efluentes Líquidos. Disponível em: <<http://www.laseeb.isr.ist.pt>> Acesso em 24/09/2007.

SENA, R. F. 2005. Avaliação da biomassa obtida pela otimização da flotação do efluente da indústria de carnes para geração de energia. Tese de Mestrado. Disponível em: <<http://www.ufsc.br>> Acesso em: 24/09/2007.

SPERLING, M. Von. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG. v.1, 240 p. 1995.

SPERLING, M. V. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. 2º ed., Belo Horizonte – MG. 1996.

SPERLING, M. V. Princípio do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Em: Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos, 2ª edição. 1995.

SPERLING, S. A. Qualidade de Águas. Descrição de parâmetros físico-químicos referidos na legislação ambiental. Editora da FURG, Rio Grande, 166p. 2001.

TEIXEIRA, R.M., PEREIRA, E.B., PERERA, F.F., SOARES, H.M., REGINATTO, V., FURIGO JR., A. Remoção de Nitrogênio de Efluente Industrial Utilizando Biorreatores. IN: XIV Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Anais Natal, RN ABEQ. 2002.

USEPA. Process Design Manual for Nitrogen Control. Technology Transfer, Washington, 1975.D.C.