



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

II-076 – CARACTERIZAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DE ETE DE TIPO LODO ATIVADO VIA IMAGEM MICROSCÓPICA - ESTUDO NA REGIÃO DE GRANDE FLORIANÓPOLIS

Heike Hoffmann⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Greifswald, Alemanha, Doutora em processos biológicos de tratamento de esgoto pela Universidade Rostock, Alemanha, Pós-doutorado com bolsa de DAAD (Alemanha) no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro Tecnológico (CTC) da UFSC, Pesquisador visitante CNPq no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro Tecnológico (CTC) da UFSC

Endereço⁽¹⁾: Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campus universitário, Centro Tecnológico (CTC), Bairro Trindade, Florianópolis SC, CEP 88040-970
Telefone: 48 331 9597



heike@ens.ufsc.br

RESUMO

As experiências que existem na área da utilização da imagem microscópica para a caracterização da estabilidade dos processos de tratamento aeróbio na Europa e nos Estados Unidos (Jenkins et al., 1993, Eikelboom & Buijsen, 1992, Bayrisches Landesamt, 1999) foram adaptadas nas condições brasileiras, com o objetivo de caracterizar indicadores típicos de situações operacionais diferentes das Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) no sul do Brasil. Foram analisados ETE do tipo Lodo Ativado Continuo, Lodo Ativado por Batelada e pilotos para especificar os resultados e simular situações mais extremas do que existem na real. Pela carga orgânica e configuração, todas as estações tinham principalmente a capacidade de realizar a nitrificação e parcialmente também para a desnitrificação. Comparando com regiões mais frias foram observadas poucas diferenças no tipo dos Protozoários e Metazoários no processo de lodo ativado no Sul do Brasil. Principalmente aparecem os Protozoários (como *Aspidisca*, *Epistylis*) e os Metazoários (especialmente os *Rotíferos*, *Tardígaridos*) em números elevados, se desenvolvem com maior velocidade em esgotos com altas temperaturas. Outro aspecto se observou em respeito aos organismos causadores do intumescimento ("bulking") do lodo. Nas estações investigadas os casos de intumescimento freqüentemente estão relacionados com *Sphaerotilus*, *Nocardia*, ou o grupo de *bactérias de enxofre*, causado por sobrecargas ou falta de oxigênio, especialmente na alta temporada da região turística. Um outro problema é provocado pela baixa alcalinidade natural de esgotos devido o uso de águas superficiais para o abastecimento público no Brasil. O consumo de alcalinidade pela nitrificação pode ocasionar a queda do pH no reator biológico, conduzindo o desaparecimento de Protozoários e Metazoários e a destruição dos flocos biológicos e com isso conseqüentemente a redução da eficiência do processo.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo ativado, microscopia, floculação, sedimentação

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o tratamento aeróbio de esgoto ganhou cada vez mais importância no Brasil. Isto, devido a boa eficiência de remoção de material orgânico e da oportunidade de remoção de nutrientes via nitrificação, desnitrificação

e até a biodesfosfatação, tanto como tratamento principal, bem como pós-tratamento. O sistema mais usado no mundo inteiro entre os sistemas aeróbios é o sistema de tipo "Lodo Ativado", seja como lodo ativado de fluxo contínuo ou por batelada. O princípio fundamental do processo de lodo ativado é a diferença significativa para todos os outros sistemas com aeração (lagoas, biofilmes) consiste na necessidade da concentração de biomassa no reator biológico via decantação do lodo. A capacidade de decantação ou sedimentação exige necessariamente uma boa formação de flocos do lodo. Aquela formação de flocos é o ponto mais sensível do funcionamento. Muitos fatores físicos, químicos e biológicos, como o perigo de intoxicação, uma falta de oxigênio, uma mudança de pH, uma composição unilateral de esgoto bruto (falta nutrientes) ou a formação de lodo intumescido ou lodo flutuante, podem impedir a formação de flocos ou destruir os flocos já formados.

O resultado de qualquer destes problemas consiste em uma perda de biomassa não decantada com o efluente final, causando dois efeitos negativos:

- A qualidade do efluente final fica prejudicada diretamente com a concentração elevada de biomassa ativa.
- O sistema não tem mais biomassa suficiente para manter a eficiência do processo, que afeta rapidamente a nitrificação e depois todos os processos heterotróficos.

Por isso o controle do processo de lodo ativado é fundamental para a estabilidade de operação e deveria incluir o controle de fatores físicos, químicos e biológicos, como as concentrações no afluente e efluente, o pH, a concentração de oxigênio, a concentração de sólidos e a decantabilidade (IVL) de lodo. Adicionalmente a utilização da imagem microscópica é um instrumento rápido e eficaz de controle em sistemas de lodo ativado, que permite uma avaliação das seguintes características:

- Composição do esgoto e suas alterações, detecção de afluentes tóxicos
- Carga de lodo, sobrecargas
- Suprimento de oxigênio; problemas com pH
- Ocorrência de lodo intumescido ou lodo flutuante
- Estabilidade dos processos

Devido a formação de flocos, do número de bactérias livres e de bactérias filamentosas, os indicadores mais importantes são os Protozoários e Metazoários e o tipo e a frequência do aparecimento deles no lodo ativado. A análise desses fatores é o objetivo da microscopia. Publicações mais recentes (Hoffmann, 2000; Hoffmann et. al 2001) descrevem a comparação da metodologia usada na Europa e nos Estados Unidos com o método usado no Brasil. O presente trabalho apresenta como resultado principal as situações mais típicas de operação de estações de tipo lodo ativado com aeração prolongada (estações reais e pilotos) e suas indicadores microscópicos. Pretende-se analisar problemas operacionais típicos, dar uma ajuda de reconhecimento via imagem microscópica e discutir opções e soluções através da consideração de problemas da operação e do equipamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia microscópica empregada (Hoffmann, 2000; Hoffmann et. al 2001) consiste na retirada da amostra do tanque de aeração, sendo esta acondicionada em uma garrafa de plástico, deixando um espaço sem amostra para suprimento de oxigênio aos microrganismos. No laboratório, coloca-se uma gota de lodo ativado (menos de 2 h após a coleta) em uma lâmina. A amostra deve ser coberta com uma lamínula de 10x10 mm, sem incluir bolinhas de ar. Em seguida, a lâmina é colocada sob o microscópio óptico para o exame. São avaliados o tamanho dos flocos, a abundância de organismos filamentosos e a identificação e contagem dos protozoários. Conta-se 3 lâminas de área de 10x10mm.

- **Avaliação da estrutura dos flocos de lodo ativado e grau de formação de fios**

Para esta verificação, o preparado fresco é observado no microscópio com uma ampliação de 100 vezes. Os flocos do lodo são classificados segundo os seguintes critérios subjetivos (Tabela 1), sem classificação quantitativa:

Tabela 1: Classificação dos flocos

CARATERÍSTICA DOS FLOCOS	AVALIAÇÃO QUALITATIVA
Tamanho	grande(> 500µm), médio, pequeno(< 100µm)
Forma	arredondada, irregular
Estrutura e Estabilidade	compacta, aberta, ou seja com uma rede de fios
Composição	contenção de partículas inorgânicas

As características dos flocos dependem do tipo de aeradores, da eficiência da mistura da massa líquida nos reatores biológicos, da composição do esgoto afluente, da carga de lodo e da atividade dos protozoários e metazoários no lodo ativado. Geralmente, os flocos grandes (> 500µm) ocorrem em estações altamente sobrecarregadas (carga de lodo > 0,5 kg DBO₅/ (kg SST x d)) e flocos pequenos (< 100µm), em estações com baixa carga. Entretanto, flocos pequenos também podem originar-se em tanques com turbulência elevada ou ainda, serem uma consequência de intoxicação do lodo ativado por afluentes tóxicos.

Todo o lodo ativado em condições normais, contém bactérias filamentosas. Eles têm importância primordial na sustentação, formando "o esqueleto do floco" e oferecendo possibilidades a outras bactérias se aderirem e crescerem (Jenkins *et al.*, 1993). Flocos com poucos fios apresentam, geralmente, uma estrutura compacta e têm uma forma mais ou menos arredondada. Os problemas de lodo intumescido ou flutuante são provocados pelo crescimento massivo de bactérias filamentosas. Para o diagnóstico desses problemas, utiliza-se uma classificação ou segundo Eikelboom & Buijsen (1992) subjetiva de grau 1 (poucos) até 4 (bastante) ou em casos mais graves a classificação segundo Jenkins *et. al* (1993) de grau 1 (poucos) até 7 (somente) (Hoffmann, 2000; Hoffmann *et. al*, 2001). Para a detecção das causas dos problemas do lodo intumescido/ flutuante são necessárias diferenciações das espécies das bactérias filamentosas presentes.

- **Avaliação do número das bactérias livres e dos Zooflagelados**

As bactérias do lodo ativado, com exceções das formas maiores, não podem ser classificadas pelo microscópio óptico. Reconhecem-se bactérias livres a partir de uma ampliação de 400 vezes. Bactérias que não estão ligadas aos flocos de lodo não se podem sedimentar no decantador secundário e pioram a qualidade do efluente produzido. Um grande número de bactérias livres pode indicar uma perturbação na estação de tratamento, por exemplo, através de uma intoxicação. Durante os períodos de início de funcionamento dos sistemas, surgem com frequência conglomerados de bactérias com a forma de uma pequena árvore ou de uma esfera, as *Zooglea*. Os protozoários de menores dimensões são os Zooflagelados. Algumas espécies são pouco maiores que as bactérias, e por isso, apenas reconhecíveis com segurança a partir de uma ampliação de 400 vezes. Muitos Zooflagelados indicam condições instáveis de funcionamento, sobrecargas em forma de descarga ou início de funcionamento da estação. O aparecimento dos organismos de pequeno tamanho pode ser muito alto, por isso, no protocolo usa-se uma avaliação dos graus de 0-4 (avaliação por lâmina, Tabela 2).

Tabela 2 - Classificação as bactérias livres e os Zooflagelados

Aparecimento dos organismos pequenos	Avaliação do grau
raros	1
alguns	2
mais	3
muitos	4

- **Avaliação do tipo e frequência dos Protozoários e Metazoários**

Os outros protozoários (Amebas e Ciliados) os metazoários constituem um grupo muito heterogêneo de organismos. No lodo ativado aparecem organismos celulares que se agarram aos flocos e formas livres, dispersas entre os flocos. Eles alimentam-se, principalmente, de bactérias, e também de substâncias orgânicas e outros organismos pequenos. Através do seu comportamento na alimentação, os protozoários rejuvenescem a população de bactérias na estação de tratamento. As diversas relações entre os grupos de organismos existentes e a importância dos protozoários na composição do lodo estão longe de ter sido completamente estudado. O aparecimento dos protozoários e metazoários por lâmina é contado e avaliado com o grau 0-3 (Tabela 3).

Tabela 3 - Classificação os Protozoários e Metazoários

Aparecimento dos organismos maiores na amostra	Avaliação do grau
1-5	1
5-10	2
> 10	3

Os Amebas, Ciliados e Metazoários desempenham um papel importante para a apreciação microscópica do lodo ativado, devido ao seu grande tamanho corpóreo, esses microrganismos podem ser utilizados como indicadores das características predominantes no sistema. Especial importância tem os organismos, cuja ocorrência permite concluir quanto às condições específicas de funcionamento da estação de tratamento. Por exemplo, os Ciliados que constituem grandes variações morfológicas, possuem grande importância como indicadores do estado de funcionamento do sistema. Os Metazoários têm um período de geração mais longo que os organismos unicelulares e aparecem apenas em lodo mais velho e em condições estáveis de funcionamento. Os *Rotíferos* e os *Nematóides* pertencem aos organismos pluricelulares presentes no lodo ativado.

RESULTADOS

1. Situação típica de sistemas lodo ativado com baixa carga orgânica e operação estável

Todas as ETE foram acompanhadas durante três anos. Elas operaram na faixa de sistema de aeração prolongada, que significa uma baixa carga orgânica ($F/M < 0,10 \text{ kg}/(\text{kg} \cdot \text{d})$) e alta idade de lodo ($> 20 \text{ d}$) (von Sperling, 1997). Necessariamente existe um tanque biológico aerado até uma concentração de $2 \text{ mg O}_2/\text{L}$. A baixa carga orgânica e o abastecimento com suficiente oxigênio garantem o processo de nitrificação em paralelo com a estabilização aeróbia do lodo. A realização da desnitrificação é recomendável para estabilidade do processo, como desnitrificação prévia com retorno de lodo ou com fases anóxicas conforme realizado no valo de oxidação. Caso haja nitrificação sem desnitrificação no reator, a desnitrificação pode ocorrer no decantador causando lodo flutuante (manta ascendente) pelo nitrogênio gasoso liberado (Jenkins et. al 1993, ATV Manual, 1997, von Sperling, 1997).

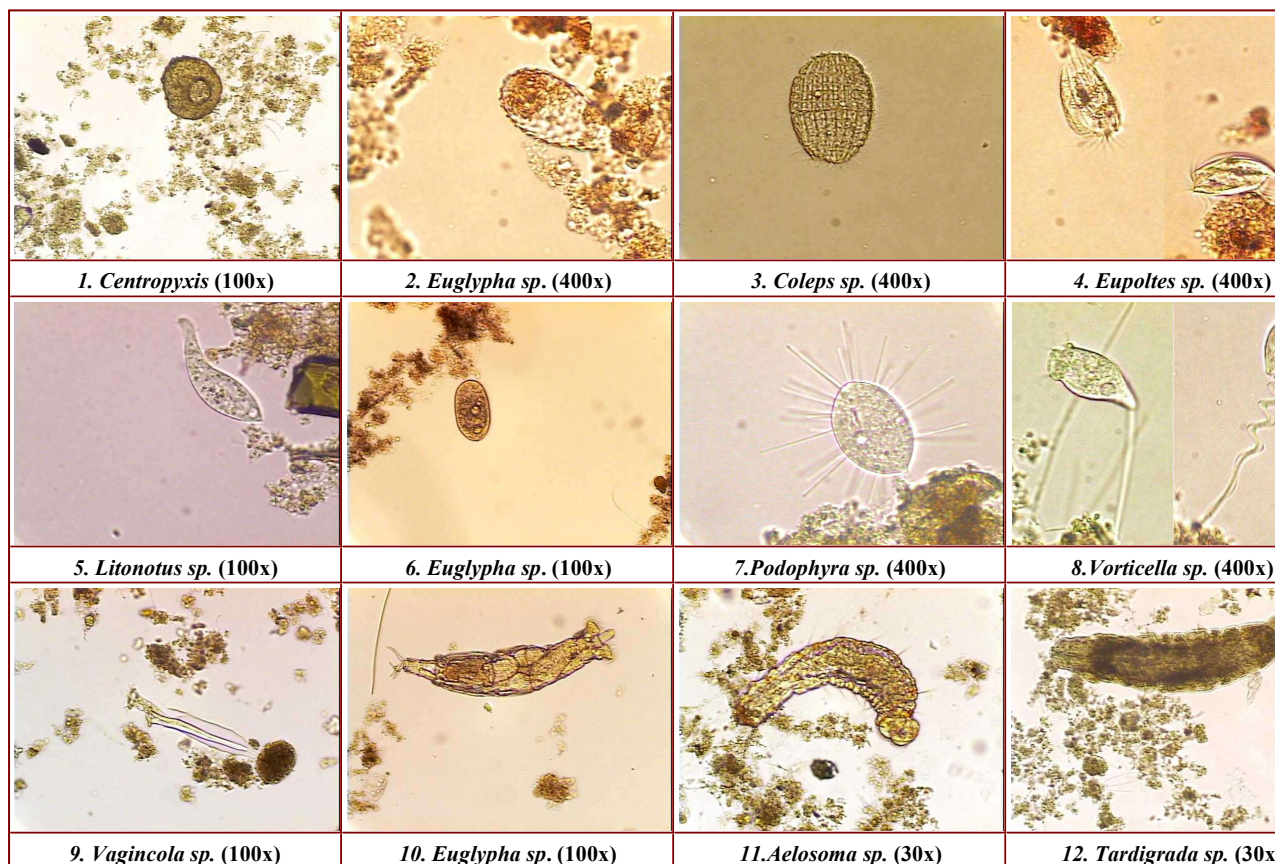
As características típicas para estações com baixa carga e alta idade de lodo no clima do Sul do Brasil são uma alta variabilidade dos protozoários e dos metazoários. Foram identificados Ciliados com "casinha", de tipo *Vagnicola* e *Chaetospira* (figura 1.9) em 3 das 6 estações, indicando situações estáveis com oxigenação suficiente (tabela 4). Estes organismos não encontram-se nas publicações internacionais acima citadas. A concentração dos organismos no lodo ativado com alta idade é relativamente baixa (normalmente nível 1-2), os organismos podem até desaparecer totalmente nas estações que operam com uma idade de lodo muito elevada ($> 30 - 40 \text{ d}$). Mesmo que aquelas estações ainda trabalham com boa eficiência, a concentração do lodo ($> 7.000 \text{ mg SST/L}$) provoca necessariamente uma sobrecarga do decantador e uma perda de lodo, que piora a qualidade de efluente final (concentrações elevadas de Sólidos Suspensos, DQO, NTK). Por isso recomenda-se de tirar sempre uma quantidade suficiente de lodo em excesso.

Se observaram ETE sem nenhum problema biológico e outras que estavam periodicamente com falta de oxigênio ou sobrecarga, especialmente na alta temporada da região turística. Em seguida as situações típicas com os indicadores mais encontrados serão apresentadas.

Tabela 4: Situação típica de sistemas lodo ativado com baixa carga orgânica e operação estável

Parâmetro	Característica
Forma dos flocos	Pequena e compacta
Concentração de Protozoários	Relativamente baixa (em casos extremos não aparecem mais)
Variabilidade de Protozoários	Relativamente alta
Aparecimento de microrganismos filamentosas	As vezes, mas não típicos
Indicadores típicos, encontrados com frequência	
Protozoários	
Zooflagelados	Tipos maiores como <i>Peranema</i>
Amebas com cascas	<i>Centropyxis</i> , <i>Arcella</i> , <i>Euglypha</i>
Ciliados livres	<i>Coleps</i> , <i>Aspidisca</i> , <i>Euplotes</i> , <i>Trachelphyllum</i> , <i>Amphileptus</i> , <i>Litonotus</i> , <i>Prorodon</i>
Ciliados pedunculados	<i>Suctórias</i> : <i>Podophyra</i> , <i>Tokophyra</i>
	<i>Vorticella convallaria</i> , <i>Vorticella campanula</i>
Ciliados com "casinha" não encontrados em clima mais frio	<i>Vagnicola</i> , <i>Chaetospira</i>
Metazoários	<i>Rotatória</i> , <i>Cephalodella</i> , <i>Tardigrada</i> , <i>Nematoda</i> , <i>Aelosoma</i> ,
Conclusão	Lodo ativado com baixa carga orgânica, alta idade de lodo, suficiente oxigênio ⇒ operação estável

Figura 1 (1.1 – 1.12) Indicadores para alta idade de lodo e operação estável:



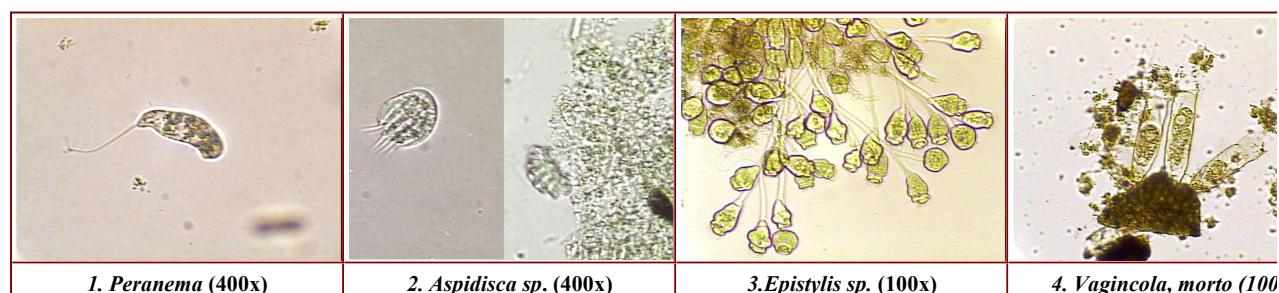
2. Situação típica de sistemas lodo ativado de tipo aeração prolongada - sobrecarregados

Estações periodicamente sobrecarregadas foram observadas especialmente nas regiões turísticas. Estas sofrem necessariamente uma mudança da formação de flocos e do tipo e frequência de protozoários e metazoários. A concentração de Protozoários é mais elevada, mas a variabilidade está menor (tabela 5). Tipicamente aparecem *Zooflagelados*, em números elevados especialmente no caso de carga de choque frequentemente (nível 2-3), alguns dos Protozoários como *Aspidisca*, *Trachelphyllum*, *Amphileptus*, *Prorodon* sobrevivem até aumentam bastante o número (nível 2 - 3), outros, como *Coleps*, *Amebas com casca*, *Vaginicola*, *Chaetospira* morrem e somente as cascas ou "casinhas" vazias deles ficam no lodo (figura 2.4). Bem típico é uma concentração elevada dos colônias de Ciliados pedunculados *Epistylis*, *Zoothamnium* (nível 3).

Tabela 5: Situação típica de sistemas lodo ativado de tipo aeração prolongada - sobrecarregados

Parâmetro	Característica
Forma dos flocos	Menos compacta, mais irregular
Concentração de Protozoários	Elevada
Variabilidade de Protozoários	Reduzida
Aparecimento de microrganismos filamentosas	As vezes, relacionado com baixa concentração de oxigênio
Indicadores típicos, mais encontrados	
Protozoários	
Zooflagelados	com nível elevado mais tipos pequenos
Ciliados livres	<i>Aspidisca</i> , <i>Trachelphyllum</i> , <i>Amphileptus</i> , <i>Prorodon</i>
Ciliados pedunculados	<i>Suctórias: Podophyra</i> , <i>Tokophyra</i>
	<i>Vorticella convallaria</i>
Colônias	<i>Epistylis</i> , <i>Zoothamnium</i>
Metazoários	<i>Rotatória</i> , <i>Nematoda</i> ,
Conclusão	Lodo ativado com carga elevada, idade de lodo reduzido, necessidade de controlar a concentração de oxigênio e o efluente final ⇒ operação com perigo de instabilidade

Figura 2 (2.1 – 2.4) Indicadores para a sobrecarga das estações de tipo aeração prolongada :



Cargas orgânicas elevadas ($> 0,10 \text{ kgDBO}_5/\text{kg ST}\cdot\text{d}$) nas estações de tipo aeração prolongada significam uma estabilização insuficiente do lodo. A nitrificação pode ser afetada com cargas mais elevadas ($> 0,2 \text{ kgDBO}_5/\text{kg ST}\cdot\text{d}$) ou pela falta de oxigênio ($< 1 \text{ mg O}_2/\text{L}$).

3. Situação típica de sistemas lodo ativado de tipo aeração prolongada – falta de oxigênio

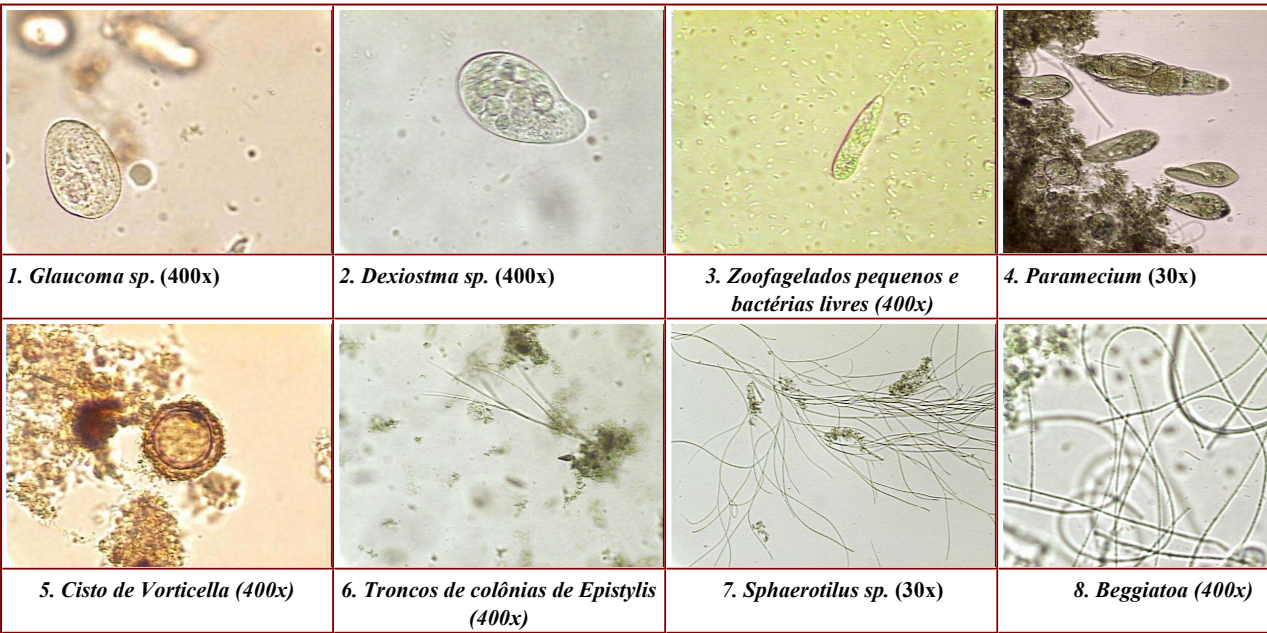
Falta de oxigênio, em resultado da carga elevada, por causa de uma aeração ou mistura insuficiente é o problema mais comum dos sistemas aeróbios. Como resultado a eficiência do processo se diminui, mais afetada é a nitrificação, conseqüentemente as concentrações de Amônio e Nitrito se aumentam. Bem típico é o aparecimento de bactérias filamentosas de tipo *Sphaerotilus* e bactérias de enxofre *Beggiatoa* e *Thiothrix*, (nível 3 - 4 segundo Jenkins et al. 1993 ou nível 2-3 segundo Eikelboom & Buijsen, 1992) que afetam a decantabilidade de lodo (lodo intumescido: IVL $> 150 \text{ ml/g}$). Dependendo da duração da falta de oxigênio, somente aqueles poucos tipos de Protozoários, que precisam

menos oxigênio, *Vorticella microstoma*, *Paramecium*, *Dexiostoma Glaucoma*, determinam o lodo. Os Metazoários desaparecem e os *Ciliados pedunculados* formam *cistos* (fig 3.5). Os troncos destes ficam no lodo sem cabeças (fig. 3.6). Em casos mais sérios os flocos liberam bactérias livres que não podem se sedimentar no processo de decantação, assim causando perda de lodo.

Tabela 6: Situação típica de sistemas lodo ativado de tipo aeração prolongada –falta de oxigênio

Parâmetro	Característica
Forma dos flocos	Irregulares até destruídos, as vezes com uma rede de bactérias filamentosas
Concentração de Protozoários	Alta
Variabilidade de Protozoários	Baixa
Aparecimento de microrganismos filamentosas	Tipicamente <i>Sphaerotilus</i> , <i>Beggiatoa</i> e <i>Thiothrix</i>
Indicadores típicos mais encontrados (Protozoários)	
Zooflagelados	<i>Tipos menores, movimento difuso</i>
Ciliados livres	<i>Paramecium, Dexiostoma, Glaucoma</i>
	<i>Vorticella microstoma</i>
Colônias	<i>Cistos e troncos sem cabeças</i>
Conclusão	<i>Lodo ativado com falta de oxigênio, sem nitrificação, necessidade aumentar a concentração de oxigênio ⇒ operação instável</i>

Figura 3 (3.1 – 3.4) Indicadores para sobrecarga das estações de tipo aeração prolongada :



4. Situação típica de sistemas lodo ativado – problemas de baixa alcalinidade

Mais um problema típico consiste no perigo da queda de pH, provocado por baixa alcalinidade natural do esgoto devido o uso de águas superficiais para o abastecimento. A maioria dos esgotos brutos investigados tinham uma alcalinidade do esgoto bruto de 200 - 250 mg CaCO₃/L, somente uma, abastecida de águas subterrâneas, chegou em 350 - 400 mg CaCO₃/L. O processo problemático para um esgoto com baixa alcalinidade é a nitrificação, onde se libera H⁺. Dependendo da concentração de Amônio o tampão natural do esgoto pode ser insuficiente para manter o pH estável (Jenkins et. al 1993, ATV Manual, 1997, von Sperling, 1997).

A única possibilidade de recuperação da alcalinidade consiste no processo de desnitrificação. Pelo cálculo (ATV, 1997) o caso mais positivo da concentração de 30 mg NH₄-N/ L e 250 mg CaCO₃/L precisa uma desnitrificação de pelo menos 30% para manter a alcalinidade necessária de 75 mg CaCO₃/L no efluente final. Esgoto com um concentração de 40 mg NH₄-N/ L e 200 mg CaCO₃/L vão ficar com valores abaixo de 50 mg CaCO₃/L, mesmo com uma desnitrificação teórica de 90%. Isso deve considerado especialmente em pós-tratamentos aeróbios depois de uma digestão anaeróbia, porque o Amônio passa o tratamento anaeróbio sem redução mas o DBO₅ necessário para a desnitrificação falta após o processo anaeróbio.

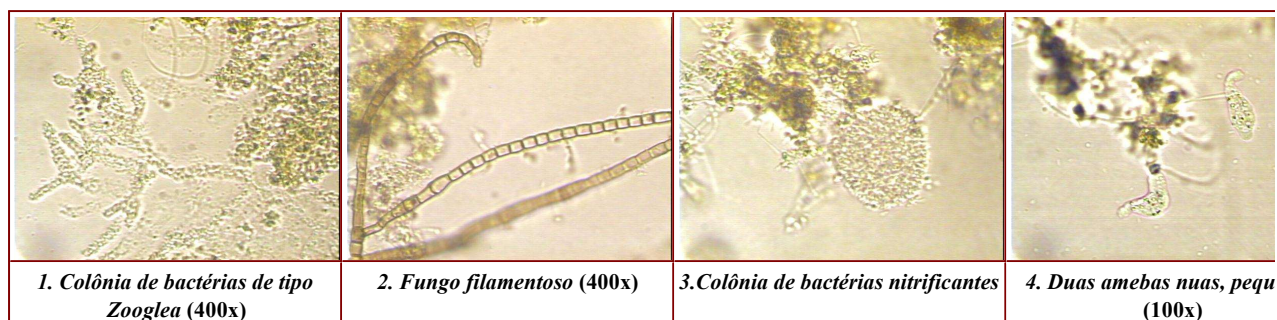
O resultado da baixa alcalinidade no final do processo é um perigo de queda de pH, que depende de mais fatores, como concentração de lodo, aeração, velocidade de nitrificação, atividade heterotrófica, temperatura e outros. Primeiros ensaios com pilotos provaram, que a eficiência do processo cai significativamente com valores de pH abaixo de 6,0. Os protozoários morrem, começando abaixo de pH 6,8 com os *Ciliados pedunculados* continuando abaixo de pH 6,2 com as *Rotatória* e *Aspidisca* e finalmente abaixo de pH 5,8 com as *Amebas nuas* (fig. 3.4) e *Zooflagelados*. Organismos que indicam entre outros fatores um pH relativamente baixo são os *Zoogela* (fig 3.1) e *fungos filamentosos* (fig. 3.2). No lodo ativado com valor baixo de pH eles aparecem com nível 2 até o nível 4.

Mesmo que as bactérias tenham a capacidade de se adaptar nos valores de pH mais baixos, a estrutura dos flocos pode se destruir pela acidez liberada. Uma decantação de lodo ativado com valores de pH abaixo de 6 é caracterizado pela turbidez na fase líquida por causa de bactérias livres e flocos pequenos.

Tabela 7: Situação típica de sistemas lodo ativado –problemas de baixa alcalinidade, pH descendo

Parâmetro	Característica
Forma dos flocos	Pequenos, destruídos
Concentração de Protozoários	Baixa
Variabilidade de Protozoários	Baixíssima
Aparecimento de microrganismos filamentosas	As vezes mas não típicos
Indicadores típicos mais encontrados (Protozoários)	
Zooflagelados	<i>Tipos menores, movimento difuso</i>
Amebas nuas	<i>Tipos menores, número crescendo com valor de pH mais baixo</i>
Ciliados livres	<i>Aspidisca até pH 6,2</i>
Outros organismos	Concentrações de <i>Zoogela</i> e <i>Fungo</i> elevados indicam pH baixos
Conclusão	<i>Lodo ativado com insuficiente alcalinidade, perigo de perda de biomassa, necessidade de aumentar a desnitrificação (por exemplo um bypass) ou adicionar cal. ⇒ operação instável</i>

Figura 3 (3.1 – 3.4) Indicadores para sobrecarga das estações de tipo aeração prolongada :



CONCLUSÕES

O tratamento de esgoto em sistemas de lodo ativado é um processo biológico e os processos biológicos podem ser analisados de melhor jeito via análise biológica, neste caso a microscopia. A grande vantagem do controle de processo via microscopia consiste na possibilidade de:

- Diagnosticar as condições depurativas no reator
- Estimar a qualidade do efluente e
- Previsão de problemas futuros que ainda não podem ser observados na qualidade do efluente final

Necessariamente precisa-se de conhecimento profundo e de uma padronização das análises microscópicas adaptada na situação atual. A pesquisa cumpre mais uma etapa da adaptação de experiências que existem no Europa e nos Estados Unidos na área de avaliação microscópica nas condições brasileiras. Foram analisadas estações de tratamento de esgoto de tipo aeração prolongada nas condições climáticas no sul do Brasil. Indicadores de problemas mais típicos, como carga elevada e carga de choque, falta de oxigênio e baixa alcalinidade de esgoto foram documentados.

Provou-se, que a utilização da imagem microscópica é um instrumento eficiente, rápido e econômico de controle de sistemas de lodo ativado. Com análises microscópicas diários (até três vezes por semana) acompanhados com análises simples (controle de decantabilidade (SV), oxigênio e pH), a operação de estações com funcionamento estável poderá ser observada com uma segurança suficiente. Análises químicas precisariam ser efetuadas somente em casos de mudanças da situação microscópica, como por exemplo no caso de aparecimento de *bactérias filamentosas*, *fungos*, *zoogleas*, *flagelados*, *amebas nuas* ou *bactérias livres* em números elevados ou em caso de desaparecimento de outros protozoários, que indicam uma situação estável. Com esse resultado a pesquisa oferece uma contribuição para economizar o controle necessário dos processos aeróbio de tratamento de esgoto e segura a remoção de nutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ATV Manual, 1997: ATV Handbuch "Biologische und weitergehende Abwasserreinigung" 4. Auflage 1997, Ernst & Sohn, Berlin, Hrsg. Abwassertechn. Vereinigung e.V. Hennef
2. Bayrisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1999): „Das mikroskopische Bild bei der aeroben Abwasserreinigung Informationsberichte, München, Heft 1/99 3
3. Eikelboom, D.H., van Buijsen, H.J.J. (1992): „Handbuch für die mikroskopische Schlammuntersuchung" F. Hirthammer Verlag München, 3.Auflage
4. Jenkins, D.; Richard, G.R.; Glen, T.D. (1993): „Manual on the causes and control of activated sludge bulking and foaming", 2nd Edition, Lewis Publishers Inc.
5. Hoffmann, H. (2000): „Aplicação da imagem microscópica do lodo ativado para a detecção de problemas de funcionamento das estações de tratamento de esgoto na Alemanha", I Seminário Nacional de Microbiologia Aplicada ao Saneamento, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória
6. Hoffmann, H.; Bento, A.; Belli, P.; Philippi, L.S. (2001): "Utilização da imagem microscópica na avaliação das condições de operação – uma aplicação da experiência da Alemanha em estações de tratamento no Brasil" 21. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária Ambiental (ABES), João Pessoa
7. von Sperling, M. (1997): Lodos Ativados. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 416p.