



UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Vanessa Schweitzer dos Santos

**Análise microscópica da biomassa de lagoa aerada facultativa de mistura
completa utilizada em tratamento de efluente industrial**

SÃO LEOPOLDO

2010

Vanessa Schweitzer dos Santos

Análise microscópica da biomassa de lagoa aerada facultativa de mistura completa utilizada em tratamento de efluente industrial

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial para a obtenção do Título de Licenciatura em Ciências Biológicas, pelo Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos

Orientador: Prof. Dr. Luis A. S. Miranda

SÃO LEOPOLDO

2010

Dedico este trabalho aos meus pais, Lindajara Schweitzer dos Santos e José Pereira dos Santos.

*Esta vitória é também de vocês, que em tantos momentos
abriram mão de seus planos para viverem os meus.*

Não há palavras para expressar meu amor!

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Luis A. S. Miranda, por seu incentivo e suporte.

À Universidade do Vale do Rio dos Sinos, pela minha formação acadêmica.

À Ooze Leather Ltda, por permitir a realização desta pesquisa em sua estação de tratamento de efluentes, especialmente aos Srs. Renato Drews e Lindonez Luis da Costa pelo auxílio com dados técnicos e coleta de amostras.

Aos meus irmãos Valéria e Marcos, pelo imenso apoio, carinho e paciência. Sem vocês, a caminhada teria sido muito mais difícil!

Um agradecimento muito especial aos meus pais, Lindajara e José, por tornarem este sonho possível. Obrigada por acreditarem na minha capacidade, pelo amor e dedicação.

RESUMO

Indústrias que produzem ou beneficiam couros (curtumes completos ou plantas de acabamento) utilizam em seus processos de produção grande quantidade de água, gerando um elevado volume de resíduos líquidos para o descarte final. Devido à alta carga poluente química e orgânica do tipo carbonácea ou nitrogenada constituinte destes efluentes, os mesmos devem ser previamente tratados por algum sistema de redução destes materiais, antes de serem descartados em corpos hídricos como rios ou arroios. Grandes concentrações de produtos químicos, taninos ou outro material para curtimento, ácidos, corantes, resinas e óleos compõem os afluentes a serem tratados, portanto a sua liberação direta no meio ambiente interfere diretamente na biota dos mesmos. Sistemas biológicos de tratamento utilizando lagoas aeradas facultativas de mistura completa são uma das metodologias utilizadas para tratar este tipo resíduo líquido de diversos seguimentos fabris, permitindo a remoção dos poluentes dissolvidos. Tratamentos com uso de lodos ativados constituem-se basicamente por um reator aerado mecanicamente, que irá conferir o oxigênio necessário para a vida, micro biota nele presente, um decantador para a separação do material sólido do líquido clarificado e a viabilização da recirculação desta fração ativa, a micro fauna, pelo sistema de remoção de matéria orgânica. Estes projetos, junto com outros processos conjugados como a secagem da parte sólida residual, auxiliam consideravelmente na remoção de cargas poluidoras antes da liberação do efluente final. Dentro de um reator aerado, também chamado de lagoa aerada, podem co-existir diferentes tipos de micro organismos que em conjunto realizam a oxidação bioquímica de compostos orgânicos e inorgânicos. Entre os principais constituintes deste ecossistema que é viabilizado, estão as bactérias filamentosas, dispersas ou formadoras de floco, os ciliados fixos ou livre nadantes, as amebas nuas ou com carapaça, os flagelados, os fungos e os rotíferos. Alguns destes microrganismos conferem sustentação aos flocos biológicos, que são as unidades de sedimentação do lodo ativado, enquanto outros atuam na captura e aglomeração de matéria orgânica nestes, além das diferentes classes de protozoários que controlam esta micro fauna, alimentando-se principalmente de bactérias. São as bactérias as principais responsáveis pela remoção da matéria orgânica dos efluentes. A quantidade e presença de um determinado grupo de organismos interferem na qualidade do efluente final, podendo acarretar eventos indesejáveis como o intumescimento do lodo, a má decantação dele, o excesso de oxigênio dissolvido ou a sobrecarga orgânica. Diferenças na atividade industrial alteram a composição do resíduo líquido de entrada da lagoa biológica e por consequência a sua comunidade micro biológica, isto pode ser verificado através de análises microscópicas sobre amostras que foram coletadas durante 5 meses em uma indústria de acabamento de peles e couros. Três profundidades diferentes do reator biológico da estação de tratamento foram delimitadas e tiveram coletas semanais realizadas, com posterior análise microscópica. No Rio Grande do Sul estão instaladas mais de 200 indústrias de couro atualmente, gerando muitos empregos e também grande descarte de resíduos líquidos, portanto estudos que visem à melhoria nos processos de tratamento de descarte destes, contribuem para conservação do meio ambiente e de diversas espécies aquáticas ou terrestres, visto que na natureza todos os componentes estão interligados.

Palavras chave: Tratamento de efluentes. Lagoas aeradas facultativas de mistura completa. Curtumes. Análise microscópica. Microbiota aeróbia.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Lagoa aerada facultativa de mistura completa onde as amostras foram coletadas..	14
Figura 2 - Esquema da estação de tratamento de afluentes na Ooze Leather Ltda	15
Figura 3 - Floco formado por <i>Zoogloea sp.</i> Estrutura bem definida e aspecto gelatinoso no seu contorno.	23
Figura 4 - <i>Microhtrix parvicella</i> – diversos organismos.	24
Figura 5 - <i>Nocardia sp.</i>	24
Figura 6 - <i>Thiothrix sp.</i> , gênero de bactérias filamentosas.	25
Figura 7 – Bactérias filamentosas do gênero <i>Haliscomenobacter sp.</i>	25
Figura 8 - Bactérias com crescimento disperso, fora de flocos.	26
Figura 9 - Fungos presentes em amostra de lodo ativado.....	26
Figura 10 - Ameba presente em amostra, sem carapaça.....	27
Figura 11 - <i>Vorticella sp</i> encontrada nas amostras. Ainda está fixada ao floco biológico.....	30
Figura 12 - Rotífero presente em uma das amostras.	31
Figura 13 – Flocos formados por <i>Zoogloea sp.</i> , de aspecto gelatinoso.....	34
Figura 14- Bactérias dispostas fora do floco biológico, não compondo este.	35
Figura 15 - Rotífero presente nas amostras. Possivelmente <i>Philodina sp.</i>	35
Figura 16 - Organismos filamentosos sustentando o floco biológico, alguns indivíduos estão fora deste.	36
Figura 17 - <i>Vorticella sp</i> presente em algumas amostras.	36
Figura 18 - Flocos com aspecto de “tapete”, sem delimitações bem definidas.....	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 OBJETIVOS	10
1.1.1 Objetivo Geral	10
1.1.2 Objetivos Específicos.....	10
2 OOZE LEATHER LTDA	11
2.1 PRODUTOS COMERCIALIZADOS	11
2.2 PROCESSOS DE INDUSTRIALIZAÇÃO	11
3 GERENCIAMENTO AMBIENTAL.....	13
3.1 ETE OOZE LEATHER.....	14
3.2 PARÂMETROS DE TRATAMENTO NA EMPRESA MONITORADA.....	18
4 TRATAMENTO DE EFLUENTES COM SISTEMAS DE LODO ATIVADO	19
4.1 PRINCIPAIS INDÚSTRIAS QUE UTILIZAM ETES COM SISTEMAS DE LODO ATIVADO	20
4.2 LAGOAS AERADAS	21
5 MICROBIOLOGIA DE LODOS ATIVADOS.....	22
5.1 BACTÉRIAS	22
5.1.1 Bactérias Formadoras de Floco.....	22
5.1.2 Bactérias Filamentosas.....	23
5.1.3 Bactérias Dispersas.....	25
5.2 FUNGOS	26
5.3 PROTOZOÁRIOS.....	27
5.3.1 Rhizopoda.....	27
5.3.2 Flagellata	28
5.3.3 Ciliophora.....	28
5.3.3.1 Ciliados Livre Nadantes (Nadadores)	29
5.3.3.2 Ciliados Móveis de Fundo (Predadores de Floco).....	29
5.3.3.3 Ciliados Fixos (Pedunculados Sésseis)	30
5.4 ROTÍFEROS	31
6 METODOLOGIA.....	32
6.1 COLETA DE AMOSTRAS	32
6.2 ANÁLISE DAS AMOSTRAS	32

6.3 PERÍODO DE MONITORAMENTO.....	33
7 RESULTADOS	34
7.1 AMOSTRAS EM 01 METRO DE PROFUNDIDADE.....	34
7.2 AMOSTRAS EM 02 METROS DE PROFUNDIDADE.....	36
7.3 AMOSTRAS EM 03 METROS DE PROFUNDIDADE.....	37
8 CONCLUSÕES.....	38
REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

O tratamento biológico aeróbio de efluentes industriais é um dos processos mais utilizados no tratamento de águas residuárias da indústria coureira. Este segmento industrial, na maioria dos casos, caracteriza-se por gerar volumes significativos de efluente. Entre as diversas etapas do processo produtivo podemos salientar os banhos nas peles, realizados a cada aplicação de produto, lavagem de equipamentos, atividades em caldeiras e fulões (equipamentos utilizados na industrialização dos artefatos de couro). O processo biológico aeróbio utilizando lagoa aerada de mistura completa promove a oxidação da matéria orgânica e inorgânica presente nos efluentes, através da atividade metabólica de um consórcio microbiológico que se mantém suspenso no meio líquido, sendo os sistemas de lodos ativados e suas variantes, como as lagoas aeradas facultativas de mistura completa, uma alternativa bastante utilizada. A preferência por processos deste tipo decorre, entre outros fatores, por exemplo, a alta eficiência deste sistema e a necessidade de uma pequena área para instalação (BENTO et al., 2005).

Segundo Sperling (2005) o tratamento biológico de esgotos reproduz processos que ocorrem em corpos d'água de forma natural caso os despejos fossem lançados nestes ambientes. Em situações naturais tais eventos de conversão de matéria orgânica em produtos mineralizados ocorrem de forma natural e são chamados de autodepuração, enquanto que em processos artificiais, como ocorre nas lagoas de aeração, estes bioprocessos ocorrem sob condições controladas e em taxas mais elevadas, aumentando assim sua eficiência.

Nos sistemas que utilizam biomassa suspensa o consórcio microbiológico é formado principalmente por fungos, algas, bactérias e alguns protozoários que agregados formam flocos de biomassa ativa - aglomerado formado pelo conjunto destes organismos e do material ao qual são expostos - sendo as bactérias as principais responsáveis pela atividade de oxidação da matéria orgânica e estruturação destes flocos. A forma dos flocos e sua sedimentabilidade variam conforme a presença ou ausência de certas espécies bacteriológicas, desta forma, a análise destas permite concluir algumas tendências da estação de tratamento, associando alguns grupos de bactérias com eventos como a sedimentação mais rápida, eficiência de aeração, intumescimento do lodo ou não decantação deste. A redução de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) é uma das principais funções dos sistemas de tratamento e em sua maior parte é realizada pela atividade da fauna bacteriana ali presente. “A

concentração média de DBO para indústrias de peles varia de 1.000 a 4.000 mg/L” (SPERLING, 2006, p. 126).

A formação de flocos no reator permite a separação da parte líquida do material a ser tratado da parte sólida e garante um efluente final com aspecto mais clarificado, geralmente associado a melhor qualidade do resíduo final. Embora nos cursos d’água este processo possa ocorrer de forma natural, produtos que estimulam a floculação na água são comumente adicionados nas estações de tratamento, aumentando assim a sedimentabilidade do lodo e acelerando o processos de remoção de sólidos, otimizando o processo de tratamento. Entre as espécies de bactérias mais comuns em lodos ativados, destacam-se: *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Citromonas* e *Zooglea* (DIAZ; BHAT, 1964; PIKE, 1972; TABOR, 1976 apud JENKINS; RICHARD; DAIGGER, 2004).

Diferentes tipos de microorganismos são importantes para dar estrutura aos flocos de um reator de lodos ativados: segundo Jenklins, Richard e Daigger (2004), é formada uma rede no interior destes, constituída por bactérias do tipo filamentosas, estas dão base ao floco; enquanto que ao redor delas outros microrganismos se aderem, fazendo com que os filamentosos confirmem estabilidade para flocos de tamanho maior, de decantação mais fácil e mais resistentes ao turbulento micro hábitat estabelecido dentro de tanques de aeração. Estes organismos filamentosos, se presentes em elevada quantidade podem ocasionar dois eventos prejudiciais à qualidade do efluente, chamados de “bulking” e “foaming”, conforme afirmam Bento (2005); Claas (2007); Jenkins, Richard e Daigger (2004); Vazollér (1989); Beal (2006) e Sperling (2002), autores que associam a formação de espumas, geralmente de cor escurecida sobre os reatores à estes mesmos microrganismos. Também se podem relacionar estes inconvenientes à aeração muito intensa ou a presença de detergentes não biodegradáveis nos processos. Possíveis causas para o crescimento desregulado de organismos do tipo filamentoso incluem: alterações nos processos industriais, disponibilidade de sólidos para floculação; variações na composição da comunidade microbiológica, na vazão de alimentação do reator; diferenciações de temperatura ou pH e problemas com o próprio sistema, como na aeração e circulação de oxigênio.

Efluentes gerados nas empresas beneficiadoras de couro são em sua grande maioria tratados com lagoas do tipo aeradas, com a finalidade de retirar de sua composição compostos orgânicos e inorgânicos através de processos biológicos. Estes processos são efetivos para o fim a que se propõem, no entanto são extremamente sensíveis a alterações físico-químicas no efluente industrial, o que pode ocorrer de acordo com o processo de industrialização das diferentes matérias-primas e com alterações nos insumos de produção. A análise da

composição e distribuição da microbiota nos reatores biológicos que tratam estas águas pode colaborar na determinação de ações preventivas que permitam auxiliar a operação e gerenciamento destas unidades. Por exemplo, melhorar a sedimentabilidade do lodo biológico gerado no processo e aperfeiçoar o grau de aeração necessário para estabilização da matéria orgânica carbonácea e nitrogenada. Portanto, este trabalho justifica-se pela necessidade de estudar a microbiota destes sistemas levando em consideração que, a qualidade da biomassa depende da qualidade do substrato, e este é dependente direto do processo industrial ao qual pertence.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar o processo de tratamento de efluentes de uma indústria de couros localizada em Portão/RS, utilizando lagoa aerada facultativa de mistura completa.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar a composição e distribuição da microbiota presente na lagoa aerada;
- Compreender a dinâmica destas espécies e suas alterações frente á diferenças nos processos industriais e conseqüentes variações nos efluentes a serem tratados;
- Relacionar este conjunto de espécies com os resultados obtidos por meio de parâmetros químicos no tratamento final dos resíduos líquidos.

2 OOZE LEATHER LTDA

A empresa Ooze Leather Ltda está localizada em Portão/RS, na Rua Estância Velha, 1859, Bairro Portão Velho. Iniciou suas atividades em 2000, com sede no mesmo local. O tratamento de seus resíduos líquidos começou por volta de agosto do mesmo ano.

Em uma área de 30.000 m², construíram-se 5 prédios para os setores de industrialização, escritório, área de tratamento, e guarita/almoxarifado. Atualmente 80 colaboradores trabalham na empresa.

2.1 PRODUTOS COMERCIALIZADOS

Dentro de sua cartela de produtos, destacam-se peles de variados tipos, entre elas: peles semi-acabadas (para processamentos posteriores em outras indústrias), peles acabadas, napas, camurças e nobuk, além de couros de cor branca, produto que exige muitos cuidados em seu manuseio e fabricação.

Os principais consumidores de seus produtos são as indústrias de calçados e artefatos de couro, sendo que grande parte de sua produção é destinada ao consumo interno (vendas para fábricas brasileiras).

2.2 PROCESSOS DE INDUSTRIALIZAÇÃO

No Rio Grande do Sul atualmente estão instaladas mais de 200 indústrias de couro, onde são realizados diversos sistemas de beneficiamento, podendo estes processos ser divididos em duas etapas: curtimento e acabamento. Algumas destas empresas realizam em sua própria linha de produção os dois eventos e outras optam por realizarem apenas um destes processos, escolhendo pelo tratamento inicial das peles cruas, recém vindas de frigoríficos (o que pode ser denominado como um curtume propriamente) ou recebendo as mesmas semi-acabadas para trabalhá-las com pinturas, texturas e estampagem diferenciadas, processo que se chama de acabamento. Antes de receber estes acabamentos as peles precisam ter parâmetros como espessura, maciez e abertura de

poros para penetração de produtos químicos, conservantes e tinturas corrigidos, processo esse denominado recurtimento e caracterizado pela correção de falhas presentes no couro cru.

Diversos processos de industrialização das peles contribuem com afluentes para a estação de tratamento; em dias de demanda normal da produção esta envia cerca de 20.000 litros de água para a estação de tratamento de efluentes, podendo este volume aumentar ou diminuir conforme a quantidade de couros beneficiados. Os fulões são responsáveis pela maior parte deste consumo de água nos processos de beneficiamento, sendo o principal mecanismo do recurtimento. São grandes estruturas de madeira, em formato de barris, utilizadas para lavagens, banhos, amaciamento e penetração de produtos nas peças, que enquanto este gira ao redor de seu eixo, ficam imersas no líquido interior, composto de variados reagentes.

Os quatro processos a seguir descritos são realizados em fulões e remetem, através de um sistema de encanamento simples, localizado no interior dos pavilhões onde se encontra a produção, seus resíduos líquidos à estação onde é feito o tratamento destes. O primeiro deles é composto por uma lavagem inicial das peles, que faz uso de detergentes para retirada de impurezas oriundas do curtimento primário. O pH nesta etapa é de 2,5 a 3 e juntamente com o descarte líquido são liberados farelos de couro curtido, sobras estas sólidas. Restos destes farelos de couro recurtido foram encontrados em algumas amostras.

A etapa seguinte, denominada neutralização, é caracterizada pela regulação do pH das peles, aumentando este para 4,5 ou 5. São acrescentados ao líquido do banho formiatos e bicarbonato de sódio, responsáveis pelo aumento de pH. Para garantir melhor qualidade ao produto final, em geral fornecido a exigentes indústrias de calçados, vestuário ou automobilísticas, a penetração dos corantes nas camadas mais profundas das peles é extremamente importante, sendo realizada na terceira lavagem. É chamada de atravessamento, pois permite que as cores aplicadas fiquem uniformes e aderidas a toda espessura do couro. Todos estes processos, devido à alta carga química que os compõem, proporcionam às peças de couro certa rigidez e aspecto endurecido, indesejável ao destino final das mesmas. Portanto, um último banho é preparado, denominado de engraxe, a fim de amaciar novamente os artefatos produzidos, com auxílio de óleos de origem animal e vegetal.

A seção de acabamento das indústrias coureiras confere às peles, depois do seu tratamento inicial, detalhes de diferenciação dos produtos: podem ser trabalhadas estampas, espessura, colorações secundárias e brilho, entre outros parâmetros. Cerca de 10% do volume de afluentes fornecidos pela produção à estação de tratamento tem origem neste setor, sendo todo o restante oriundo dos banhos e lavagens realizados nos fulões.

3 GERENCIAMENTO AMBIENTAL

Em 2009, segundo o Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil – CICB (2010), as exportações do setor coureiro chegaram a U\$\$ 1,16 bilhões, sendo o Rio Grande do Sul o segundo estado com maior volume de exportação, aproximadamente 24% da produção nacional, precedido apenas por São Paulo. O estado apresenta hoje mais de 220 empresas produtoras ou beneficiadoras de couros, conforme dados dos Sindicatos do Couro Associados - AICSul (2010). Uma atividade industrial com tamanha expressão na economia estadual merece atenção quanto aos recursos naturais dos quais se utiliza e aos resíduos que gera, assim como o destino final que confere aos mesmos. Muitas etapas da industrialização de couros utilizam grande quantidade de água para sua execução; estima-se que todo o processo de curtimento consuma a média de 30 m³ de água para cada tonelada de peles produzida. A região do Vale do Rio dos Sinos concentra grande quantidade de indústrias coureiras, as quais, como dito acima, necessitam de um grande aporte de água para o processamento do couro. Esta demanda é suprida principalmente com a água do Rio dos Sinos e seus afluentes e quase sempre devolvida com qualidade duvidosa, ou com parâmetros físico-químicos no limite dos padrões legais.

O Vale dos Sinos presenciou em outubro de 2006 um dos maiores desastres ecológicos da história gaúcha, com lançamento indevido de poluentes industriais nas proximidades do Arroio Portão, em Estância Velha/RS, área rodeada por indústrias químicas e de couros, causando a morte de 84 toneladas de peixes. A Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM (RIO GRANDE DO SUL, 2009) realiza análises de Índice de Qualidade da Água (IQA) desde 1990 e obteve para o Rio dos Sinos os seguintes resultados: notas de qualidade entre “regular” e “boa” para o trecho superior (localizado desde a nascente em Caraá até o município de Parobé) e conceito “regular” até o local de captação em Novo Hamburgo. Seguindo o curso do rio as notas tendem a cair até chegarem ao nível “ruim” na foz do Arroio Luiz Rau, já a foz do Arroio Portão, localizado em Estância Velha, recebe a nota “muito ruim”. Este arroio recebe água de aproximadamente 40 curtumes das cidades de Estância Velha e Portão. Em seu trecho final, localizado entre Sapucaia do Sul e a foz do Sinos, as notas crescem para as faixas “ruim” e “regular”.

Conforme dados do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos – COMITESINOS [2009], o rio abastece cerca de 1,5 milhões de habitantes ao longo dos 32 municípios que constituem sua bacia. Em todo seu percurso é lançado diretamente quase todo

esgoto cloacal gerado pelas comunidades e os resíduos industriais, afetando diretamente a flora e fauna típicas da região, além de tornar a água potencialmente perigosa ao consumo humano, elevando seu custo de tratamento. Estudos que auxiliem na melhoria da qualidade dos resíduos líquidos liberados no rio e em seus arroios são importantes por atuarem na melhoria da água a ser tratada para consumo das comunidades que habitam a região, assim como atuam na conservação de um ambiente.

3.1 ETE OOZE LEATHER

Efluentes gerados nos processos industriais de curtumes normalmente apresentam elevada concentração de matéria orgânica carbonácea e nitrogenada, o que torna necessário um tratamento adequado antes da sua liberação em corpos hídricos como arroios ou rios. Grandes concentrações de produtos químicos, taninos, ácidos, corantes, resinas e óleos compõem os afluentes gerados por indústrias de couro, portanto sua liberação direta em ambientes aquáticos interfere na biota dos mesmos. Reatores de mistura completa são, segundo afirma Sperling (2002), indicados para tratamento de efluentes industriais, por resistirem a maiores sobrecargas e tóxicos, além de apresentarem concentrações iguais em todos os pontos do mesmo.



Figura 1 - Lagoa aerada facultativa de mistura completa onde as amostras foram coletadas.
Fonte: Fotografia registrada pela autora (2009)

A Ooze Leather utiliza como tratamento de seus resíduos líquidos um sistema de lagoa aerada, seguida por decantador secundário – pós tratamento de efluentes do sistema físico-químico. A lagoa aerada facultativa de mistura completa apresenta um volume de 750 m³ e possui dois aeradores com 5,51 KW para auxílio na oxigenação da água, localizados em suas extremidades opostas – o posicionamento destes é alternado geralmente de dois em dois meses. Sperling, (2006) descreve esta aeração artificial ou mecânica como um turbilhonamento para exposição do líquido contido no interior da lagoa ao ar, permitindo assim a entrada de ar atmosférico e oxigênio ao mesmo.

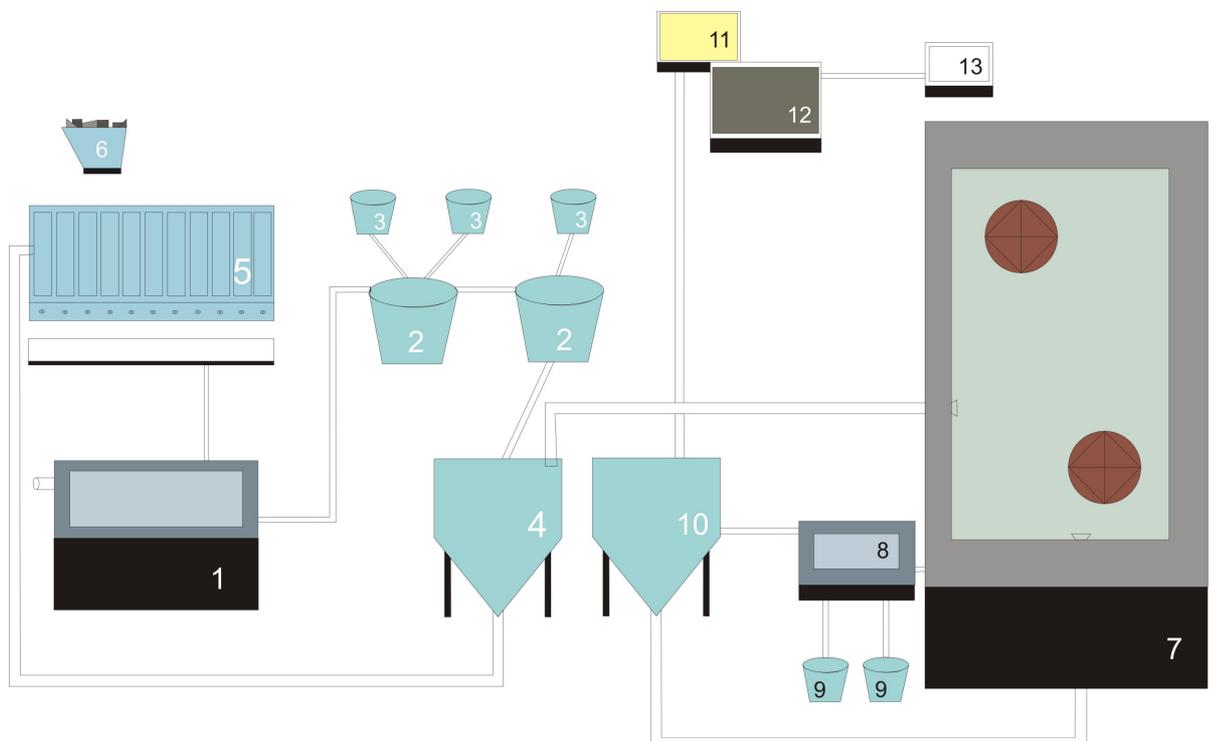


Figura 2 - Esquema da estação de tratamento de afluentes na Ooze Leather Ltda
Fonte: Elaborado pela autora (2009)

Águas residuárias geradas nos processos de produção anteriormente descritos entram na estação de tratamento, indo diretamente para o tanque de acúmulo (representado na figura acima como o número 1), que apresenta 84 m³e vazão de entrada média de 9,8 m³/h. Este tanque tem seu conteúdo agitado mecanicamente. Dois pequenos tanques (números 2) em seguida agitam mecanicamente o líquido do afluente, enquanto paralelamente outros três recipientes (números 3) adicionam de forma lenta polímeros (floculante), cal e removedor de cor. Depois da adição de produtos que facilitam o tratamento do líquido, este é encaminhado ao decantador primário (número 4), uma estrutura cônica que permite a separação, por força

da gravidade, do material líquido dos sólidos. Estes, em forma de lodo são encaminhados ao filtro-prensa (número 5).

O filtro prensa é uma estrutura responsável pela prensagem do material sólido retirado do afluente de entrada da estação. Por pressão mecânica a água que penetra nas câmaras do filtro é retirada, com ajuda de torneiras presentes em cada um destes compartimentos, ficando retidos apenas os componentes sólidos da água residuária. Estes se acumulam, formando blocos maciços com 0,0076 m³ cada um, na indústria em questão, são realizadas 6 prensadas/dia, o que resulta em um total de 2,1 m³ gerados por dia. Estes blocos ficam reservados em uma caçamba (número 6) e são enviados semanalmente para um aterro de resíduos industriais, localizado em Estância Velha/RS.

A água que é retirada abaixo das câmaras de prensagem retorna aos tanques onde se acrescentam produtos para melhoria do mesmo (numerados como 3), voltando ao processo de tratamento, enquanto a parte líquida do decantador primário segue em direção a lagoa biológica (número 7 da ilustração acima). Esta é facultativa de mistura completa e apresenta dois aeradores, como citado anteriormente, apresentando vazão média de entrada de 3,0 m³/h. Após circular pelo reator, o líquido passa por um tratamento secundário (número 8), em um tanque situado ao lado do mesmo, onde novamente são acrescentados produtos de melhoria de processo (tanques de número 9).

O decantador secundário é a próxima etapa do processo (representado com o número 10), apresenta forma cônica também, para facilitar a decantabilidade dos sólidos, agora de origem biológica e oriundos do reator (lagoa) aerado. Sob a forma de lodo o mesmo retorna a lagoa biológica, onde os microrganismos presentes voltam a participar do processo de conversão da matéria orgânica presente no efluente. A água que se apresenta na parte superior do segundo decantador é então dirigida ao processamento final de tratamento, onde circula por dois tanques de areia bruta e carvão ativado respectivamente (números 11 e 12, nesta ordem). É lançada por meio de uma abertura disposta ao final da estação de tratamento (indicada na figura com o número 13) em um córrego situado ao lado das instalações industriais, atravessa propriedades vizinhas e desemboca posteriormente no Arroio Portão. Este arroio recebe graduação “muito ruim” nos parâmetros observados em análises regulares realizadas pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM).

Quanto aos produtos utilizados para melhorias do tratamento, segundo dados fornecidos pela empresa, os principais são: POLIFLOC, NUTRY-FOS P, QGS 64, GEL FLOC 155 e QGS 7730, todos fornecidos pela Química Geral Sul Ltda – QGS (2009). Eventualmente outros produtos podem ser necessários, mas os cinco acima citados são de uso

contínuo na estação. Polifloc é extremamente indicado para uso em tratamentos de efluentes industriais por reduzir a necessidade de uso de outros agentes químicos para correção de pH, como cal ou soda, além de remover a coloração de origem orgânica do líquido, formando flocos no sistema de tratamento de tamanho relativamente grande, rígidos e pesados, o que eleva a velocidade de decantação destes. O antiespumante QGS 64 foi desenvolvido para uso em indústrias coureiras e de papel, que também enfrentam os fenômenos de “bulking” e “foaming” em suas lagoas aeradas e é adotado para solucionar tais eventos principalmente por não alterar a DBO5 dos reatores. Age no enfraquecimento das películas de bolhas, formando assim bolhas de tamanho maior, mais suscetíveis ao rompimento. Conserva sua atividade durante 4 a 5 horas. Os precipitados formados mediante o uso do descolorante QGS 7730 têm sedimentação lenta, através da formação de complexos insolúveis com os corantes, ácidos e metais presentes.

Produto	Características	Aplicação	Aparência/forma	Apresentação
POLIFLOC	Coagulante catiônico de baixo peso molecular.	Clarificação de água potável e industrial e como rompedor de emulsão.	Líquido cor de âmbar.	(densidade) 25° C = 1,20 a 1,40 g/cm ³ .
NUTRY-FOS P	Composto de fosfato e micro nutrientes.	Nutrição de microrganismos presentes em tratamentos biológicos.	Líquido com cor característica.	(peso específico) 1,10 a 1,15 g/cm ³ .
QGS 64	Isento de silicone, evita a formação de espuma ou age eliminando-a posteriormente.	Controle de espumas formadas nos reatores aerados - “foaming”.	Líquido viscoso de coloração branca.	(viscosidade aparente) 2500 a 4000, 20° C.
GEL FLOC 155	Floculante aniônico de alto peso molecular.	Processos de separação sólido/líquido, espessamento e desidratação de lodos ativados.	Cristais granulados de cor branca.	(densidade) 0,80 g/cm ³ .
QGS 7730	Polímero orgânico catiônico.	Descoloração de efluentes industriais.	Líquido viscoso incolor.	(densidade) 1,05 a 1,09 g/cm ³ .

Quadro 1 - Características dos principais reagentes utilizados na estação de tratamento.

Fonte: Elaborado pela autora (2010)

Das quantidades utilizadas mensalmente, o consumo de POLIFLOC é de 4800 a 6000 kg; para QGS 7730, usado como descolorante, uma média de 750 kg, para QGS 64, usado como antiespumante uma média de 75 kg e para GEL FLOC 155 o consumo é de 30 kg. Segundo o operador da estação, o uso de produto químico antiespumante, QGS 64, é freqüente, justificado pelo elevado volume de espumas verificado em alguns períodos. A presença de microrganismos filamentosos dispersos no reator provavelmente são decorrentes da grande quantidade de espumas avistada, sendo estes citados regularmente como causadores de tal inconveniente.

3.2 PARÂMETROS DE TRATAMENTO NA EMPRESA MONITORADA.

A estação de tratamento da Ooze Leather recebe assessoria ambiental e alguns parâmetros são verificados mensalmente. Seguem dados fornecidos pela empresa responsável pelo monitoramento, como parâmetros médios apresentados pela planta de tratamento de efluentes:

Tabela 1 - Parâmetros monitorados na estação de tratamento de efluentes

ANÁLISES REALIZADAS			
Parâmetros	Unidade	Resultado	Incerteza
pH a 25°C	-	6,95	0,15
Temperatura	°C	25,0	---
DBO	mg DBO ₅ /L	36	---
DQO	mg O ₂ /L	118	12
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	<0,20	---
Coliformes termo tolerantes	UFC/100 mL	25	8
Óleos e Graxas Animais + Vegetais	mg OG/L	<10	---
Sólidos Suspensos Totais	mg SST//L	<2,00	---
Fósforo Total	mg P/L	0,23	---
Susfactantes	mg MBAS/L	<0,1	---
Nitrogênio Total	mg N/L	27,9	---
Nitrogênio Amoniacal	mg N/L	18,5	---
Cromo	mg Cr/L	0,043	---

Fonte: Elaborada pela autora, adaptada de Hack Assessoria Ambiental (2009).

4 TRATAMENTO DE EFLUENTES COM SISTEMAS DE LODO ATIVADO

Utilizados amplamente para tratamento de águas residuais domésticas ou de diversos campos industriais, os tratamentos de efluentes com sistemas de lodo ativado necessitam, basicamente de um tanque de aeração, ou reator, uma estrutura para decantação, ou decantador e da recirculação do lodo na etapa biológica do mesmo, como cita Sperling (2002).

É no tanque aerado mecanicamente que a matéria orgânica é removida, através da atividade fisiológica da biomassa presente. O decantador, como citado anteriormente, ocorre a sedimentação da parte sólida do lodo e posterior separação do efluente final, mais clarificado e situado na porção superior deste.

A recirculação desta massa sólida, concentrada na parte inferior dos decantadores, composta pela microbiota ativa do sistema, permite e a eficiência dele e constante renovação de micro organismos atuantes na remoção de matéria orgânica.

Flocos biológicos são as unidades funcionais destes sistemas tanto nos reatores como nos sedimentadores. Facilitam o acúmulo da biomassa no interior dos decantadores, além de aumentarem a clarificação do efluente final a ser liberado. Além de converterem a matéria de origem orgânica presente, os microrganismos ativos são responsáveis pela formação destes flocos, alguns atuando na sustentação da estrutura flocular, outros na produção de substâncias gelatinosas que propicia a aglomeração de partículas e outros organismos. Sobre ao redor destes ainda existem protozoários e fungos predadores de bactérias que atuam diretamente na microbiota dos reatores.

Devido a este reaproveitamento do material oriundo do decantador (sólido sedimentado), o volume de sólidos suspensos em reatores biológicos é bem maior do que em lagoas aeradas que não apresentam reuso deste. Desta forma, a micro fauna consegue converter elevado volume de matéria orgânica, fazendo esta remoção em quase todo o efluente lançado no reator e aumentando a qualidade do clarificado final. Se não retirados do reator, estes organismos microscópicos cresceriam, em termos de população microbiana, descontroladamente, devido a grande oferta de alimento vinda dos efluentes. Este crescimento comprometeria o funcionamento da planta da estação de tratamento, portanto este volume excedente de biomassa (aproximadamente a quantidade aumentada semelhantemente por reprodução no mesmo período) deve ser retirado da lagoa de aeração. Denomina-se esta

quantidade que será retirada de lodo biológico excedente e pode-se coletá-la diretamente do reator ou no local de sedimentação.

Embora seja de caráter biológico e sua maior constituinte seja a micro biota atuante no processo, este volume retirado do sistema necessita de um tratamento posterior com finalidade de retirar o restante de líquidos ainda presentes nestas porções. Uma das alternativas é a prensagem para desidratação. Existem mecanismos automatizados para prensá-la, além de leitos de secagem natural. De qualquer forma, o líquido em excesso deve retornar ao processo de tratamento. Diferentes destinos podem ser dados a esta parte sólida resultante, incluindo descarte em aterros especializados, incorporação industrial em adubos agrícolas ou na confecção de blocos maciço para construção civil.

A eficiência da remoção de matéria orgânica dos efluentes tratados pode ser medida pela alteração em parâmetros como DBO e DQO, que juntos representam o potencial de desoxigenação dos efluentes, conforme Pacheco (2005). A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é a medida de matéria orgânica presente que é obtida por via bioquímica, unicamente pelos microrganismos do reator, conforme Corrêa (1994). O mesmo autor define a fração de matéria orgânica oxidável por via química como a demanda química de oxigênio (DQO).

Comprometem a atividade da micro fauna diversos fatores, que irão alterar a capacidade reprodutora deste conjunto, suas atividades fisiológicas e posteriormente a floculação, sedimentação e remoção de matéria orgânica do efluente final. São fatores responsáveis por manter o ecossistema viável para vida microbiológica: pH, carga químico-polvente, oxigênio disponível, oferta de alimento e temperatura, entre outros.

4.1 PRINCIPAIS INDÚSTRIAS QUE UTILIZAM ETEs COM SISTEMAS DE LODO ATIVADO

Áreas industriais diferenciadas fazem uso de tratamento biológico do tipo lodos ativados para sua disposição final de águas residuárias, devido principalmente á sua boa eficiência. Dentre os líquidos residuais a seres tratados por estes sistemas pode-se citar, por exemplo: indústrias alimentícias de diversos ramos, abatedouros ou frigoríficos, esgotos domiciliares, curtumes ou acabamento de couros, produtores químicos, petroquímicas, metalúrgicas, produtores de fibras têxteis e malharias, indústrias de papel, fábricas de produtos para higiene e limpeza, entre outros.

4.2 LAGOAS AERADAS

A etapa biológica do tratamento de efluentes por lodos ativados ocorre em sua maior parte dentro dos reatores biológicos, também chamados de lagoas biológicas ou aeradas. Dentro destas unidades são acelerados e controlados eventos de degradação em material orgânico por micro organismos, de maneira semelhante ao que ocorre em corpos hídricos receptores naturalmente. Estes reatores podem ser de diversas funcionalidades, quanto ao tipo de aeração ou mistura de líquidos: facultativas, de mistura completa, aeróbias/aeradas, entre outros.

No estudo realizado a lagoa utilizada é de mistura completa, facultativa e aerada. O suprimento de oxigênio necessário á vida da micro fauna é obtido pela aeração mecânica, com auxílio de aeradores, conforme citado na caracterização da ETE de Ooze Leather. Estes equipamentos causam um turbilhonamento no licor da lagoa, permitindo a penetração de oxigênio presente na atmosfera neste líquido e posteriormente a dissolução do mesmo. Para suas atividades metabólicas a micro fauna ativa do tratamento usa este oxigênio.

É denominada facultativa porque o alcance do aeramento artificial não é total na profundidade do reator, ou seja, é suficiente para oxigená-lo, porém não garante a suspensão de toda fração sólida do efluente, bem como dos microrganismos (Corrêa, 1994). Os sólidos sedimentam-se então na porção inferior destas câmaras, formando um lodo onde podem decompor material de origem orgânica anaerobicamente.

5 MICROBIOLOGIA DE LODOS ATIVADOS

As unidades funcionais dos sistemas de tratamento de efluentes do tipo lodo ativado são os flocos biológicos, estes podem ser compostos por colônias de tipos variados de micro organismos, além de outros destes poderem estar ao seu redor, atuando no controle desta micro fauna. Seguem abaixo os principais componentes deste ecossistema encontrados nos reatores biológicos.

5.1 BACTÉRIAS

Bactérias são os principais organismos envolvidos no processo de depuração da matéria orgânica num sistema de lodos ativados. Por meio de absorção, os compostos solúveis podem ser, através da membrana celular, agregados ao interior celular, ou seja, no interior do organismo bacteriano e posteriormente utilizados para metabolismo. Caso estes compostos da matéria orgânica não sejam solúveis, eles poderão penetrar na membrana plasmática somente depois de dissolvidos ou quebrados por enzimas especializadas que podem ser liberadas pelas bactérias presentes no reator, por meio de adsorção. Além de promover a principal atividade do reator biológico, estes microrganismos unicelulares também são responsáveis pela formação dos flocos biológicos. O organismo bacteriano é composto, segundo Azambuja (1988), da seguinte forma: 80% água, 18% matéria orgânica e 2% compostos minerais como P, S, Na, Mg, e Fe. Segundo o mesmo autor, estas compõem 90% da constituição dos lodos ativados.

5.1.1 Bactérias Formadoras de Floco

As bactérias formadoras de floco são responsáveis pela junção destes mesmos, ou seja, da estrutura que irá sedimentar-se no decantador, permitindo assim a retirada do lodo propriamente dito do sistema de tratamento. Produzem, em seu metabolismo, substâncias mucilaginosas, compostas principalmente por peptídeos e polissacarídeos, compostos que irão garantir a forma aglomerada dos flocos e sua depuração.

Zoogloea ramigera – por muito tempo o gênero *Zoogloea sp* foi considerado o único capaz de formar os flocos biológicos. Estudos posteriores demonstraram que outros tipos bacteriológicos também podiam realizar tal tarefa. A presença de *Zoogloea ramigera* é verificada em colônias bem delineadas, recobertas por camadas gelatinosas que podem ser vistas nos contornos do floco. Contornos de flocos que contém *Zoogloea ramigera* são bem definidos.

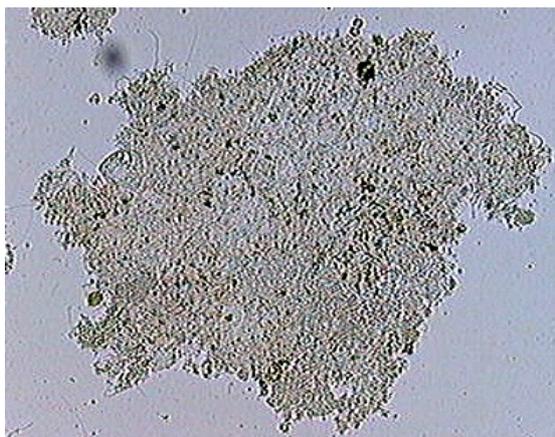


Figura 3 - Floco formado por *Zoogloea sp*. Estrutura bem definida e aspecto gelatinoso no seu contorno.
Fonte: Retirada de Jenkins (2004)

Outras bactérias citadas como formadoras de flocos são as pertencentes aos seguintes gêneros: *Achromobacterium sp*, *Chromobacterium sp* e *Pseudomonas sp*

5.1.2 Bactérias Filamentosas

Embora sejam bactérias unicelulares, por reproduzirem-se por cissiparidade - ou seja, uma divisão corpórea que origina dois novos organismos - estas bactérias mantêm-se vizinhas às células mãe, tornando-se estruturas filamentosas, com aspecto de cadeia de células bacterianas. Degradam a matéria orgânica, assim como as bactérias formadoras de floco, podendo estar presentes tanto livremente no reator como dentro de flocos biológicos. Nestes, apresentam papel importante por conferirem aos mesmos uma sustentação em sua base como uma rede interior onde se agregam, inclusive, bactérias responsáveis pela floculação do lodo ativado.

Muitas das bactérias filamentosas não possuem ainda nomenclatura válida em termos taxonômicos. Sua classificação é extremamente difícil, sendo que, segundo Madoni (1996), pouco se conhece quanto á suas características bioquímicas e genéticas, baseando-se para sua

identificação, mais em parâmetros morfológicos. Desta forma, alguns destes microrganismos ainda são chamados de Tipo 021 N ou Tipo 0041, entre outros.

O crescimento das populações de bactérias filamentosas deve ser controlado, por causar determinados problemas no processo dos lodos ativados. Seu crescimento excessivo pode desequilibrar a floculação biológica, além de desregular sua sedimentação. Também é associado á fenômenos de bulking, ou intumescimento do lodo biológico. Alguns autores associam o seu desenvolvimento exagerado aos seguintes fatores: quantidade excessiva de matéria orgânica facilmente dissolvível (principalmente óleos e gorduras), volume reduzido de oxigênio dissolvido, temperatura ou idade do lodo que sejam incompatíveis com o resíduo a ser tratado.

Microhtrix parvicella - os filamentos deste tipo podem ser encontrados principalmente com formato fino e delgado. Espécie relacionada normalmente á degradação de gorduras e óleos.

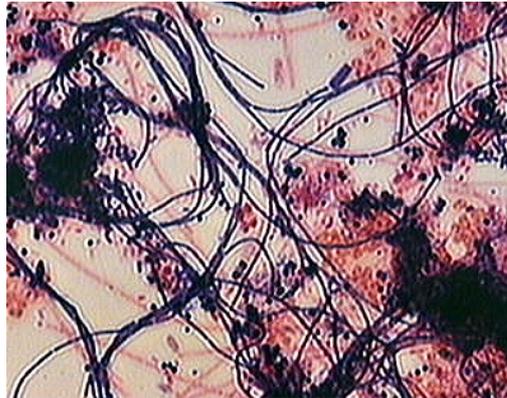


Figura 4 - *Microhtrix parvicella* – diversos organismos.
Fonte: Retirada de Jenkins (2004)

Nocardia sp. - apresenta ramificações verdadeiras, seus filamentos têm comprimento curto e não dispõem de bainha. Seu crescimento está relacionado com lodos de idade elevada, e é amplamente associada á formação de espumas indesejáveis no reator.



Figura 5 - *Nocardia sp*
Fonte: Retirada de Jenkins (2004)

Sphaerotilus natans – pode ser reconhecida por possuir uma falsa ramificação em uma de suas extremidades, além de bainha em seu contorno, porém seus septos medianos não são facilmente avistados. São estruturas relativamente finas, conforme afirma Vazollér, (1989). Em geral se associa sua presença á baixos volumes de oxigênio dissolvido e nutrientes.

Quatro gêneros de bactérias filamentosas são associados por Mendonça (2002) á bulking em reatores biológicos: *Sphaerotilus sp*, *Thiothrix sp*, *Beggiota sp* e *Haliscomenobacter sp*.

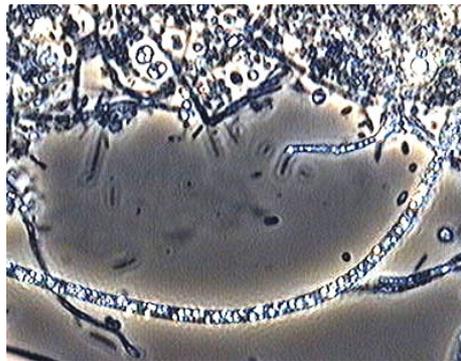


Figura 6 - *Thiothrix sp*, gênero de bactérias filamentosas.
Fonte: Retirada de Jenkins (2004)

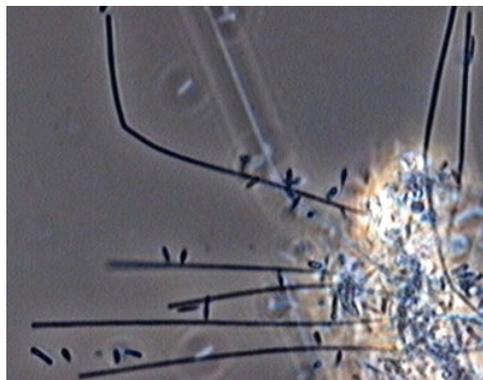


Figura 7 – Bactérias filamentosas do gênero *Haliscomenobacter sp*.
Fonte: Retirada de Jenkins (2004)

5.1.3 Bactérias Dispersas

Permanecendo livres no líquido do reator, algumas bactérias não se associam ao floco biológico, porém trabalham na matéria orgânica, fazendo parte do processo de conversão desta.

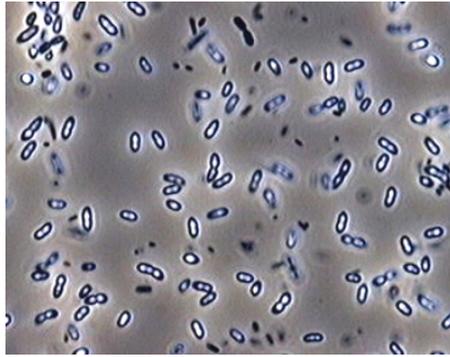


Figura 8 - Bactérias com crescimento disperso, fora de flocos.
Fonte: Retirada de Jenkins (2004)

5.2 FUNGOS

Diferentemente dos organismos avaliados no item anterior, fungos podem ser uni ou pluricelulares. São heterótrofos e adaptam-se a ambientes com pH baixo, como 2, como argumenta Claas (2007) além de não necessitarem de grande quantidade de nutrientes para sobrevivência, fato que pode explicar sua predominância em relação às bactérias quando o reator biológico se apresenta pobre em N e P. Seu predomínio nesta forma pode causar problemas no sistema quanto á separação do clarificado do lodo no sedimentador.

Geotrichum sp – gênero mais presente em sistemas de lodos ativados.

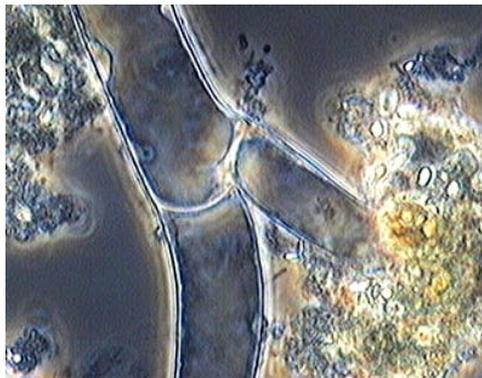


Figura 9 - Fungos presentes em amostra de lodo ativado.
Fonte: Retirada de Jenkins (2004)

5.3 PROTOZOÁRIOS

Observando-se o ecossistema encontrado no interior dos reatores biológicos, os protozoários assumem papel indispensável no controle da cadeia alimentar presente nos mesmos. Em sua grande maioria são bacteriófagos e predadores de flocos, ou seja, controlam as populações bacterianas, além de estimularem desta maneira a produção de novos flocos biológicos, renovando assim a microbiota presente. Bactérias livres podem se encontrar em grande quantidade caso não haja ação predatória dos protozoários, o que refletiria em um maior volume de organismos não flocculatórios e conseqüente diminuição da sedimentação do lodo.

5.3.1 Rhizopoda

Organismos pertencentes a esta classe são popularmente denominados de amebas, também sendo a classe chamada de Sarcodina. Movimentam-se por meio de pseudópodos, estruturas que também capturam alimento, são geralmente avistados em sistemas com grande quantidade de substâncias para seu consumo disponíveis.

Amebas nuas - Não possuem tecas, ou carapaças, o que faz com que seu corpo seja de aspecto mole. Sua presença é associada ao início de funcionamento de estações de tratamento ou após grande choque de carga.



Figura 10 - Ameba presente em amostra, sem carapaça.
Fonte: Fotografia registrada pela autora (2010)

Tecamebas - Diferenciam-se das demais por possuírem uma carapaça de forma arredondada, normalmente composta por sílica, calcário ou outros materiais orgânicos secretados por elas mesmas, ou resgatados do meio em que habitam. Indicam, em geral, boas condições de nitrificação, elevada concentração de oxigênio, baixa carga de lodo e volume de matéria orgânica, além de um funcionamento estável de sistema. Os gêneros mais conhecidos que podem ser observados nos reatores biológicos são: *Arcella*, *Diffugia* e *Euglypha*.

5.3.2 Flagellata

Estes microrganismos são assim denominados por se locomoverem por meio de flagelos, podendo ter um ou mais destes, estão geralmente presentes em sistemas no início de operação, alimentando-se de bactérias livres, ou seja, não aglomeradas em flocos, já que estes ainda não estão totalmente formados no início do processo operacional. A tendência dos reatores biológicos é de que, por ação de predação, esta classe seja substituída posteriormente por ciliados bacteriófagos, organismos que competem por alimento com os flagelados.

Bodo sp – pequeno flagelado de formato oval que apresenta dois flagelos, com coloração variando de verde a parda. Movimenta-se rapidamente, sendo difícil a captura de suas imagens sobre lâminas ao microscópio.

Euglena sp – possui coloração esverdeada e flagelo na porção anterior de uma célula alongada, seu tamanho é relativamente maior que os flagelados citados anteriormente. Além de ser relacionado a sistemas em início de operação, aparece também quando estes sofrem choque de carga.

Peranema sp – grandes flagelados, não muito comuns em lodos ativados. Sua presença está associada aos efluentes de baixa carga orgânica.

Polytoma sp e *Tetramitry sp* – pequenos flagelados encontrados em geral quando os primeiros flocos biológicos ainda são dispersos.

5.3.3 Ciliophora

Os ciliados são microrganismos assim denominados por utilizarem uma rede de cílios distribuída por todo seu corpo para locomoção, através de batimentos rítmicos. Na captura e

manipulação de alimentos os cílios também podem ser utilizados. A alimentação está constituída por bactérias e algumas outras partículas em suspensão, o que auxilia diretamente no controle da população bacteriana dos reatores, além de trabalhar na clarificação do efluente final, como cita Claas (2007). Uma divisão dentro da classe pode ser feita baseada no modo de vida e local adotado do reator biológico para habitat destes organismos.

5.3.3.1 Ciliados Livre Nadantes (Nadadores)

Nadam pela fração líquida do reator, ou seja, não estão fixados aos flocos. No sedimentador, permanecem suspensos.

Paramecium sp. – encontrado geralmente em sistemas de baixa carga ou ótimas condições de oxigenação, pois habita preferencialmente locais com tal condição. Na sua alimentação encontra-se bactérias livres.

Trachelophyllum sp.- associado a sistemas de alta carga e presente em diversos tipos de sistemas de tratamento de água.

Outros gêneros conhecidos destes microrganismos são *Linotus sp.* e *Tetrahytnema sp.*

5.3.3.2 Ciliados Móveis de Fundo (Predadores de Floco)

Formatos corpóreos de célula achatada dorsoventralmente, habitam a superfície dos flocos biológicos, predando as bactérias que o compõem.

Aspidisca costata - está geralmente associada a sistemas de média a alta carga, de diversos tipos de sistemas de tratamento. Alimenta-se principalmente de bactérias nitrificantes, na fauna superficial dos flocos, o que remete sua presença a uma provável boa nitrificação do processo.

Euplotes sp – além da fauna inter floco, explora também a superfície destes para predação de bactérias.

5.3.3.3 Ciliados Fixos (Pedunculados Sésseis)

Agregados aos flocos por um pedúnculo, podem viver livremente ou em colônias, precipitam juntamente com este durante a sedimentação.

A colonização dos sistemas de lodos ativados inicia-se com a presença, além das bactérias formadoras de floco ou não, com microrganismos flagelados e ciliados nadadores. Após o período inicial do processo, com aumento da idade do lodo, ocorre instalação de ciliados pedunculados fixos e móveis de fundo, que predam os flocos então já bem estruturados. Esta associação com o lodo de retorno ao reator faz com que ciliados pedunculados e predadores de floco recirculem pelo sistema e voltem para o reator, enquanto que flagelados e livres nadantes sejam eliminados juntamente com o efluente final.

Epistylis sp – agrega-se em colônias e alimenta-se principalmente de bactérias livres, não associadas em flocos.

Opercularia sp – presente sempre em colônias, com pedúnculo não contrátil.

Podophrya sp. – indicador de boa oxigenação ou baixa carga presente no efluente.

Vorticella convallaria – pode estar solitária ou agregada em colônia, geralmente associada á baixa eficiência do sistema de tratamento. É um predador de bactérias livres.

Vorticella microstoma – presença normalmente associada á sistemas de elevada carga ou baixa eficiência.

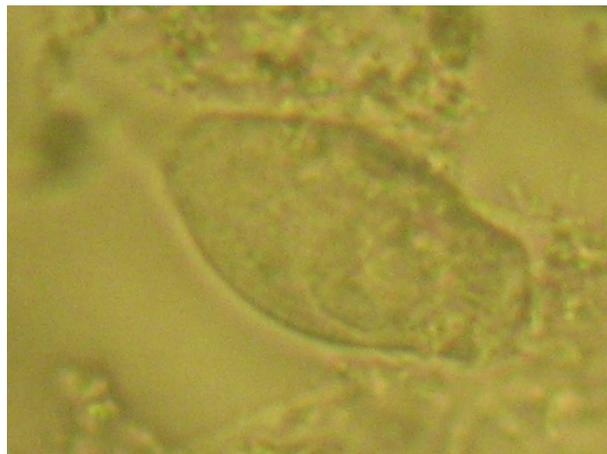


Figura 11 - *Vorticella sp* encontrada nas amostras. Ainda está fixada ao floco biológico.

Fonte: Fotografia registrada pela autora (2010)

5.4 ROTÍFEROS

Estes organismos pluricelulares são os maiores predadores de sistemas de lodo ativado com reator biológico, além de estabilizarem matéria orgânica no efluente. Alimentam-se tanto de bactérias presentes em flocos, como dos protozoários citados anteriormente, porém sua taxa de crescimento é lenta, quando comparada a destes outros organismos. Em corpos hídricos naturais, seguem na cadeia alimentar sendo consumidos por vermes e pequenos crustáceos. O formato corpóreo é basicamente cilíndrico, com disco ciliado na porção anterior e pé bifurcado posterior.



Figura 12 - Rotífero presente em uma das amostras.
Fonte: Fotografia registrada pela autora (2009)

Rotíferos presentes em sistema de lodos ativados estão associados á boa eficiência destes, principalmente em lodos de idade elevada ou alto grau de oxidação, já que crescem principalmente em efluentes com elevada quantidade de oxigênio dissolvido. São indicadores, devido á esta característica, de ausência de toxicidade do efluente. Corrêa (1994) afirma que sua existência está associada á purificação biológica aeróbia eficiente. A forma do corpo varia entre gêneros, porém a identificação no nível de espécie é mais difícil.

Entre os gêneros frequentemente citados em análises estão: *Colurella sp*, *Epiphanes sp*, *Lecane sp*, *Philodina sp* e *Rotaria sp*.

6 METODOLOGIA

Quando o projeto de pesquisa foi desenvolvido, se decidiu realizar algumas amostras testes no período inicial, para verificar a qualidade dos resultados, conferir a escolha de metodologia e o uso de equipamentos tanto nas coletas como nas análises microscópicas. Duas coletas testes foram feitas, em 21 e 28 de outubro de 2009, precedidas de visitas à estação para estudo do funcionamento e processos desta.

6.1 COLETA DE AMOSTRAS

A biomassa utilizada nas análises foi coletada na lagoa aerada facultativa de mistura completa da estação de tratamento de efluentes (ETE) da empresa Ooze Letaher Ltda, localizada no município de Portão/RS. Coletas de amostra foram feitas semanalmente, em três pontos distintos de profundidade: 1, 2 e 3 metros, sendo o líquido para análise retirado com auxílio de canos de PVC. O ponto de coleta foi mantido sempre o mesmo, próximo à entrada do material vindo do decantador secundário na lagoa aerada, onde o líquido é enviado.

Os frascos onde o material foi armazenado durante um período de aproximadamente 8 horas, quando a análise microscópica foi feita, eram vidrarias de 25 ml. Para que fosse mantido um volume de oxigênio na parte superior dos frascos, indispensável para a sobrevivência dos microrganismos ali existentes, a quantidade total do líquido não enchia totalmente os mesmos. Não foi adotado o uso de conservantes ou outros materiais para conservação das amostras, pois estes produtos, mesmo quando diluídos não devem ser acrescentados às mesmas, admite Jenkins, (2004), pois estes podem interferir na microbiota presente e em seu metabolismo, além de alterarem a natureza dos flocos biológicos.

6.2 ANÁLISE DAS AMOSTRAS

Imagens dos microrganismos presentes nas amostras foram registradas para auxílio na identificação; que ocorreu com uso de bibliografia a respeito do tema. Para cada lâmina feita, ou seja, para cada profundidade amostral, uma foto panorâmica em aumento de 100 vezes era

registrada, a fim de observar a estrutura dos flocos, fotos de organismos ou outros tipos de materiais encontrados eram registradas quando possível.

Utilizou-se para análise das amostras um aparelho microscópio óptico eletrônico (Zeiss, modelo MC 80 DX), estas foram observadas sobre lâmina acompanhada de lamínula, em aumento de 400 vezes, normalmente utilizado pela literatura relacionada. O pH (potencial hidrogeniônico) do reator foi medido a cada amostragem semanal, com uso de fitas para medição.

6.3 PERÍODO DE MONITORAMENTO

As amostras para coleta de dados iniciaram em novembro de 2009 e ocorreram semanalmente. Entre o período de dezembro de 2009 e janeiro de 2010 não houveram coletas e análises, pois nestes meses ocorrem férias coletivas da indústria em questão e também na Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Retornaram-se as amostras em fevereiro de 2010 e estas continuaram, sendo coletadas semanalmente, até o mês de março.

O número total de amostragem foi de 10 coletas, as quais fazem parte dos resultados a seguir discutidos.

7 RESULTADOS

Os resultados foram divididos, conforme as amostras, pela profundidade dos pontos de coleta. Foi observada a micro fauna presente, sua inter-relação e o aspecto dos flocos biológicos encontrados em cada um dos locais verificados.

7.1 AMOSTRAS EM 1 METRO DE PROFUNDIDADE.

Quanto ao formato e disposição dos flocos do reator biológico, na amostragem mais superficial estes se mostravam com um determinado espaço entre eles, sendo em geral de tamanho mediano. Neles havia presença de *Zoogloea sp.*, tendo suas delimitações bem visíveis e definidas, característica de flocos com presença deste gênero. Algumas bactérias filamentosas dispersas, ou seja, fora dos flocos estavam visíveis, além das que davam sustentação aos mesmos, como pode ser observado abaixo.

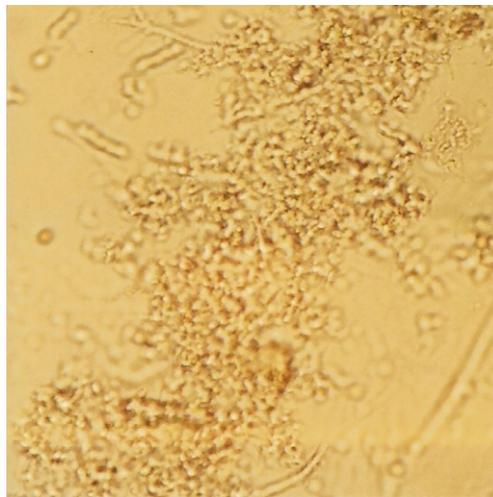


Figura 13 – Flocos formados por *Zoogloea sp.*, de aspecto gelatinoso.
Fonte: Fotografia registrada pela autora (2009)

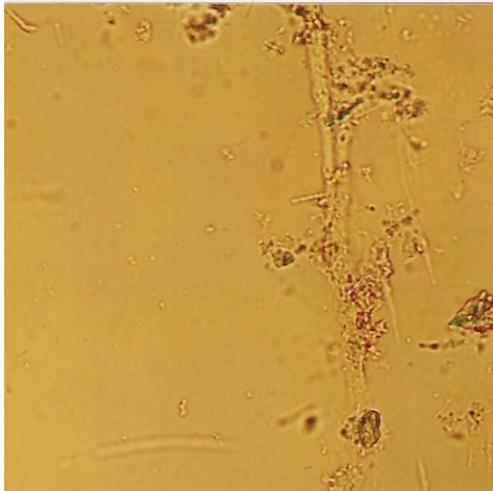


Figura 14- Bactérias dispostas fora do floco biológico, não compondo este.
Fonte: Fotografia registrada pela autora (2009)

Puderam ser avistados protozoários e rotíferos, ainda em movimentação ativa nestas amostras, embora elas já estivessem acondicionadas há aproximadamente quatro horas. *Vorticella sp.* esteve presente em seis destas amostras. Amebas nuas pertencentes á classe Rhizopoda puderam ser verificadas em cinco das amostras. Verificou-se uma maior concentração destes organismos nos dias em que a produção foi intensificada, onde um maior número de peles foi processada, o que gerou um maior descarte de detergente no reator. Salienta-se que estas informações foram fornecidas pelo operador da ETE da Ooze Leather.



Figura 15 - Rotífero presente nas amostras. Possivelmente *Philodina sp.*
Fonte: Fotografia registrada pela autora (2009)

Organismos pertencentes à classe Rhizopoda, amebas sem carapaça natural foram encontrados e conferem, como *Vorticella sp.* a possibilidade da planta de tratamento estar trabalhando com uma carga química muito elevada. São associados a sistemas em início de tratamento, o que não se aplica ao estudo, ou à choques de carga, que como foi verificado, ocorrem com certa frequência devido à mudanças no processo de industrialização.

7.2 AMOSTRAS EM 2 METROS DE PROFUNDIDADE

Semelhantes aos flocos presentes nas primeiras amostras, o tamanho dos flocos aqui encontrados eram relativamente médios, bem distantes uns aos outros. *Zoogloea sp.* também era o principal organismo constituinte dos flocos neste ponto amostral, além de outras bactérias filamentosas dentro ou fora da constituição de flocos.

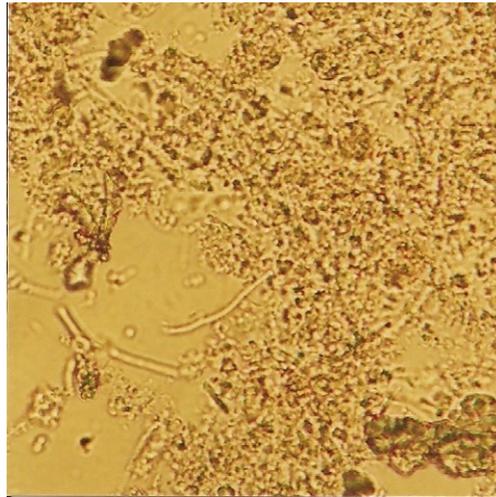


Figura 16 - Organismos filamentosos sustentando o floco biológico, alguns indivíduos estão fora deste.
Fonte: Fotografia registrada pela autora (2009)

Ainda foram encontrados rotíferos com movimentação de alimentação em amostras com 2 metros de profundidade. Semelhantemente ao primeiro ponto de coleta também verificou-se a presença de *Vorticella sp.* em seis das dez amostras. Conforme verificado nas amostras coletadas a 1 metro de profundidade, também verificou-se a presença de amebas nuas. Estes microrganismos provavelmente surgem associados à presença de substâncias detergentes oriundo dos banhos da produção.



Figura 17 - *Vorticella sp.* presente em algumas amostras.
Fonte: Fotografia registrada pela autora (2010)

7.3 AMOSTRAS EM 3 METROS DE PROFUNDIDADE.

O aspecto dos flocos nas amostras em maior profundidade apresentou características diferentes dos flocos coletados a 1 e 2 metros de profundidade. Aparentemente os flocos biológicos estavam mais próximos uns aos outros e se apresentavam em maior tamanho, gerando um aspecto de “tapete” nas lâminas, conforme pode ser observado na figura 18, abaixo. O manuseio de vidraria e confecção de lâminas foi semelhante para todos os pontos de coleta e amostras.

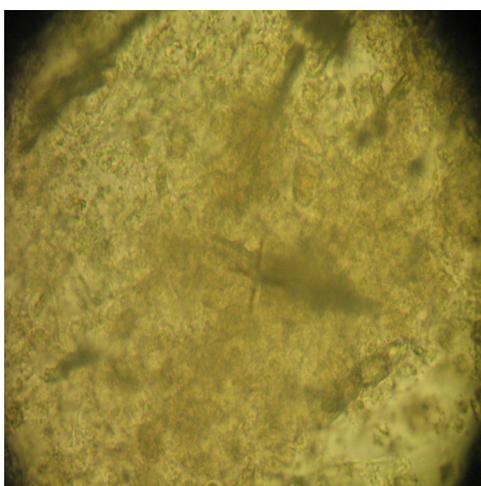


Figura 18 - Flocos com aspecto de “tapete”, sem delimitações bem definidas.
Fonte: Fotografia registrada pela autora (2009)

Zoogloea sp e também bactérias filamentosas dispersas, como observado nas outras amostras, estavam visíveis. Não foram avistados protozoários ou rotíferos em atividade/movimentação nas amostragens a esta profundidade. A lagoa biológica do local observado possui dois aeradores superficiais, sendo facultativa de mistura completa. Em sua porção inferior, o turbilhonamento mecânico pode não alcançar sua totalidade, gerando naturalmente uma zona anaeróbia, ou uma mistura não eficiente, sedimentando por força da gravidade parte do material depositado na lagoa. Assim, a micro biota presente nesta área do reator biológico pode não dispor de grande oferta de alimento, se comparada á 1 e 2 metros de profundidade. Se tal fato for correto, o mesmo ocorre com os rotíferos encontrados em ambos locais, sendo estes atraídos tanto pelas bactérias presentes no processo como pelos protozoários que ali estavam em abundância, dando seqüência ao micro ecossistema que pode ser encontrado nos reatores biológicos de sistemas de tratamento da água.

8 CONCLUSÕES

Os flocos biológicos, em sua totalidade eram compostos por bactérias do gênero *Zoogloea sp.*, fato confirmado por suas delimitações bem marcadas e de aspecto gelatinoso. Apresentavam em sua estrutura outro tipo de bactérias característico do processo: filamentosas. No entanto, a maioria delas pôde ser observada livre no líquido, não constituindo as unidades sedimentáveis, em todos três pontos analisados. Esta verificação explica o fenômeno de espumas excessivas na parte superior da lagoa.

Vorticella sp. esteve presente na maior parte das amostras, sendo geralmente associada á sistemas de baixa eficiência ou alta carga química – provavelmente a situação verificada na estação de tratamento de Ooze Leather. O aumento de produção industrial coincidiu com a verificação de uma grande concentração de organismos pertencentes à classe Rhizopoda, amebas sem carapaça.

A presença de elevado número de protozoários predadores de flocos biológicos e suas bactérias constituintes nas amostras de 1 e 2 metros de profundidade sugere que nestes mesmos pontos a oferta de tais alimentos seja maior se comparada a 3 metros.

Quanto ao aspecto dos flocos biológicos nos três pontos de coleta, a formação de flocos mais aglomerados e sem delimitação explícita nas amostras mais profundas, pode estar relacionado á aeração apresentada na porção mais profunda do reator biológico, sendo a lagoa do tipo facultativa de mistura completa.

REFERÊNCIAS

AZAMBUJA, H. **A população microbiana dos lodos ativados e algumas algas microscópicas encontradas em lagoas para o tratamento de efluentes líquidos industriais**. Folheto SENAI/DN, 1988.

BEAL, L. L. et al. Otimização de uma estação de tratamento de efluentes de uma indústria de embalagens de papel. **Engenharia sanitária e ambiental**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 283-289, jul./set. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522006000300012&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 18 set. 2009.

BENTO, A. P. et al. Caracterização da microfauna em estação de tratamento de esgotos do tipo lodos ativados: um instrumento de avaliação e controle do processo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, p. 329-338, out./dez. 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522005000400009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 18 set. 2009.

CENTRO DAS INDÚSTRIAS DE CURTUMES DO BRASIL (CICB). **Análise do setor**. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.cicb.com.br/sobre-o-mercado-do-couro.php> >. Acesso em: 21 fev 2010

CLAAS, I. C. **Lodos ativados: princípios teóricos fundamentais, operação e controle**. Porto Alegre: Evangraf, 2007.

COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS (COMITESINOS). **Caracterização da bacia**. São Leopoldo, [2009]. Disponível em: <http://www.comitesinos.com.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid=27>. Acesso em: 12 out. 2009

CORRÊA, T. P. **Glossário brasileiro da terminologia de tratamento de efluentes industriais**. Estância Velha: SENAI/RS, 1994.

HACK ASSESSORIA AMBIENTAL. **[Análise mensal da estação de tratamento de Ooze Leather Ltda]**. Novo Hamburgo, 2009.

JENKINS, D.; RICHARD, M.G.; DAIGGER, G.T. **Manual de las causas y el control del bulking y de la formación de espumas em el fango activado**. 2. ed. Chelsea, Michigan: Lewis Publishers, 2004.

MADONI, P.; DAVOLI, D.; GUGLIELMI, L.; STEFANINI, C. **Atlante Fotografico**: Guida all' analisi microscópica del fango attivo. AGAC Reggio Emilia. [S.l]: Università degli Studi di Parma, 1996.

MENDONÇA, L. C. **Microbiologia e cinética de sistemas de lodos ativados como pós tratamento de efluentes de reator anaeróbio de leito expandido**. 2002. 240 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil – Área de Hidráulica e Saneamento) -- Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, SP, 2002.

PACHECO, J. W. F. **Curtumes**. São Paulo: CETESB, 2005. (Série P+L).

QUÍMICA GERAL SUL (QGS) . **GEL FLOC 155**. Sapucaia do Sul, 2009.

_____ **NUTRY-FOS P**. Sapucaia do Sul, 2009.

_____ **POLIFLOC**. Sapucaia do Sul, 2009.

_____ **QGS 64**. Sapucaia do Sul, 2009.

_____ **QGS 7730**. Sapucaia do Sul, 2009.

RIO GRANDE DO SUL. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM). **Qualidade da água do Rio dos Sinos**. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_sinos/sinos.asp> Acesso em 20 set. 2009.

SINDICATOS DO COURO ASSOCIADOS (AICSul). **A entidade**. Novo Hamburgo, 2010. Disponível em: <<http://www.aicsul.com.br/>>. Acesso em: 22 mar. 2010

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2006.

_____ **Lodos ativados**. 2. ed. ampl. Belo Horizonte: UFMG. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002.

_____ **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: UFMG. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

VAZOLLÉR, R. F. **Microbiologia de lodos ativados**. São Paulo: CETESB, 1989.