



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Faculdade de Engenharia

Márcio de Azevedo Beranger

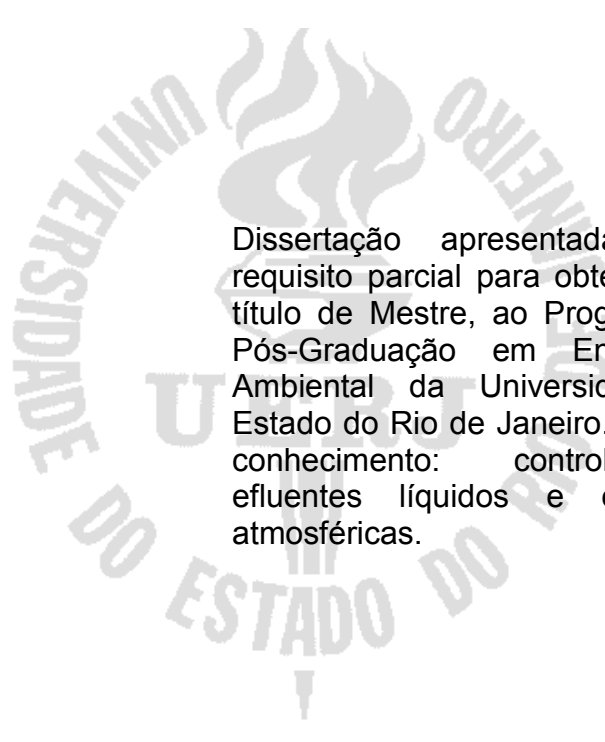
Avaliação da Influência do pH na Respiração de Lodos Ativados

Rio de Janeiro

2009

Márcio de Azevedo Beranger

Avaliação da Influência do pH na Respiração de Lodos Ativados



Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de conhecimento: controle de efluentes líquidos e emissões atmosféricas.

Orientador: Prof. Dr. Gandhi Giordano.

Co-orientador: Prof. Dr. Olavo Barbosa Filho

Rio de Janeiro

2009

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/ REDE SIRIUS/ BIBLIOTECA CTC/B

B482 Beranger, Márcio de Azevedo.

Avaliação da influência do pH na respiração de lodos
ativados / Márcio de Azevedo Beranger. - 2009.
216f.

Orientadora: Gandhi Giordano.
Co-orientador: Prof. Dr. Olavo Barbosa Filho

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do
Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia
Bibliografia: f. 113.

1. Lodos - Saneamento 2. Efluentes.
I. Giordano, Gandhi. II. Barbosa Filho, Olavo
III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
IV. Título.

CDU 628.16

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese.

Assinatura

Data

Márcio de Azevedo Beranger

Avaliação da Influência do pH na Respiração de Lodos Ativados

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 30 de março de 2009.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Gandhi Giordano (Orientador)
Faculdade de Engenharia da UERJ

Prof. Dr. Olavo Barbosa Filho (Coorientador)
Faculdade de Engenharia da UERJ

Prof. Dr. Odir Clécio da Cruz Roque
Faculdade de Engenharia da UERJ

Prof^a. Dr^a. Juacyara Carbonelli Campos
Escola de Química da UFRJ

Rio de Janeiro
2009

DEDICATÓRIA

A minha linda mulher, Beatriz, aos meus pais, Gustavo e Heloisa, aos meus irmãos, Gustavo, Eduardo e Danilo e aos meus queridos sobrinhos, Igor e Sofia.

AGRADECIMENTOS

Ao longo desta pesquisa, pude ter certeza do que há tempo já vinha percebendo: **as minhas maiores riquezas são os meus relacionamentos**. Sem eles, eu não teria a energia necessária para chegar ao final desta pesquisa. A começar pela minha esposa Beatriz, que além de muito bela, possui uma riqueza de relacionamentos como ninguém. Talvez seja uma das pessoas mais ricas do mundo e está me ajudando a sê-lo também.

Os meus pais, Gustavo e Heloisa, de quem eu herdei grande parte das riquezas que tenho, não só as geradas por eles, mas também as que eles guardaram dos seus, e meus, antepassados.

Meus irmãos, Gustavo, Eduardo (Dudu) e Danilo, que nasceram para produzir riquezas, dentre elas os meus sobrinhos Igor e Sofia, que me trazem muita alegria.

Os pares dos meus pais, Magno e Gilda, que fazem a segurança de parte da minha fortuna.

Os meus padrinhos, tios, primos, cunhadas e amigos do peito, que são os grandes responsáveis pela sustentação desse tesouro.

E à natureza, que é o grande banco dessa infinita riqueza;

Não poderia deixar de agradecer:

Ao professor Dr., Gandhi Giordano, pela orientação neste trabalho e pelo apoio de sempre;

A TECMA Tecnologia em Meio Ambiente Ltda - pela utilização dos laboratórios, equipamentos e a disponibilização do acervo técnico;

Aos funcionários da TECMA, pela amizade, paciência e ajuda ao longo dos trabalhos;

Aos funcionários da Secretaria de Meio Ambiente e Pesca de Cabo Frio, pelo apoio e amizade;

A minha sogra, Claudia, pela ajuda na revisão textual;

A Fátima Cristina, pela orientação psicológica;

Ao meu sogro, Eduardo, por ter me motivado a conhecer a Fátima Cristina.

RESUMO

BERANGER, Márcio de Azevedo. *Avaliação da influência do pH na respiração de lodos ativados*. 2009. 216f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

Embora seja crescente a aplicabilidade de sistemas de lodos ativados no tratamento de efluentes industriais, algumas características desses efluentes ainda comprometem a eficiência e a estabilidade do processo, dentre elas, o seu pH. A presente pesquisa avaliou a influência da variação do pH no consumo de oxigênio por lodos ativados, sendo, para isso, realizados testes de respirometria com lodos de três estações de tratamento de efluentes industriais (ETEI), submetidos a variações bruscas de pH em laboratório. Acrescentaram-se aos testes, observações microscópicas dos lodos e análises laboratoriais das amostras utilizadas (lodos, afluentes e efluentes). Pôde-se concluir que a alteração do pH para valores não críticos pode levar o lodo a uma maior atividade metabólica como defesa ou resistência às modificações do meio, fazendo com que este consuma uma maior quantidade de oxigênio. O estudo mostrou também que os lodos ativados tiveram a capacidade de consumir oxigênio fora das faixas convencionais de pH e quando submetidos a variações bruscas de mais de 3 unidades. Por fim, a pesquisa confirmou a importância dos estudos de bancada no aprofundamento do conhecimento dos processos de lodos ativados, quando aplicados ao tratamento de efluentes industriais. Pôde também constatar a eficácia da metodologia utilizada e a possibilidade da produção de bons resultados utilizando-se estruturas de teste simplificadas.

Palavra-chave: lodos ativados, pH, respirometria, estudos de bancada

ABSTRACT

Although increasing the applicability of activated sludge systems to treat industrial effluents, some characteristics of these effluents also committed to efficiency and stability of the process, among them, its pH. This study evaluated the influence of changes of pH on consume of oxygen by activated sludge, and, therefore, tests of respirometry with sludge from three sewage treatment plants for industrial (ETEI), subject to sudden changes of pH in the laboratory. Added to the tests, microscopic observations of sludge and laboratory analysis of samples used (sludge, tributaries and effluents). It was observed that the change of pH values not critical to the activated sludge can lead to increased metabolic activity as a defense or resistance to changes of environment, so that it consumes a greater quantity of oxygen. The study also showed that activated sludge had the capacity to consume oxygen outside the conventional ranges of pH and when subjected to sudden changes of more than 3 units. Finally, the research confirmed the importance of studies of bench depth knowledge of the processes of activated sludge, when applied to the treatment of industrial effluents. Could also see the effectiveness of the methodology used and the possibility of producing good results using a simplified test structures.

Key-word: activated sludge, pH, respirometry, studies of bench depth

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema básico da etapa biológica do sistema de lodos ativados.....	18
Figura 1.1 – Microfotografia ótica de <i>Beggiatoa</i> , em amostra de lodos ativados.....	24
Figura 1.2 – Fungos filamentosos em lodo ativado decorrente de baixo pH do meio ou deficiência de nutrientes.....	25
Figura 1.3 – Microfotografia ótica de ciliados livres em amostra de lodos ativados.....	27
Figura 1.4 – Microfotografia ótica de ciliados fixos em amostra de lodos ativados.....	27
Figura 1.5 – Microfotografia ótica de ciliados rastejantes em amostra de lodos ativados.....	27
Figura 1.6 – Microfotografia ótica de flagelados em amostra de lodos ativados.....	28
Figura 1.7 – Microfotografia ótica de amebas em amostra de lodos ativados.....	28
Figura 1.8 – Microfotografia de um rotífero em amostra de lodos ativados.....	29
Figura 1.9 – Microfotografia de um nematóide em amostra de lodos ativados.....	30
Figura 2.1 – Vista do lodo da indústria farmacêutica sedimentado em um Béquer.....	41
Figura 2.2 – Vista do lodo da indústria alimentícia 01 sedimentado em um Béquer.....	42
Figura 2.3 – Vista do lodo da indústria alimentícia 02 sedimentado em um Béquer.....	44
Figura 2.4 - Vista da bancada de testes.....	45
Figura 2.5 – Planilha de acompanhamento do Lodo.....	48
Figura 2.6 - Vista da bancada de testes.....	49
Figura 2.7 – Reator Teste (Béquer) e teste de respirometria.....	55
Figura 2.8 – Representação esquemática dos equipamentos utilizados nos testes de respirometria.....	56

Figura 2.9 – Planilha do Teste de Respirometria.....	58
Figura 2.10 – Planilha de acompanhamento dos estudos de bancada.....	59
Figura 2.11 – Vista de um teste de respirometria em andamento.....	60
Figura 3.1 – Testes-controle realizados com lodo submetido a diferentes volumes de alimentação.....	67
Figura 3.2 – Testes-controle dos dias 11 e 12/02/09.....	71
Figura 3.3 – Temperatura do lodo no Reator de Manutenção e no final dos testes.....	72
Figura 3.4 – Testes-controle do dia 13/02/09.....	76
Figura 3.5 – Testes-controle realizados com o lodo da indústria farmacêutica.....	78
Figura 3.6 – Temperaturas do lodo no Reator de Manutenção e ao final dos testes.....	79
Figura 3.7 – Relação entre temperatura e TCO dos testes-controle.....	80
Figura 3.8 – Testes-controle do dia 04/03/09: indústria alimentícia 01.....	84
Figura 3.9 - Relação entre temperatura e TCO dos testes-controle.....	84
Figura 3.10 – Testes-controle do dia 04/03/09: indústria alimentícia 02.....	88
Figura 3.11 – Testes dos dias 11 e 12/02/09.....	93
Figura 3.12 – Testes do dia 13/02/09.....	95
Figura 3.13 - Relação entre a TCO, TCOe e pH: indústria farmacêutica.....	97
Figura 3.14 – Lodo espumando após variação brusca de pH: indústria farmacêutica.....	98
Figura 3.15 – Testes do dia 04/03/03 (faixa de variação alcalina): indústria alimentícia 01.....	99
Figura 3.16 – Testes do dia 04/03/03 (faixa de variação ácida): indústria alimentícia 01.....	100
Figura 3.17 - Relação entre a TCO, TCOe e pH: indústria alimentícia 01...	102
Figura 3.18 – Lodo espumando após variação brusca de pH: indústria alimentícia 01.....	103
Figura 3.19 – Testes do dia 04/03/03 (faixa de variação alcalina): indústria alimentícia 02.....	104
Figura 3.20 – Testes do dia 04/03/03 (faixa de variação ácida): indústria alimentícia 02.....	105

Figura 3.21 - Relação entre a TCO, TCOe e pH: indústria alimentícia 02...	107
Figura 3.22 – Lodo espumando após variação brusca de pH: indústria alimentícia 02.....	108
Figura A.1 – Fluxograma da Estação de Tratamento de Efluentes da Indústria Farmacêutica.....	118
Figura A.2 – Fluxograma da Estação de Tratamento de Efluentes da Indústria Alimentícia 01.....	119
Figura A.3 – Fluxograma da Estação de Tratamento de Efluentes da Indústria Alimentícia 02.....	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Parâmetros de projeto e operação de processos de lodos ativados.....	22
Tabela 2.1 – Característica do afluente e efluente da indústria farmacêutica.....	40
Tabela 2.2 – Característica do afluente e efluente da indústria alimentícia 01.....	42
Tabela 2.3 – Característica do afluente e efluente da indústria alimentícia 02.....	43
Tabela 2.4 – Parâmetros analisados nas amostras de lodo, afluente e efluente das ETEI's.....	46
Tabela 2.5 – Período de funcionamento dos Reatores de Manutenção.....	49
Tabela 2.6 – Volumes de alimentação dos Reatores de Manutenção.....	51
Tabela 2.7 – Concentração das soluções padrão utilizadas.....	53
Tabela 2.8 – Volumes de alimentação dos Reatores Teste.....	54
Tabela 3.1 – Relação dos testes de respirometria.....	63
Tabela 3.2 – Eficiência da ETEI da indústria farmacêutica e concentração de lodo no tanque de aeração: coleta 27/01/09.....	64
Tabela 3.3 – Organismos observados no lodo ativado: coleta 27/01/09....	65
Tabela 3.4 – Acompanhamento do lodo ativado até a partida do Reator de Manutenção: coleta 27/01/09.....	66
Tabela 3.5 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada: testes 01 e 02.....	66
Tabela 3.6 – Eficiência da ETEI da indústria farmacêutica e concentração de lodo no tanque de aeração: coleta 10/02/09.....	68
Tabela 3.7 – Organismos observados no lodo ativado: coleta 10/02/09....	69
Tabela 3.8 – Acompanhamento do lodo ativado até a partida do Reator de Manutenção: coleta 10/02/09.....	69
Tabela 3.9 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada: testes 03, 07, 08 e 11.....	70
Tabela 3.10 – Eficiência da ETEI da indústria farmacêutica e concentração de lodo no tanque de aeração: coleta 12/02/09.....	73

Tabela 3.11 – Organismos observados no lodo ativado: coleta 12/02/09..	74
Tabela 3.12 – Acompanhamento do lodo ativado até a partida do Reator de Manutenção: coleta 12/02/09.....	74
Tabela 3.13 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada: testes 12 e 17.....	75
Tabela 3.14 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo dos testes-controle: indústria farmacêutica.....	77
Tabela 3.15 – Média das temperaturas ambiente: indústria farmacêutica.	79
Tabela 3.16 – Eficiência da ETEI da indústria alimentícia 01 e concentração de lodo no tanque de aeração: coleta 03/03/09.....	81
Tabela 3.17 – Organismos observados no lodo ativado: coleta 03/03/09..	82
Tabela 3.18 – Acompanhamento do lodo ativado até a partida do Reator de Manutenção: coleta 03/03/09.....	82
Tabela 3.19 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada: testes 18 e 28.....	83
Tabela 3.20 – Eficiência da ETEI da indústria alimentícia 02 e concentração de lodo no tanque de aeração: coleta 04/03/09.....	85
Tabela 3.21 – Organismos observados no lodo ativado: coleta 04/03/09..	86
Tabela 3.22 – Acompanhamento do lodo ativado até a partida do Reator de Manutenção: coleta 04/03/09.....	87
Tabela 3.23 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada: testes 29 e 36.....	87
Tabela 3.24 – Relação de organismos identificados nas amostras de lodo.....	89
Tabela 3.25 – Concentrações de lodo nas amostras.....	90
Tabela 3.26 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo dos testes-controle.....	91
Tabela 3.27 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada: Faixa de pH ácido – 11/02/09.....	93
Tabela 3.28 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada: Faixa de pH ácido – 12/02/09.....	94
Tabela 3.29 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada Faixa de pH alcalino – 13/02/09.....	95

Tabela 3.30 – Média das temperaturas ambiente: indústria farmacêutica.	96
Tabela 3.31 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada: Faixa de pH alcalino – indústria alimentícia 01.....	100
Tabela 3.32 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada: Faixa de pH ácido – indústria alimentícia 01.....	101
Tabela 3.33 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada: Faixa de pH alcalino – indústria alimentícia 02.....	105
Tabela 3.34 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada: Faixa de pH ácido – indústria alimentícia 02.....	106
Tabela B.1 – Resultados das amostras coletadas no dia 27/01/09.....	122
Tabela B.2 – Resultados das amostras coletadas no dia 10/02/09.....	122
Tabela B.3 – Resultados das amostras coletadas no dia 12/02/09.....	123
Tabela B.4 – Resultados das amostras coletadas no dia 03/03/09.....	123
Tabela B.5 – Resultados das amostras coletadas no dia 04/03/09.....	124
Tabela F.1 – Dados de acompanhamento dos testes de respirometria.....	137

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	17
1	REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
1.1	Processo de lodos ativados.....	21
1.2	Microorganismos dos lodos ativados.....	23
1.3	Fatores que influenciam no desempenho do processo.....	30
1.3.1	Fatores nutricionais.....	31
1.3.2	Fatores físicos e químicos.....	32
1.4	Respirometria.....	36
2	METODOLOGIA.....	39
2.1	Introdução.....	39
2.2	Coleta e transporte dos lodos ativados utilizados nos experimentos.....	45
2.3	Implantação e partida do reator biológico em escala piloto (Reator de Manutenção).....	48
2.4	Preparação do Reator Teste e realização dos testes de respirometria.....	51
2.5	Relação dos equipamentos, materiais e reagentes utilizados na fase experimental.....	60
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
3.1	Introdução.....	63
3.2	Avaliação do comportamento dos lodos ativados nas condições normais de operação.....	64
3.2.1	Lodo ativado da indústria farmacêutica.....	64
3.2.2	Lodo ativado da indústria alimentícia 01.....	80
3.2.3	Lodo ativado da indústria alimentícia 02.....	85
3.2.4	Análise comparativa do comportamento dos três lodos ativados nas condições normais de operação.....	89
3.3	Avaliação do comportamento dos lodos ativados nas condições de pH variáveis.....	92

3.3.1	Lodos ativados da indústria farmacêutica.....	92
3.3.2	Lodos ativados da indústria alimentícia 01.....	99
3.3.3	Lodos ativados da indústria alimentícia 02.....	104
3.4	Análise comparativa dos testes de respirometria realizados com os diferentes lodos ativados em condições de pH variáveis.....	108
4	CONCLUSÃO.....	110
	REFERÊNCIAS.....	113
	APÊNDICE A - Fluxogramas de Processo.....	117
	APÊNDICE B - Resultados dos ensaios laboratoriais.....	121
	APÊNDICE C - Memorial de Cálculo.....	125
	APÊNDICE D - Gráficos dos testes de respirometria Testes-Controle.....	129
	APÊNDICE E - Gráficos dos testes de respirometria pH variável	132
	APÊNDICE F - Análises Comparativas.....	136
	APÊNDICE G - Planilhas de acompanhamento de lodo.....	138
	APÊNDICE H - Planilhas de acompanhamento dos estudos de bancada e testes de respirometria.....	144

INTRODUÇÃO

O crescimento da poluição dos corpos hídricos tem levado o Estado a adotar leis mais restritivas para o controle do descarte de efluentes líquidos industriais e o mercado consumidor a exigir indústrias mais eficientes na gestão dos recursos naturais. Nesse cenário, as indústrias são forçadas a optar, cada vez mais, por sistemas de tratamento que garantam efluentes de boa qualidade e por processos produtivos mais eficientes, que demandem um menor consumo de recursos naturais e que gerem menos resíduos.

É nesse contexto que a utilização de sistemas de tratamento de efluentes industriais, através de processos biológicos, em especial o sistema de lodos ativados, tem crescido em todo o mundo. A utilização extensiva do sistema de lodos ativados, nas duas últimas décadas, propiciou um maior conhecimento de suas aplicabilidades, contribuindo para o crescimento da sua utilização como solução no tratamento de efluentes de diferentes tipos de indústrias.

Seja através de sua forma original, seja nas suas formas modificadas (convencional, mistura completa, aeração prolongada, etc.), os lodos ativados têm sido utilizados associados a processos físico-químicos ou a outros sistemas biológicos (anaeróbios e facultativos).

O esquema básico da etapa biológica de um sistema de lodos ativados está apresentado na **Figura 1**.

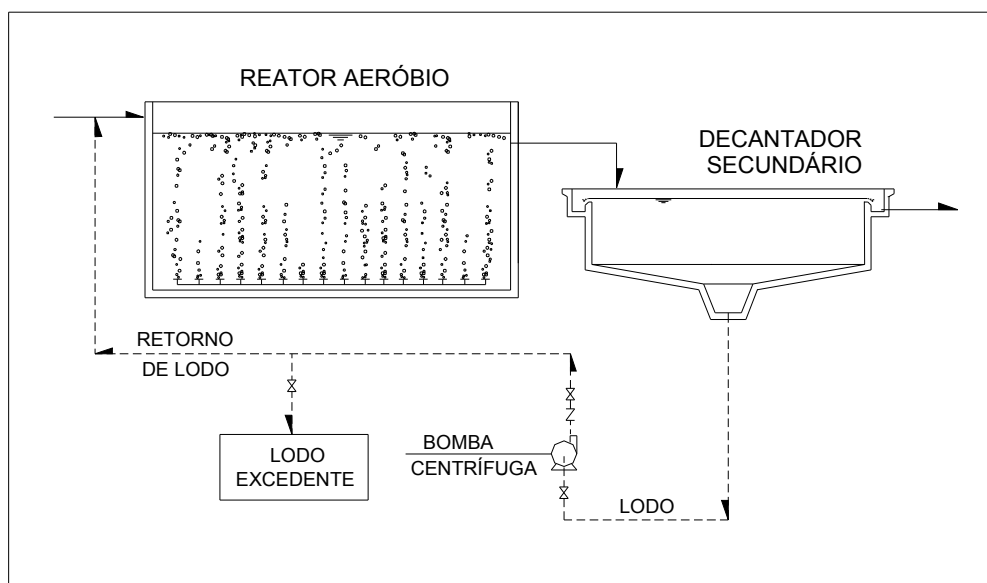


Figura 1 – Esquema básico da etapa biológica do sistema de lodos ativados

Dentre as principais características do sistema de lodos ativados estão a elevada qualidade de seus efluentes e a relativa estabilidade de seu funcionamento, associado a um elevado nível de mecanização e à demanda por um controle operacional especializado.

No que se refere à aplicabilidade do sistema de lodos ativados no tratamento de efluentes industriais e, considerando ser um sistema biológico de tratamento, algumas características dos efluentes a serem tratados podem influenciar na estabilidade do processo, como por exemplo, a presença de OG, de compostos tóxicos, o seu pH, a sua carga orgânica, a ausência de nutrientes e micronutrientes, a temperatura, entre outros.

Acompanhando o atual cenário de utilização do processo de lodos ativados no tratamento de efluentes industriais, a presente pesquisa proporciona um maior entendimento sobre os fatores que influenciam na estabilidade do processo, mais especificamente no que se refere à influência da variação brusca do pH na respiração de lodos ativados.

Os estudos foram realizados com lodos ativados de três Estações de Tratamento de Efluentes Industriais (ETEI's), que operam sob a supervisão da empresa TECMA Tecnologia em Meio Ambiente LTDA, sendo estes submetidos a variações bruscas de pH em laboratório, para que pudesse ser observada a influência desta variação na respiração dos lodos ativados, através de ensaios de respirometria.

A respirometria é a leitura do consumo de oxigênio dissolvido na mistura lodo/afluente, em tempo real, através de equipamento medidor de Oxigênio Dissolvido (OD), conhecido por Oxímetro. Os ensaios de respirometria vêm sendo utilizados de forma crescente, principalmente no controle operacional de Estações de Tratamento de Efluentes Industriais, tendo em vista a rapidez na obtenção de resultados, possibilitando identificar, por exemplo, possíveis cargas tóxicas afluentes aos sistemas de tratamento, o que contribuiu para uma maior agilidade na tomada de decisões e, conseqüentemente, na manutenção da boa eficiência dos sistemas de lodos ativados.

Para a realização deste estudo, foi implantado e mantido em operação um tanque de aeração em pequena escala, projetado para uso como reator de bancada em estudos de tratabilidade.

O presente estudo teve como objetivos gerais e específicos:

Objetivo Geral

Avaliar a influência da variação do pH na respiração de lodos ativados através de ensaios de respirometria.

Objetivos Específicos

- identificar organismos que compõem os lodos ativados;
- praticar o ensaio de respirometria no monitoramento de lodos ativados;
- contribuir para a utilização de testes de respirometria como ferramenta para operação de lodos ativados;
- verificar os valores limites de pH para lodos específicos;
- verificar a formação de espuma em lodos ativados e a sua relação com a variação do pH;
- contribuir para uma melhor operação de ETEI's de lodos ativados.

No capítulo 1, são apresentadas informações relativas ao processo de lodos ativados, coletadas dos diversos referenciais teóricos, tratando da composição microbiológica dos lodos ativados, de fatores que influenciam na eficiência do processo, especialmente no que se refere à influência da variação do pH no metabolismo biológico, além de informações referentes à avaliação e controle de sistemas de lodos ativados.

No capítulo 02, é apresentada toda a metodologia de trabalho adotada para o desenvolvimento do presente estudo, sendo descritas as atividades realizadas durante a fase experimental do estudo, tais como:

- a) coleta do lodo ativado das ETEI's e transporte até o local dos experimentos;
- b) implantação e partida do reator biológico em escala piloto (Reator de Manutenção);
- c) preparação do Reator Teste e realização dos testes de respirometria.

No capítulo 03, são apresentados e discutidos os resultados dos 36 (trinta e seis) testes de respirometria, além daqueles ensaios realizados durante o desenvolvimento da pesquisa. Inicialmente foi avaliado o comportamento dos lodos ativados nas condições normais de operação e, por último, o comportamento dos lodos ativados nas condições de pH variáveis. Os resultados dos testes foram representados através de gráficos de OD (oxigênio dissolvido) x tempo, e TCO (taxa de consumo de oxigênio) x tempo.

No capítulo 04, foi feito um breve histórico deste estudo, para então serem apresentadas as conclusões. Ao final, objetivando contribuir para a evolução do conhecimento do processo de lodos ativados no tratamento de efluentes industriais, foi recomendado o desenvolvimento de novos estudos.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. Processo de lodos ativados

O processo de lodos ativados fundamenta-se no controle do crescimento de bactérias através da recirculação do lodo produzido no sistema, de modo a manter a maior concentração possível de micro-organismos ativos no reator aerado (Campos, 1994). A permanência dos micro-organismos no sistema garante a elevada eficiência dos sistemas de lodos ativados, já que a biomassa tem tempo suficiente para metabolizar praticamente toda a matéria orgânica dos esgotos (Von Sperling, 1997). Esses micro-organismos, mantidos sob aeração, formam flocos que podem ser removidos por sedimentação. Parte do lodo é recirculada para o reator aeróbio e parte, descartada para posterior tratamento (Van Haandel & Marais, 1999).

Os tratamentos biológicos de esgotos e efluentes industriais têm como objetivo remover a matéria orgânica dissolvida e em suspensão, através da transformação desta em sólidos sedimentáveis (flocos biológicos), ou gases (RAMALHO, 1991).

As reações que ocorrem no processo de lodos ativados podem ser resumidas como segue (Eckenfelder, W.W., 1970):

- a) remoção inicial de sólidos em suspensão e coloidais por aglomeração física, floculação e por absorção dentro dos flocos biológicos. A fração orgânica é, então, decomposta por processo biológico aeróbio, resultando, pela oxidação, os produtos finais (CO_2 , H_2O) e, pela síntese, novos micro-organismos;
- b) remoção mais lenta da matéria orgânica solúvel da solução pelos micro-organismos, resultando, pela oxidação, os produtos finais (CO_2 e H_2O), e, pela síntese, novos micro-organismos;
- c) quando condições adequadas existem no sistema, também ocorrerá a nitrificação. Esta é uma reação em dois estágios: inicia com a oxidação de amônia a nitrito e posterior oxidação a nitrato

(quando a nitrificação ocorre no tanque de aeração, desnitrificação pode ocorrer na unidade de separação dos sólidos, se aí ocorrerem condições anóxicas);

- d) oxidação das células biológicas para os produtos finais: CO_2 , H_2O , NH_3 e fósforo. Um resíduo orgânico permanecerá, mesmo após longo período de aeração.

Uma vez que o processo de lodos ativados é bastante flexível e pode ser adaptado para tratar uma grande variedade de efluentes, com poluentes predominantemente de origem orgânica, diferentes tipos do processo já foram desenvolvidos. As diversas variações do processo de lodos ativados e parâmetros de projeto e operação para cada uma das variantes do processo estão apresentadas na **Tabela 1.1**.

Tabela 1.1 - Parâmetros de projeto e operação de processos de lodos ativados (adaptado de Mendonça, 2002)

Processo	Redução da DBO (%)	TDH (h)	RNFV (mg/L)	Idade do lodo (dia)	A/M Kg DBO/KgRNFV	Qr (%)
Convencional	85 – 95	4 – 8	1.500 – 3.000	5 – 15	0,25 – 0,50	25 – 75
Aeração prolongada	93 - 98	18 – 36	3.000 – 6.000	18 – 30	0,07 – 0,15	50 – 150
Mistura completa	85 – 95	3 – 5	2.500 – 4.000	5 – 15	0,2 – 0,6	25 – 100
Valo de oxidação	75 – 95	8 – 36	3.000 – 6.000	10 – 30	0,05 – 0,3	75 – 150
Oxigênio puro	85 – 95	1 – 3	3.000 – 5.000	3 – 10	0,25 – 1,0	25 – 50

(TDH: tempo de detenção de carga hidráulica; RNFV: resíduo não filtrável volátil; A/M: relação alimento/micro-organismo; Qr: taxa de recirculação do lodo)

A boa qualidade do efluente final é a principal característica positiva do sistema de lodos ativados e a razão de sua ampla utilização no tratamento de esgotos sanitários. No entanto, esse sistema apresenta limitações do ponto de vista

econômico, devido aos altos custos de implantação, operação e manutenção e à elevada produção de lodo, que ocorre pela formação de biomassa (Van Haandel & Marais, 1999).

Através do processo de lodos ativados, é possível obter um efluente com baixa concentração de matéria orgânica, alcançando eficiência de redução da DBO entre 85 e 95%, para o sistema convencional, e entre 93 e 98%, para o sistema de aeração prolongada (Von Sperling, 2002).

Segundo Metcalf & Eddy (1991), os objetivos do tratamento biológico de águas residuárias são alcançados pela ação de diversos micro-organismos, principalmente as bactérias.

1.2. Micro-organismos dos lodos ativados

Apesar de as bactérias serem os principais micro-organismos que degradam o despejo orgânico, as atividades metabólicas de outros micro-organismos são também importantes no sistema de lodos ativados, que possui uma população de micro-organismos característica, composta por bactérias, fungos, protozoários e metazoários.

- Bactérias

Segundo Braile & Cavalcanti (1993), as bactérias podem ser consideradas como base do floco do lodo ativado, tanto estrutural como funcionalmente e são universalmente presentes no processo de lodos ativados. As bactérias mais frequentes são: *Pseudomonas*, *Zoogloa*, *Schromobacter*, *Flavobacterium*, *Nocardia*, *Bdellovibrio*, *Mycobacterium*, *Klebscella* e bactérias nitrificantes como *Nitrossomas* e *Nitrobacter* (CETESB, 2000, Gauthier, 2000).

A composição da comunidade bacteriana depende da qualidade do substrato e das condições ambientais do tanque de aeração. As bactérias filamentosas, por exemplo, são predominantes em sistemas com escassez de nutrientes, baixa concentração de OD, baixa carga orgânica, elevada concentração de compostos de baixa massa molar, presença de compostos reduzidos de enxofre, baixo pH, dentre outros (Jenkins et al., 1993; Eikelboom, 2000).

Dentre as bactérias filamentosas, a *Sphaerotilus natans* é a mais comumente encontrada em lodos ativados. Outras espécies também podem estar presentes, como *Thiothrix*, *Beggiatoa* e *Nocardia* (CETESB, 1989). Segundo Tomei et al. (1999), a ocorrência de *Thiothrix* em sistemas de lodos ativados pode estar relacionada com a presença de ácidos orgânicos de cadeia curta e de sulfetos. *Thiothrix* tem a capacidade de crescer autotrófica, heterotrófica ou mixotroficamente, o que sugere ter essa bactéria vantagem importante na competição bacteriana. A **Figura 1.1** apresenta a microfotografia ótica da *Beggiatoa*, observada em uma amostra de lodos ativados.



Figura 1.1 – Microfotografia ótica de *Beggiatoa*, em amostra de lodos ativados (Gerardi, 2006)

Em sistemas de lodos ativados, quando organismos filamentosos dominam a competição entre as espécies, é formada uma microestrutura filamentosa, reduzindo a sedimentabilidade dos flocos. Esse fenômeno, conhecido como intumescimento ou *bulking* do lodo, é um problema complexo que atinge de 20 a 40% das estações de tratamento (Pujol & Canler, 1992). Os micro-organismos filamentosos também podem causar formação de espuma em sistemas biológicos.

Os principais efeitos de *bulking* e formação de espuma em ETEs italianas, investigados por Madoni et al. (2000), foram:

- a) deterioração na qualidade do efluente, devido à perda de lodo;
- b) dificuldade de recirculação do lodo devido ao aumento de volume do mesmo;
- c) dificuldade de manter adequada concentração de lodo no tanque de aeração.

- Fungos

Segundo Branco (1986), Tortora *et al.* (1998) e Madigan *et al.* (2000), Os gêneros de fungos mais observados nos lodos ativados são: *Fusarium*, *Geotrichoides*, *Oospora*, *Phoma*, *Pullularia* e *Sporotrichum* e vários gêneros carnívoros, tais como *Zoophagus* *Arthrobotrys* e outros. Os fungos são organismos eucariontes unicelulares ou multicelulares, não-fotossintéticos e heterótrofos, em sua maioria, aeróbios estritos. A reprodução pode ser sexuada ou assexuada, realizada normalmente pela formação de esporos ou de conídios. Muitas espécies podem crescer em ambientes extremos de pH ou elevada temperatura.

De acordo com Metcalf & Eddy (1991), o pH ideal para a maioria das espécies é de 5,6; porém, o extenso intervalo de variação situa-se entre 2 e 9.

Os fungos ocorrem especialmente em condições não usualmente verificadas no processo de lodos ativados, tais como, pH baixo e efluente deficiente em nitrogênio. Sob essas condições, os fungos podem dominar a comunidade de micro-organismos e serem os maiores responsáveis pelo tratamento. Para a estabilização da matéria orgânica, são tão eficientes quanto as bactérias, mas sua presença como organismos predominantes pode causar intumescimento do lodo (Figura 1.3) e dificultar a sua separação do líquido no decantador secundário. Dentre os mais encontrados, destaca-se o gênero *Geotrichum* (CETESB, 1989).

A **Figura 1.2** apresenta a microfotografia ótica de fungos filamentosos presentes em lodos ativados.

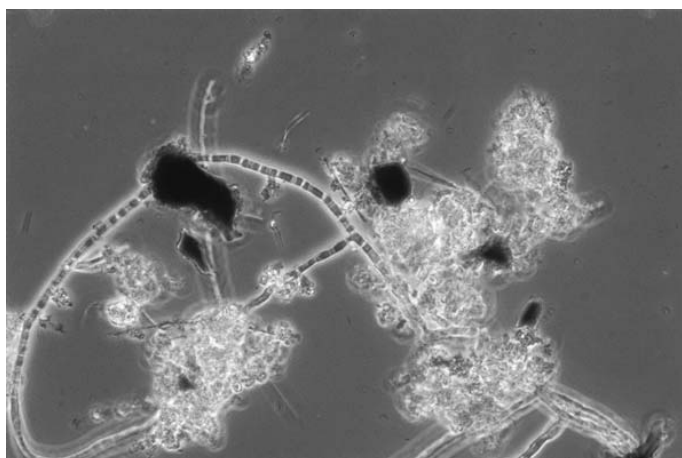


Figura 1.2 - Fungos filamentosos em lodo ativado decorrente de baixo pH do meio ou deficiência de nutrientes (Gerardi, 2006)

- Protozoários

Os protozoários (segundo grupo mais numeroso após as bactérias) são divididos entre ciliados, flagelados e amebas, além de micrometazoários (anelídeos, rotíferos, nematóides e tardígrados). Estes atuam como polidores do efluente, consumindo bactérias dispersas que não floculam e flocos biológicos de partículas que não sedimentam, cuja presença é um indicativo das condições de depuração do sistema (CETESB, 2000, Gauthier, 2000).

Os protozoários, frequentemente encontrados no sistema de lodos ativados são dos gêneros *Paramecium*, *Vorticella*, *Bodo*, *Amoeba*, dentre outros (CETESB, 1989). Segundo WEF (1990), aproximadamente 5% da biomassa de sistema de lodos ativados é constituída por protozoários e metazoários, que representam cerca de 50.000 organismos/mL.

De acordo com Nicolau *et al.* (2001), a caracterização da comunidade de protozoários, presentes no tanque de aeração do sistema de lodos ativados, é uma ferramenta bastante útil para monitoramento do tratamento biológico de esgoto.

A classificação taxonômica dos protozoários, segundo CETESB (1989), é descrita a seguir:

. Filo Protozoa:

Classe Ciliata: ciliados livres e pedunculados;

Classe Mastigophora: flagelados;

Classe Sarcodina (rizópodes): amebas e tecamebas.

A predominância de ciliados pedunculados (fixos) e ciliados livres indica boas condições de depuração do sistema, operação estável e formação de flocos com boas características de sedimentabilidade (CETESB, 1989 e Jenkins *et al.*, 1993).

As **Figuras 1.3, 1.4 e 1.5** apresentam a microfotografia ótica de ciliados presentes em lodos ativados.



Figura 1.3 – Microfotografia ótica de ciliados livres em amostra de lodos ativados (Gerardi, 2006)



Figura 1.4 - Microfotografia ótica de ciliados fixos em amostra de lodos ativados (Gerardi, 2006)

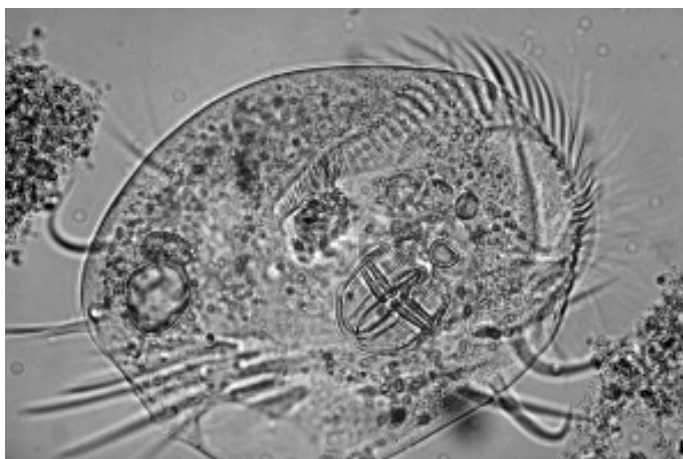


Figura 1.5 – Microfotografia ótica de ciliados rastejantes em amostra de lodos ativados (Gerardi, 2006)

Os flagelados são caracterizados por apresentar um ou mais flagelos. Sua predominância indica quantidade elevada de matéria orgânica solúvel (Jenkins *et al.*, 1993).

A **Figura 1.6** apresenta a microfotografia ótica de um flagelado presente em amostra de lodos ativados.

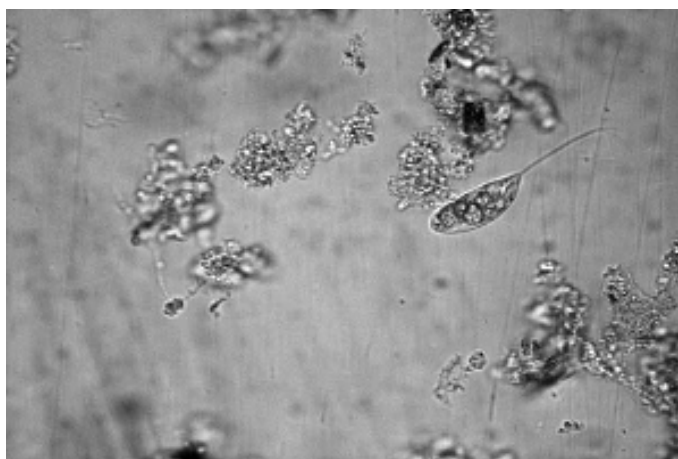


Figura 1.6 – Microfotografia ótica de flagelados em amostra de lodos ativados (Gerardi, 2006)

As amebas e tecamebas crescem em ambientes com matéria orgânica particulada e toleram baixas concentrações de oxigênio dissolvido (Jenkins *et al.*, 1993).

A **Figura 1.7** apresenta a microfotografia ótica de amebas presente em amostra de lodos ativados.

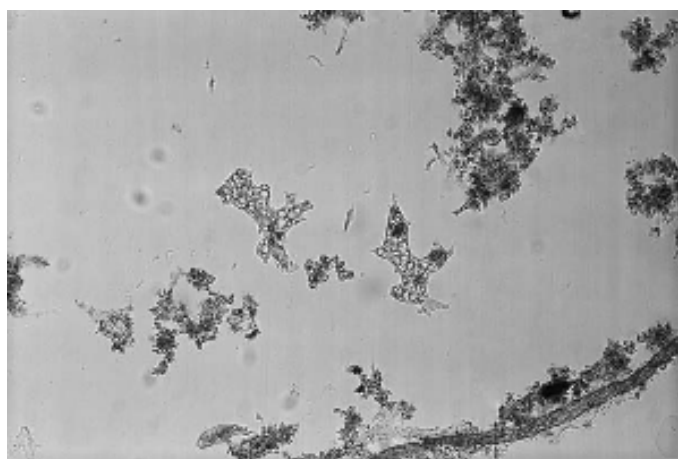


Figura 1.7 – Microfotografia ótica de amebas em amostra de lodos ativados (Gerardi, 2006)

- Metazoários

Os metazoários mais frequentes no processo de lodos ativados são os rotíferos, organismos aeróbios, heterótrofos e multicelulares. São muito eficientes no consumo de bactérias dispersas ou aderidas a flocos e de pequenas partículas de matéria orgânica. Sua presença no efluente final indica processo aeróbio de purificação biológica muito eficiente (Metcalf & Eddy, 1991).

A **Figura 1.8** apresenta a microfotografia ótica de um rotífero presente em amostra de lodos ativados.

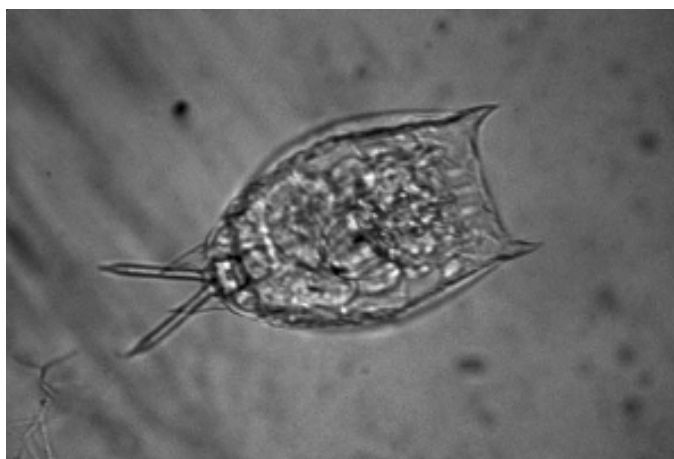


Figura 1.8 – Microfotografia de um rotífero em amostra de lodos ativados (Gerardi, 2006)

Os nematóides são metazoários regularmente encontrados em sistema de lodos ativados com baixa carga orgânica e com alta idade do lodo. Até o ano de 2000, segundo Eikelboom, ainda não se sabia se os nematóides podiam ser utilizados como indicadores das condições do processo de lodos ativados, porém, em estudo realizado por Bento (2005), esses metazoários, embora pouco frequentes, foram relacionados a uma melhora na qualidade do efluente, no que se refere ao parâmetro DBO.

A **Figura 1.9** apresenta a microfotografia ótica de um nematóide presente em amostra de lodos ativados.



Figura 1.9 – Microfotografia de um nematoide em amostra de lodos ativados (Gerardi, 2006)

Os anelídeos são os metazoários menos frequentes em lodos ativados (Branco, 1986).

A presença da microfauna é um importante indício de funcionamento do processo, sendo um bom indicador biológico. A observação quantitativa e qualitativa da microfauna vem sendo utilizada há anos como controle do processo de lodos ativados.

1.3. Fatores que influenciam no desempenho do processo

O desempenho do processo de lodos ativados está diretamente relacionado aos fatores que influenciam no crescimento da microfauna, que compõem seu lodo. Segundo Gerardi (1986), esses fatores podem ser nutricionais, físico ou químicos.

Os fatores nutricionais incluem a variabilidade de substrato e nutrientes (alimento), estando assim relacionados às características do efluente a ser tratado. Os fatores físicos incluem pH, alcalinidade, temperatura e disponibilidade de oxigênio, estando relacionados não só às características do efluente e ser tratado, como também às características de clima e às características do sistema de aeração, responsável pela disponibilização de oxigênio ao lodo ativado (reator). Outro fator que influencia no crescimento da microfauna do lodo ativado e, conseqüentemente, na estabilidade do processo, é a presença de substâncias inibidoras no efluente a ser tratado além de seu grau de toxicidade.

1.3.1. Fatores nutricionais

De acordo com Branco (1986), a qualidade do efluente a ser tratado é de grande importância à população de lodo. Em geral, ocorre competição entre os diferentes micro-organismos pela disponibilidade de nutrientes, e a composição dos flocos biológicos depende do resultado dessa competição. Pelo substrato, ela ocorre sempre que um determinado meio constitui substrato favorável ao desenvolvimento de vários tipos de micro-organismos diferentes. No entanto, quando existe uma condição desfavorável, aqueles que apresentam características capazes de sobreviver a ela passam a dominar sobre os outros.

Há uma grande variedade de compostos orgânicos que podem ser assimilados por uma diversidade de micro-organismos. Alguns deles são tipicamente onívoros, enquanto outros são mais especializados quanto às exigências nutricionais. Quando mais de um grupo de micro-organismos compete pelo mesmo substrato, aquele que estabilizar a matéria orgânica mais completamente ou com maior produção de energia predominará sobre o outro (Horan, 1990).

Já em 1957, Engelbrecht e McKinney publicaram resultados de pesquisa, na qual foram desenvolvidos lodos biológicos pela utilização de diferentes compostos orgânicos como substrato. Concluíram que os lodos desenvolvidos em compostos orgânicos estruturalmente similares, enquanto aqueles desenvolvidos com o uso de compostos orgânicos estruturalmente diversos, apresentaram-se morfologicamente diferentes. Pentose, xilose e arabinose geram flocos densos similares, enquanto hexose, glucose e frutose, flocos dominados por tipos filamentosos longos, gerando lodo intumescido.

Existem indicações fortes de que compostos orgânicos solúveis simples, os quais são prontamente metabolizados pela maioria dos micro-organismos, favorecem o crescimento de bactérias filamentosas, enquanto compostos complexos não solúveis, os quais necessitam ser hidrolisados antes de serem metabolizados, favorecem o crescimento de organismos que formam lodos com boas características de sedimentabilidade. Um fato totalmente aceito pelos pesquisadores é que efluentes que contêm grandes quantidades de carboidratos favorecem o crescimento excessivo de micro-organismos filamentosos

(*Sphaerotilus* é o mais frequentemente citado) produzindo um lodo ativado altamente intumescido (Pipes, W.O., 1967).

Além do substrato orgânico, os micro-organismos dos lodos ativados necessitam de elementos inorgânicos para a sua reprodução, tais como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro e traços de outros elementos.

Quantidades insuficientes de nitrogênio e fósforo têm sido apresentadas como uma das causas do intumescimento filamentososo do lodo. A relação aproximada DBO:N:P:100:5:1 é normalmente apresentada como a mínima desejada para o desenvolvimento de um lodo ativado adequado, embora a relação DBO:N:P:150:5:1 seja também considerada satisfatória (Barnard, J.L., 1978).

Os esgotos domésticos se apresentam sempre com quantidades de nitrogênio e fósforo em excesso, do requerido para os micro-organismos do lodo ativado assimilarem toda a matéria orgânica presente no líquido. Porém, muitos despejos industriais são deficientes em relação a esses nutrientes. Deve-se, nesses casos, adicionar ao despejo as quantidades adequadas de nitrogênio e fósforo.

1.3.2. Fatores físicos e químicos

- **pH e Alcalinidade**

O pH, no tanque de aeração, tem grande influência no tipo de micro-organismo que crescerá no lodo ativado. Segundo Sobrinho (1983), os flocos considerados desejáveis ao processo de lodos ativados são observados apenas na faixa de variação do pH de 6 a 9.

Segundo Metcalf & Eddy (1991), a maioria das bactérias não tolera pH acima de 9,5 ou menor que 4,0, sendo a faixa de pH ótimo compreendida entre 6,5 e 7,5 para o crescimento bacteriano.

Existem três grupos de bactérias que podem tolerar determinadas condições de acidificação e alcalinização do meio. Esses grupos incluem as *acidophiles*, *neutrophiles*, e *alkalinophiles* (Gerardi, 1986). As *acidophiles* crescem com valores de pH abaixo de 5,4. *Thiobacillus* e *Sulfolobus* crescem com valores de pH igual a 2, e muitos fungos preferem valores abaixo de 5. *Neutrophiles* crescem com valores de

pH entre 5.4 e 8.5. A maioria das bactérias que atuam no tratamento biológico de efluentes são *neutrophiles*. Os organismos *alkalinophiles* crescem com valores de pH entre 7 e 11,5. As bactérias nitrificantes, *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, são *alkalinophiles*.

No trabalho apresentado por Ferreira no XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental (2000), referente à cinética química e fundamentos dos processos de nitrificação e desnitrificação biológica, é abordado o efeito do pH e da alcalinidade no funcionamento de um reator biológico. Segundo o autor, tem sido mostrado que, em um reator biológico, numa faixa de pH de 5 a 8, o pH de equilíbrio deste reator será governado pela quantidade de CO_2 e alcalinidade presentes no sistema.

No mesmo estudo, Ferreira mostra que as condições de pH dos reatores biológicos tem um efeito significativo na taxa de nitrificação. Uma larga faixa de pH tem sido relatada como adequada. Quando o pH move-se para o lado ácido, declina a taxa de oxidação da amônia. Tal tendência mostra-se verdadeira tanto em culturas aclimatadas como nas não aclimatadas. O efeito do pH mostra-se mais como inibitório do que como tóxico, em pH menor que 6, embora muitos pesquisadores afirmem que, nestas situações, o ácido nitroso é tóxico tanto às *Nitrosomonas* como as *Nitrobacter*.

Segundo Eckenfelder & Musterman (1995), o processo de lodos ativados funciona melhor numa faixa de pH entre 6,5 a 8,5 e a neutralização do efluente a ser tratado pode ser exigido, quando o seu pH estiver fora dessa faixa. Há exceções, porém, em que muito efluentes alcalinos ou ácidos não exigem o ajuste do pH para que o tratamento por lodos ativados seja eficaz. Nos processos de mistura completa, íons hidroxila (OH^-) reagem com o dióxido de carbono (CO_2), produzido pela respiração microbiana, gerando íons carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-), criando um sistema tampão a um pH próximo de 8,0. Como regra geral, 0,5 grama de carbonatos e bicarbonatos será consumida por cada 1 grama de DBO removida no processo. O consumo de carbonato e bicarbonato reflete na redução da alcalinidade, medida nessas formas. É conveniente notar, no entanto, que a quantidade de alcalinidade, e não o pH real do efluente, determina o grau de neutralização exigido.

De acordo com Braile & Cavalcanti (1993), o pH é a “face externa” das condições alcalinas ou ácidas de um despejo. O que o pH não mede é a “face interna” do despejo, ou seja, as suas reservas ácidas ou alcalinas. Dois despejos de origens diferentes e com o mesmo pH, podem necessitar de quantidades diferentes de um álcalis ou ácido para alcançar um pH neutro. Essa condição muitas das vezes é causada por substâncias denominadas “tampões” que propiciam reservas alcalinas ou ácidas, sem indicação ou influência no pH.

Ainda segundo Braile, o pH é de grande importância para o controle de todos os tipos de tratamentos de efluentes. Nos tratamentos biológicos o pH ótimo situa-se na faixa de 6 a 9.

Efluentes biodegradáveis deixados envelhecer tem, em geral, seu pH baixado quando na presença de micro-organismos. No tratamento biológico aeróbio, geralmente, o pH se desloca para a faixa de pH alcalino, funcionando como indicador de bom funcionamento do sistema. Nos digestores anaeróbios, o pH também funciona como indicador de bom funcionamento do sistema. A digestão inicia-se na faixa de pH ácido evoluindo naturalmente para a faixa alcalina, aí permanecendo. O seu retorno à faixa ácida indica problemas no funcionamento do sistema, como por exemplo, presença de elementos tóxicos, sobrecarga no digestor, descarga excessiva de lodo digerido, etc. (Braile, 1993).

Eckenfelder & Musterman (1995), observou em alguns efluentes de indústria têxtil com pH 10, ou maior, a neutralização dos lodos ativados do tanque de aeração para valores de pH próximos de 8,0, devido a produção CO_2 pela respiração microbiana. Efeito similar ocorreu em efluentes com pH elevado, tratados com cal, a um pH entre 10 e 11, para a remoção de fósforo e/ou metais.

Efluentes de indústria de refrigerantes com pH entre 11 e 12 também são tratados com êxito em processos de lodos ativados, sendo o pH do tanque de aeração tamponado em valores de pH próximos de 8.2.

Do mesmo modo, os ácidos orgânicos são biologicamente oxidados em CO_2 e água, sendo o CO_2 empurrado para a atmosfera através do sistema de aeração, até atingir a sua concentração de equilíbrio, reduzindo assim a acidez do meio. Efluentes gerados a partir da produção de fibras sintéticas e de indústrias químicas contendo ácido acético e com um pH inferior a 4,0, foram tratados com êxito em um processo de lodos ativados (mistura completa) sem pré-neutralização (Eckenfelder & Musterman, 1995).

Já em 1967, Pipes observou que baixos valores de pH, provocados por uma carga de choque, devido a uma momentânea variação do afluente ao tanque de aeração, causam a defloculação. Porém, quando o pH é mantido baixo no tanque de aeração por longos períodos de tempo, observa-se a produção de um lodo composto de quase que totalmente por organismos filamentosos, com más características de sedimentabilidade.

Os problemas operacionais que podem ocorrer na unidade de tratamento biológico, operando com pH abaixo de 6,8, incluem os seguintes (Gerardi, 1986),:

- decaimento da atividade enzimática;
- incremento na produção de gás sulfídrico (H_2S);
- inibição da nitrificação;
- interrupção da formação de flocos biológicos;
- crescimento de fungos filamentosos.

Os problemas operacionais que podem ocorrer na unidade de tratamento biológico, operando com pH acima de 7,2, incluem os seguintes:

- decaimento da atividade enzimática;
- incremento na produção de amônia (NH_3);
- inibição da nitrificação;
- interrupção da formação de flocos biológicos;

- ***Temperatura***

Segundo Von Sperling (1997), a temperatura tem uma grande influência no metabolismo microbiano, afetando as taxas de oxidação das matérias carbonácea e nitrogenada. Em termos gerais, a temperatura aumenta a taxa das reações químicas e biológicas. Para as reações químicas, pode-se considerar que, em regras gerais, a velocidade de reação dobra para cada aumento de 10 °C na temperatura do meio, proporcionado pelo incremento do contato entre as moléculas dos reagentes. Nas reações biológicas, a tendência do aumento das taxas mantém-se até uma certa temperatura ótima, quando então começa a decrescer, devido à destruição de enzimas, nas temperaturas mais elevadas (Sawyer & Mc Carty,

1978). A faixa de temperatura torna-se importante por ser um fator seletivo da biomassa.

Von Sperling diz também que a temperatura e a taxa de reação podem ser expressas através da Lei de Arrhenius, empiricamente modificada por Streeter – Phelps, conforme mostra a Equação 1:

$$K_T = K_{20} \times \theta^{(T-20)} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

K_T = coeficiente de reação a uma temperatura T (dia^{-1});

K_{20} = coeficiente de reação a uma temperatura de 20°C (dia^{-1});

θ = coeficiente de temperatura;

T = temperatura do meio ($^\circ\text{C}$).

A equação é normalmente utilizada na faixa de temperatura de 4 a 30°C , definida como faixa mesofílica, na qual a maioria dos sistemas aeróbios está enquadrada.

Segundo Eckenfelder (1980), a influência da temperatura diminui com a idade do lodo, não sendo de grande influência para sistemas com elevadas idades do lodo, tais como a aeração prolongada. Comparando o sistema de lodos ativados com outros processos de tratamento, o de lodos ativados é menos sensível à temperatura, pelo fato de que uma grande parte da matéria orgânica presente na forma de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) em suspensão é removida fisicamente por adsorção no floco, o que independe da temperatura.

1.4. Respirometria

Nos sistemas de lodos ativados, principalmente quando aplicados ao tratamento de esgotos sanitários, tendo em vista a relação entre o consumo de oxigênio e o comportamento do sistema, a taxa de respiração é uma importante ferramenta para o controle do processo e para a identificação de interferentes que possam comprometer sua eficiência. Segundo Haandel e Marais (1999), a utilização do material orgânico pelas bactérias pode ocorrer de duas maneiras: a) anabolismo,

a conversão de material orgânico em massa bacteriana; e b) catabolismo, o consumo de oxigênio para a oxidação de material orgânico e geração de energia necessária para o anabolismo. Os resultados do metabolismo são o crescimento do lodo ativado (micro-organismos) e o consumo de oxigênio, cuja velocidade pode ser medida a partir de medidas respirométricas. Nesse contexto, a respirometria, entendida como a medida da variação da concentração de oxigênio dissolvido - OD – ao longo do tempo de um reator (Spanjers *et al.*, 1998), pode significar uma alternativa complementar às análises de laboratório, uma vez que permite uma análise imediata dos processos metabólicos.

Durante os processos de tratamento de esgotos, a remoção do substrato e o crescimento da biomassa estão relacionados com a taxa de consumo de oxigênio, que pode fornecer informações sobre os componentes do esgoto e a cinética do processo de remoção e degradação de matéria biodegradável. As medidas respirométricas indicam o comportamento de determinada biomassa ao consumir o substrato presente no esgoto analisado. Havendo disponibilidade de substrato exógeno no meio, a taxa de retirada de oxigênio é composta por duas partes: taxa de respiração do substrato, que corresponde à retirada de oxigênio para degradação do substrato, e taxa de respiração do lodo (célula bacteriana), entendida como respiração endógena, conforme apresentado na Equação 2, a seguir.

$$r = r_s + r_{\text{end}} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

r = taxa de respiração total ($\text{mg.L}^{-1}.\text{h}^{-1}$);

r_s = taxa de respiração do substrato (exógena) ($\text{mg.L}^{-1}.\text{h}^{-1}$);

r_{end} = taxa de respiração endógena ($\text{mg.L}^{-1}.\text{h}^{-1}$).

De acordo com Spanjers *et al.* (1998), as medidas respirométricas podem ser executadas de três formas distintas, dependendo do tempo de medição: a) instantaneamente; b) medida em intervalos; e c) medidas executadas na forma de um respirograma. Na medida instantânea, a taxa de respiração é tomada tão logo se inicie o experimento, de forma que é determinada somente a condição inicial de

respiração. As medidas em intervalos restringem-se à determinação de uma taxa de respiração relevante em um período de tempo específico de experimento.

Os respirogramas, por sua vez, são representações gráficas da taxa de consumo de OD, ou taxa de respiração ($\text{mg.L}^{-1}.\text{h}^{-1}$), em função do tempo de medição, cujo comportamento permite indicar como a biomassa responde à presença de alimento. Observa-se, ao longo das medidas respirométricas, a contínua redução da taxa com que o oxigênio é utilizado. Esse declínio das taxas de respiração é causado pela diminuição do alimento disponível na mistura lodo/esgoto do reator. Dessa forma, não havendo mais respiração correspondente ao consumo de substrato (r_s), a única taxa a se desenvolver no sistema será a da respiração endógena.

As taxas de respiração são normalmente medidas por meio de equipamentos denominados de respirômetros. Ao longo dos anos, várias configurações de respirômetros foram sendo testadas e desenvolvidas, destacando-se desde as mais simples, operadas manualmente e usadas nas medidas de DBO, até as totalmente automatizadas que, em alguns casos, utilizam o próprio tanque de aeração da estação de tratamento de como a câmara de reação.

Segundo Spanjers *et al.* (1998), no que concerne às técnicas de medida respirométrica, essas se classificam segundo dois critérios: a) a fase em que a concentração de oxigênio é medida (gasosa ou líquida); e b) se há ou não entrada/saída de líquido ou gás no sistema (regime estático ou dinâmico). A operação dos respirômetros, por sua vez, pode ser classificada, de acordo com o tipo de reator empregado, em: 1) reatores de fluxo contínuo; 2) reatores em batelada; e c) reatores semi-contínuos.

Spanjers *et al.* (1998) apontam que, para fins de pesquisa, ainda prevalece o uso de equipamentos configurados como protótipos, desenvolvidos em escala de laboratório, e baseados, usualmente, em medidas da taxa de respiração a partir de sensores de OD.

2 METODOLOGIA

2.1 Introdução

Neste capítulo, estão descritos os procedimentos laboratoriais realizados durante a fase experimental deste estudo, assim como os materiais e métodos utilizados. Os experimentos foram realizados no laboratório TECMA Tecnologia em Meio Ambiente LTDA, localizada no município do Rio de Janeiro, laboratório este credenciado pelo INEA – Instituto Estadual do Ambiente sob o certificado CCL N° FE 012847 e acreditado pelo INMETRO sob o certificado CRL 0200.

O estudo consistiu em submeter o lodo ativado de 03 (três) Estações de Tratamento de Efluentes Industriais (ETEL's), que operam sob a supervisão da TECMA, a variações bruscas de pH em laboratório, para que pudesse ser observado a influência desta variação na respiração dos lodos ativados, através de testes de respirometria. Os critérios para a seleção das ETEL's foram à boa eficiência dos sistemas e as características dos seus afluentes.

As indústrias selecionadas possuem as seguintes tipologias:

- Indústria Farmacêutica;
- Indústria Alimentícia 01: produtora de margarinas e biscoitos;
- Indústria Alimentícia 02: produtora de pães e bolos.

As características das ETEL's estão descritas a seguir:

Indústria Farmacêutica:

- Vazão _{média}: 306 m³/d
- A/M _{média}: 0,12 Kg DQO / Kg RNFV.d
- RNFV _{médio}: 4.188 mg/L
- RNFT _{médio}: 6.037 mg/L
- Relação RNFV / RNFT: 0,69
- Eficiência (DQO) _{média}: 96,6 %

Na **Tabela 2.1**, constam as características do afluente e efluente da ETEI da indústria farmacêutica, tendo como base a média dos resultados dos parâmetros monitorados através do programa de monitoramento da ETEI da indústria.

Tabela 2.1 – Característica do afluente e efluente da indústria farmacêutica

PARÂMETROS	Afluente	Efluente
DBO, mg/L em O ₂	229	6
DQO, mg/L em O ₂	455	17
Detergentes (MBAS), mg/L	-	< 0,40
Índice de Fenóis, mg/L	-	< 0,10
Fósforo Total, mg/L em P	-	0,87
Materiais Sedimentáveis, mL/L	-	< 0,5
Nitrogênio Kjeldahl, mg/L em N-NKJ	-	2,48
Óleos e Graxas (SE), mg/L	-	< 6,0
pH	-	7,80
Resíduo Não Filtrável Total, mg/L	-	5
Sulfeto, mg/L em S ⁼	-	< 0,1
Unidade de Toxicidade para Peixes (Utp)	-	1
CENO, %	-	100

O fluxograma da ETEI da indústria farmacêutica consta no **Apêndice A** deste documento.

A **Figura 2.1** apresenta o aspecto do lodo da indústria farmacêutica.



Figura 2.1 – Vista do lodo da indústria farmacêutica sedimentado em um Béquer

Indústria Alimentícia 01: produtora de margarinas e biscoitos

- Vazão média: 104 m³/d
- A/M média: 0,47 Kg DQO / Kg RNFV.d
- RNFV médio: 2.534 mg/L
- RNFT médio: 3.246 mg/L
- Relação RNFV / RNFT: 0,78
- Eficiência (DQO) média: 99 %

Na **Tabela 2.2**, constam as características do afluente e efluente da ETEI da indústria alimentícia 01, tendo como base a média dos resultados dos parâmetros monitorados através do programa de monitoramento da ETEI da indústria.

Tabela 2.2 – Característica do afluente e efluente da indústria alimentícia 01

PARÂMETROS	Afluente	Efluente
DBO, mg/L em O ₂	1.743	8
DQO, mg/L em O ₂	3.113	32
Detergentes (MBAS), mg/L	-	< 0,40
Fósforo Total, mg/L em P	-	1,10
Materiais Sedimentáveis, mL/L	-	< 0,5
Nitrogênio Kjeldahl, mg/L em N-NKJ	-	3,90
Óleos e Graxas (SE), mg/L	-	< 6,0
pH	-	7,10
Resíduo Não Filtrável Total, mg/L	-	14
Unidade de Toxicidade para Peixes (Utp)	-	1
CENO, %	-	100

O fluxograma da ETEI da indústria alimentícia 01 consta no **Apêndice A** deste documento.

A **Figura 2.2** apresenta o aspecto do lodo da indústria alimentícia 01.



Figura 2.2 – Vista do lodo da indústria alimentícia 01 sedimentado em um Béquer

Indústria Alimentícia 02: produtora de pães e bolos

- Vazão média: 38 m³/d
- A/M média: 0,29 Kg DQO / Kg RNFV.d
- RNFV médio: 3.543 mg/L
- RNFT médio: 5.123 mg/L
- Relação RNFV / RNFT: 0,69
- Eficiência (DQO) média: 98 %

Na **Tabela 2.3**, constam as médias dos resultados dos parâmetros monitorados através do programa de monitoramento da ETEI da indústria.

Tabela 2.3 – Característica do afluente e efluente da indústria alimentícia 02

PARÂMETROS	Afluente	Efluente
DBO, mg/L em O ₂	571	13
DQO, mg/L em O ₂	2504	42
Detergentes (MBAS), mg/L	-	< 0,40
Fósforo Total, mg/L em P	-	0,18
Materiais Sedimentáveis, mL/L	-	< 0,5
Nitrogênio Kjeldahl, mg/L em N-NKJ	-	11,5
Óleos e Graxas (SE), mg/L	-	< 6,0
pH	-	8,03
Resíduo Não Filtrável Total, mg/L	-	5
Unidade de Toxicidade para Peixes (Utp)	-	1
CENO, %	-	100

O fluxograma da ETEI da indústria alimentícia 02 consta no **Apêndice A** deste documento.

A **Figura 2.3** apresenta o aspecto do lodo da indústria.



Figura 2.3 – Vista do lodo da indústria alimentícia 02 sedimentado em um Béquer

A respirometria é a leitura do consumo de oxigênio dissolvido na mistura lodo/esgoto, em tempo real, através de equipamento medidor de oxigênio dissolvido (OD) conhecido por Oxímetro. Os ensaios de respirometria vêm sendo utilizados de forma crescente, principalmente no controle operacional de Estações de Tratamento de Efluentes Industriais, tendo em vista a rapidez na obtenção de resultados, possibilitando identificar, por exemplo, possíveis cargas tóxicas afluentes aos sistemas de tratamento. A experiência contribui para uma maior agilidade na tomada de decisões e, conseqüentemente, na manutenção da boa eficiência dos sistemas de lodos ativados.

Para a realização desse estudo, foram implantados e mantidos em operação dois tanques de aeração em pequena escala, projetados para uso como reatores de bancada em estudos de tratabilidade. A aeração do lodo de cada reator foi garantida por uma bomba de aquário acoplada a uma mangueira e pedra porosa, semelhante ao sistema de aeração de aquário de peixes.

A **Figura 2.4** mostra a bancada de testes onde foram desenvolvidos os experimentos.



Figura 2.4 - Vista da bancada de testes

As atividades realizadas durante esta fase seguiram um planejamento experimental que definiu as seguintes etapas principais:

- d) coleta do lodo ativado das ETEI's e transporte até o local dos experimentos;
- e) implantação e partida do reator biológico em escala piloto (Reator de Manutenção);
- f) preparação do Reator Teste e realização dos testes de respirometria;

2.2 Coleta e transporte dos lodos ativados utilizados nos experimentos

Os lodos ativados utilizados no presente estudo foram coletados nos Tanques de Aeração (Reatores Aeróbios) de cada ETEI. Também foram coletadas amostras dos afluentes e efluentes das ETEI's, e submetidas a análises laboratoriais, objetivando conhecer a realidade do funcionamento dos sistemas de tratamento, nos dias das coletas. A **Tabela 2.4** apresenta os parâmetros analisados para cada amostra. Os resultados das análises constam no **Apêndice B** deste documento.

Tabela 2.4 – Parâmetros analisados nas amostras de lodo, afluente e efluente das ETEI's

Indústria Farmacêutica	PARÂMETROS	Afluente	Efluente	Lodo
	DBO, mg/L em O ₂	X	X	
	DQO, mg/L em O ₂	X	X	
	Detergentes (MBAS), mg/L		X	
	Índice de Fenóis, mg/L		X	
	Fósforo Total, mg/L em P		X	
	Materiais Sedimentáveis, mL/L		X	
	Nitrogênio Kjeldahl, mg/L em N-NKJ		X	
	Óleos e Graxas (SE), mg/L		X	
	pH	X	X	X
	Temperatura (pH), °C	X	X	X
	Resíduo Não Filtrável Total, mg/L		X	X
	Resíduo Não Filtrável Volátil, mg/L		X	X
	Sulfeto, mg/L em S ⁻		X	
	Unidade de Toxicidade para Peixes (Utp)		X	
	CENO, %		X	
Indústria Alimentícia 01 (produção de margarinas e biscoitos)	PARÂMETROS	Afluente	Efluente	Lodo
	DBO, mg/L em O ₂	X	X	
	DQO, mg/L em O ₂	X	X	
	Detergentes (MBAS), mg/L		X	
	Fósforo Total, mg/L em P		X	
	Materiais Sedimentáveis, mL/L		X	
	Nitrogênio Kjeldahl, mg/L em N-NKJ		X	
	Óleos e Graxas (SE), mg/L		X	
	pH	X	X	X
	Temperatura (pH), °C	X	X	X
	Resíduo Não Filtrável Total, mg/L		X	X
	Resíduo Não Filtrável Volátil, mg/L		X	X
	Unidade de Toxicidade para Peixes (Utp)		X	
	CENO, %		X	
Indústria Alimentícia 02 (produção de pães e bolos)	PARÂMETROS	Afluente	Efluente	Lodo
	DBO, mg/L em O ₂	X	X	
	DQO, mg/L em O ₂	X	X	
	Detergentes (MBAS), mg/L		X	
	Materiais Sedimentáveis, mL/L		X	
	Nitrogênio Total, mg/L em N		X	
	Óleos e Graxas (SE), mg/L		X	
	pH	X	X	X
	Temperatura (pH), °C	X	X	X
	Resíduo Não Filtrável Total, mg/L		X	X
	Resíduo Não Filtrável Volátil, mg/L		X	X
	Unidade de Toxicidade para Peixes (Utp)		X	
	CENO, %		X	

As amostras do lodo foram coletadas de forma instantânea e do afluente, de forma composta, num período de coleta de 8 h.

Os ensaios laboratoriais e as amostragens realizadas atenderam aos critérios da Norma ABNT NBR ISO/IEC 17.025, que estabelece os Requisitos Gerais para a Competência de Laboratórios de Ensaio, obedecendo aos princípios de Qualidade, Confiabilidade e Confidencialidade. Este padrão de trabalho impõe um sistema de qualidade que contempla o uso de vidrarias calibradas RBC, pré-qualificação de fornecedores, utilização de padrões com rastreabilidade internacional, controles interlaboratoriais, cartas controle, curvas de calibração, validações, cálculos de incerteza, dentre outros.

Foram registrados os valores de oxigênio dissolvido, pH e temperatura dos lodos ativados, no momento da coleta, ainda nos tanques de aeração, para o acompanhamento destes parâmetros durante todas as etapas do experimento. Também foram realizadas observações do lodo através de microscópio ótico, com o objetivo de conhecer os organismos que constituem o lodo, assim como a intensidade de locomoção desses organismos.

As amostras observadas em microscópio óptico foram coletadas logo que chegavam ao local dos experimentos, após 15 (quinze) minutos de aeração. Com a ajuda de uma pipeta, cada amostra de lodo observada era transferida para lâminas de vidro (uma gota) e, sobre esta, apoiada uma lamínula de vidro. A lâmina com a amostra de lodo era, então, posicionada para observação no microscópio, sendo utilizada lente com aumento de 40x.

A identificação dos organismos foi feita com a ajuda dos livros: Microbiologia de Lodos Ativados (CETESB, 1989) e Wastewater Bacteria (Gerardi, 2006), através da comparação entre os organismos observados nas amostras de lodo e as fotos e figuras disponibilizadas nos referidos livros.

A **Figura 2.5** apresenta a Planilha de Acompanhamento do Lodo, utilizada para o acompanhamento analítico do lodo, desde sua coleta até a partida do Reator de Manutenção.

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NA RESPIRAÇÃO DE LODOS ATIVADOS		
ACOMPANHAMENTO DO LODO ATIVADO		
Origem do lodo:		
Data da coleta:		
COLETA	CHEGADA NO LABORATÓRIO	PARTIDA DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)
Temperatura (°C):	Temperatura (°C):	Temperatura (°C):
pH:	pH:	pH:
OD (mg/L):	OD (mg/L):	OD (mg/L):
OBSERVAÇÕES		
Tempo de transporte do lodo da ETEI ao local dos testes:		
Observação no microscópio :		

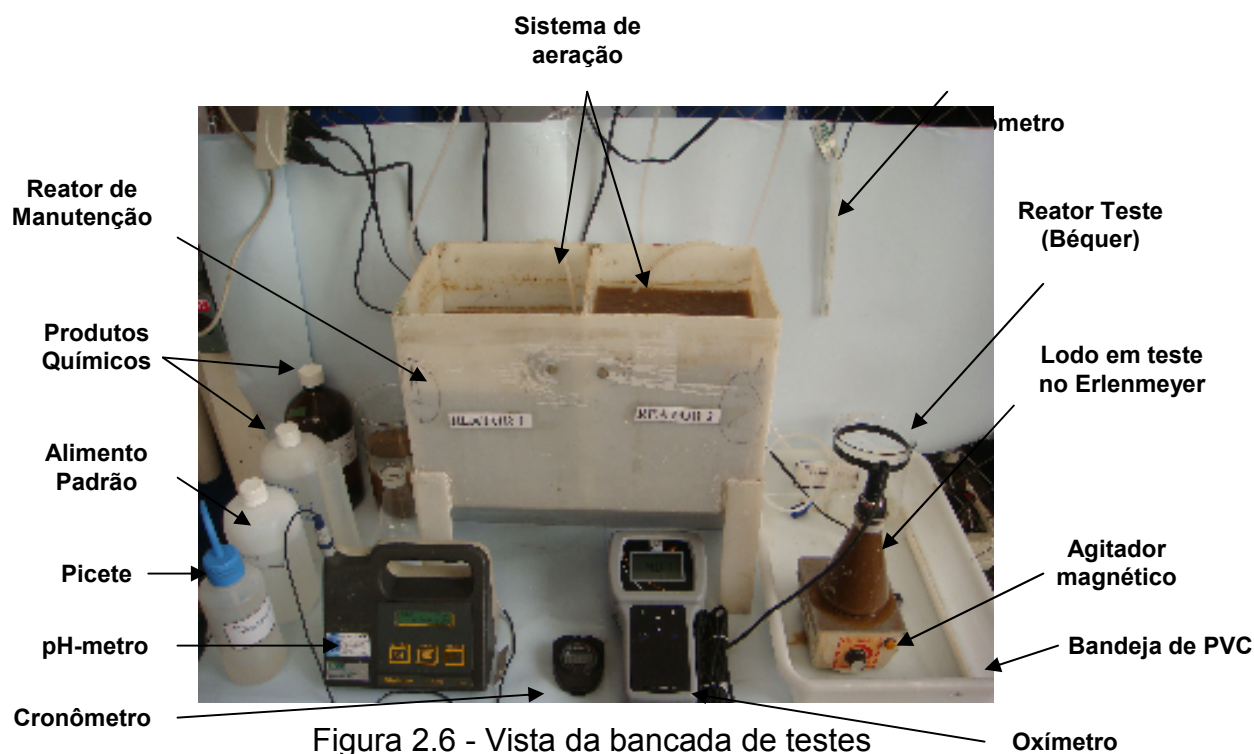
Figura 2.5 – Planilha de acompanhamento do Lodo

O lodo de cada indústria foi coletado e transportado para o local dos testes com os cuidados necessários para a preservação da atividade biológica do mesmo. Assim que chegou ao local dos testes, o lodo foi transferido para um reator de bancada e mantido sob aeração através de bombinhas de aquário, dando origem ao Reator de Manutenção.

2.3 Implantação e partida do reator biológico em escala piloto (Reator de Manutenção)

O Reator de Manutenção é um tanque de aeração em pequena escala, com volume útil de 10 litros, construído em polipropileno, projetado para uso como reator de bancada em estudos de tratabilidade. A aeração do lodo foi garantida por uma bomba de aquário acoplada a uma mangueira e pedra porosa, semelhante ao sistema de aeração de aquário de peixes. O fundo inclinado do reservatório e o sistema de aeração garantiram o processo de homogeneização do lodo.

A **Figura 2.6** mostra a bancada de testes, onde pôde ser observado o Reator de Manutenção operando juntamente com os equipamentos e materiais utilizados durante os estudos.



O Reator de Manutenção foi preparado para manter o lodo em condições próximas às condições operacionais da ETEI de origem, durante todo o período de realização dos testes. O período de operação de cada Reator de Manutenção foi determinado a partir da data de coleta do lodo e partida do reator, até a realização do último ensaio de respirometria, quando então o reator foi desativado.

A **Tabela 2.5** apresenta o cronograma de funcionamento de cada Reator de Manutenção.

Tabela 2.5 – Período de funcionamento dos Reatores de Manutenção

	Origem do lodo.	Data da coleta do lodo e partida do Reator.	Data dos testes com o lodo do Reator.
Reator 01	Indústria Farmacêutica	27/01/09	29/01/09
Reator 02	Indústria Farmacêutica	10/02/09	11 e 12/02/09
Reator 03	Indústria Farmacêutica	12/02/09	13/02/09
Reator 04	Indústria Alimentícia 01	03/03/09	04/03/09
Reator 05	Indústria Alimentícia 02	04/03/09	04/03/09

Durante todo o período de operação do Reator de Manutenção, o lodo foi mantido sob aeração.

A alimentação do lodo foi realizada diariamente em regime de batelada, após o término dos trabalhos diários. Para a alimentação do reator foi utilizado o afluente da ETEI de origem, coletado juntamente com o lodo do tanque de aeração. No caso do Reator de Manutenção da Indústria Alimentícia 02, não houve a necessidade de alimentação, tendo em vista que os testes foram realizados no mesmo dia da coleta do lodo da ETEI.

Considerando que os afluentes das ETEI's são formados, também, de esgotos sanitários, não houve a necessidade de dosagem de nutrientes e micronutrientes ao Reator durante o processo de alimentação.

Determinou-se o volume de alimento com base na relação alimento/micro-organismo (A/M) de cada ETEI e considerando demais características de cada ETEI, listadas no **Item 2.1** deste Capítulo. Através da equação de dimensionamento de tanques de aeração em processos de lodos ativados (aeração prolongada), foi determinada a vazão horária, sendo utilizado um volume correspondente a 4 (quatro) horas de alimentação. O memorial de cálculo dos volumes de alimentação consta no **Apêndice C** deste documento.

Para que o volume do Reator de Manutenção pudesse ser mantido constante, antes da alimentação, foram retiradas alíquotas de efluente clarificado, com volumes semelhantes aos volumes calculados para a alimentação do Reator, determinados através da **Equação 03**.

$$Q = V_{RM} \times (A/M) \times RNFV / DQO_{afiu} \quad (\text{Equação 03})$$

Onde:

Q = Vazão média de alimentação, (L/dia)

V_{RM} = Volume útil do Reator de Manutenção, (L)

A/M = Relação alimento / micro-organismo, (Kg DQO / Kg RNFV.d)

$RNFV$ = Resíduo não filtrável volátil, (mg/L)

DQO_{afiu} = Demanda Química de Oxigênio afluente, (mg/L)

A **Tabela 2.6** apresenta os volumes de alimentação de cada Reator de Manutenção.

Tabela 2.6 – Volumes de alimentação dos Reatores de Manutenção

Origem do lodo.	Volume de alimentação (L)
Indústria Farmacêutica	1,83
Indústria Alimentícia 01	0,63
Indústria Alimentícia 02	Não houve alimentação

2.4 Preparação do Reator Teste e realização dos testes de respirometria

Previamente à realização de cada teste de respirometria, preparou-se um Reator Teste, com a utilização de um béquer graduado de 1000 mL, para onde foram transferidos 500 mL do lodo do Reator de Manutenção. No Reator Teste, o lodo foi submetido a variações bruscas do pH, até alcançar valores previamente estabelecidos. Alcançado esses valores, alimentou-se o lodo com uma solução padrão de alimentação, e aerado por 15 (quinze) minutos. Após essas etapas, o lodo foi considerado preparado para a realização dos testes de respirometria, sendo, então, transferido para um Erlenmeyer com volume de 300 mL, utilizado para a realização dos testes.

Para melhor explicar os experimentos realizados com o lodo do Reator Teste, nesta fase do estudo, estes foram divididos nas seguintes etapas:

- variação do pH;
- alimentação e aeração do lodo;
- testes de respirometria.

• *Variação do pH do Reator Teste*

Para a variação brusca do pH do lodo, utilizaram-se soluções de Hidróxido de Sódio (NaOH) e Ácido Clorídrico (HCl), ambas a uma concentração de 5%. A dosagem das soluções foi realizada com a ajuda de um dosador graduado, e a leitura do pH, realizada através de um pH-metro da marca Digimed, modelo DM2.

A princípio, estabeleceu-se a variação do pH do lodo a cada unidade de pH, a partir do pH original do lodo, até que se fosse observada uma diminuição brusca no consumo de oxigênio através dos testes de respirometria.

Alcançado o pH desejado, era então adicionado o alimento padrão ao Reator Teste.

Considerando a influência de fatores como temperatura e disponibilidade de alimento no comportamento da respiração do lodo, foram realizados, no início e no final da série de testes diários, testes de respirometria com o lodo nas condições normais de operação, sendo estes chamados de Testes-controle. A diferença dos testes-controle para os demais testes foi que neste o lodo não foi submetido a variações de pH, sendo apenas alimentado com o alimento-padrão e aerado por 15 minutos, para então ser submetido ao teste de respirometria.

- ***Alimentação e aeração do Reator Teste***

Realizou-se a alimentação do Reator Teste com o propósito de estimular o consumo de oxigênio pelos organismos presentes no lodo, através da decomposição da matéria orgânica contida no alimento. Pelo consumo do oxigênio pôde ser acompanhado a capacidade de respiração do lodo submetido a variações bruscas do pH.

O alimento utilizado em todos os testes produziu-se com a dissolução de açúcar em água, de modo a constituir uma solução padrão, com concentração de DQO (Demanda Química de Oxigênio) previamente estabelecida. Não houve a necessidade de dosagem de nutrientes e micronutrientes ao alimento do Reator Teste, tendo em vista o pouco tempo de funcionamento do reator e a presença de nutrientes no efluente final da ETEI de origem do lodo (Tabelas 2.1, 2.2 e 2.3).

A **Tabela 2.7** apresenta as concentrações de DQO das soluções padrão de alimentação, utilizadas no estudo.

Tabela 2.7 – Concentração das soluções padrão utilizadas

Origem do lodo	DQO das soluções padrão de alimentação
Indústria Farmacêutica	420 mg/L
Indústria Alimentícia 01	4300 mg/L
Indústria Alimentícia 02	4300 mg/L

O volume do alimento padrão utilizado nesta fase dos experimentos foi estabelecido considerando a relação alimento/micro-organismo (A/M) da ETEI de origem do lodo e as demais características de cada ETEI e do alimento padrão, listadas no **Item 2.1** e **Tabela 2.7** deste Capítulo. Através da Equação 04, equação de dimensionamento de tanques de aeração em processos de lodos ativados (aeração prolongada), determinou-se a vazão horária, sendo utilizado um volume correspondente à uma hora de alimentação. O memorial de cálculo dos volumes de alimentação consta no **Apêndice C** deste documento.

$$Q = V_{RT} \times (A/M) \times RNFV / DQO_{ap} \quad (\text{Equação 04})$$

Onde:

Q = Vazão média de alimentação, (L/dia)

V_{RT} = Volume útil do Reator Teste, (L)

A/M = Relação alimento / micro-organismo, (Kg DQO / Kg RNFV.d)

$RNFV$ = Resíduo não filtrável volátil, (mg/L)

DQO_{ap} = Demanda Química de Oxigênio alimento padrão, (mg/L)

A **Tabela 2.8** apresenta os volumes de alimentação de cada Reator Teste.

Tabela 2.8 – Volumes de alimentação dos Reatores Teste

Origem do lodo.	Volume de alimentação (L)
Indústria Farmacêutica	0,025
Indústria Alimentícia 01	0,006
Indústria Alimentícia 02	0,005

Foram realizados testes de respirometria com o lodo da indústria farmacêutica, no início do período experimental, para a comparação do comportamento deste lodo quando alimentado por volumes de alimento padrão diferentes. Os testes foram realizados com 12 mL (Teste 01) e 25 mL (Teste 02) de alimento padrão. Os resultados indicaram uma taxa de respiração maior para o teste que utilizou o maior volume de alimento.

Durante todo o tempo de operação do Reator Teste, o lodo foi aerado através de uma bomba de aquário acoplada a uma mangueira e pedra porosa, semelhante ao sistema de aeração de aquário de peixes. O sistema de aeração contribuiu também para a mistura das soluções químicas ao lodo, durante a fase de variação do pH, e para a mistura alimento/lodo.

O pH e a temperatura do alimento padrão também foram monitorados.

Após a alimentação do Reator Teste, o lodo foi mantido sob aeração por 15 (quinze) minutos, sendo, então, considerado preparado para a realização do teste de respirometria.

A **Figura 2.7** apresenta o Reator Teste operando durante a fase de aeração, (após a alimentação) em paralelo a um teste de respirometria.

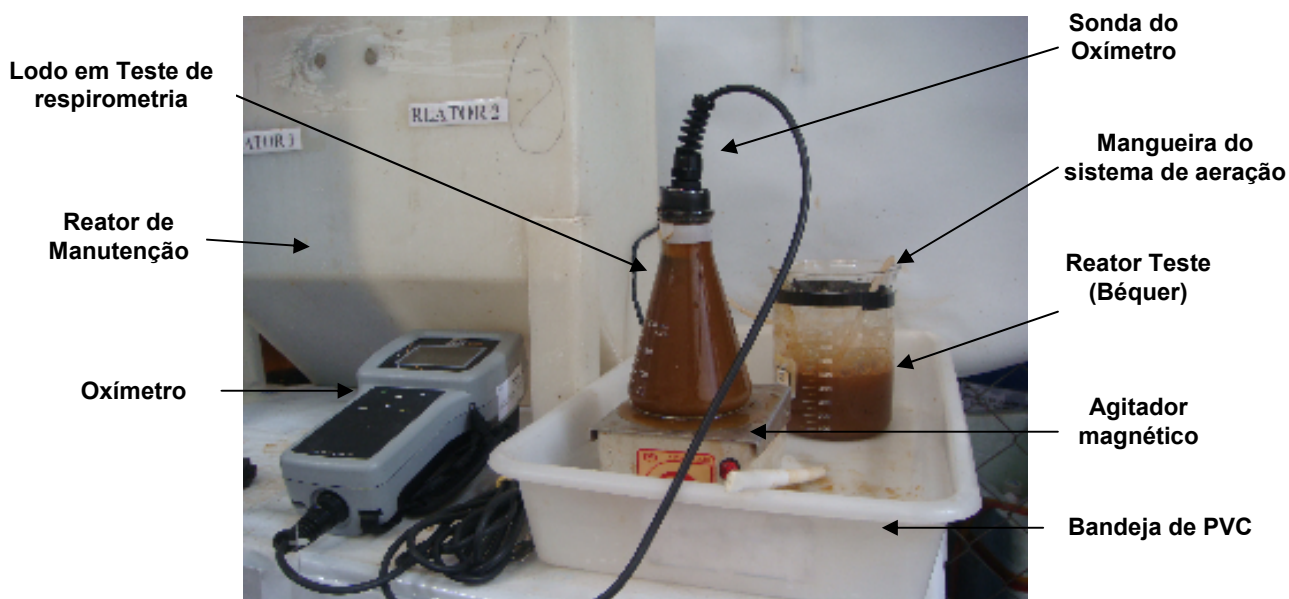


Figura 2.7 – Reator Teste (Béquer) e teste de respirometria

- **Teste de respirometria**

O método utilizado para a realização dos testes de respirometria foi adaptado do método experimental simplificado, descrito no trabalho “Uso da Respirometria para a caracterização de esgotos domésticos: aplicação, limites e apresentação de método simplificado”, apresentado no XVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental (Ferreira, 2002), que considera a avaliação direta de respirogramas (Spanjers *et al.*, 1999) e a utilização de equipamentos menos sofisticados (Gernaey *et al.*, 1997; Xu e Hasselblad, 1996).

O equipamento de medida possui as seguintes características principais:

- operação do reator em regime de batelada;
- técnica de medida de oxigênio dissolvido (OD) realizada na fase líquida;
- funcionamento em regime estático, ou seja, sem fluxo de ar no sistema durante as medidas de respiração.

Para a realização do teste de respirometria, o lodo do Reator Teste foi transferido para um Erlenmeyer com volume de 300 mL, apoiado sobre um agitador magnético, responsável pela mistura do lodo durante todo o período do teste. Para a

medição das concentrações de oxigênio dissolvido no lodo, foi utilizado um oxímetro portátil do fabricante YSI, modelo 550A, acoplado de forma hermética ao Erlenmeyer, de modo a impedir qualquer entrada de ar para o interior do recipiente. O ajuste hermético da sonda do oxímetro ao Erlenmeyer foi garantido pelo uso de um dispositivo de borracha acoplado à sonda.

O arranjo dos equipamentos utilizados está representado na **Figura 2.8**.

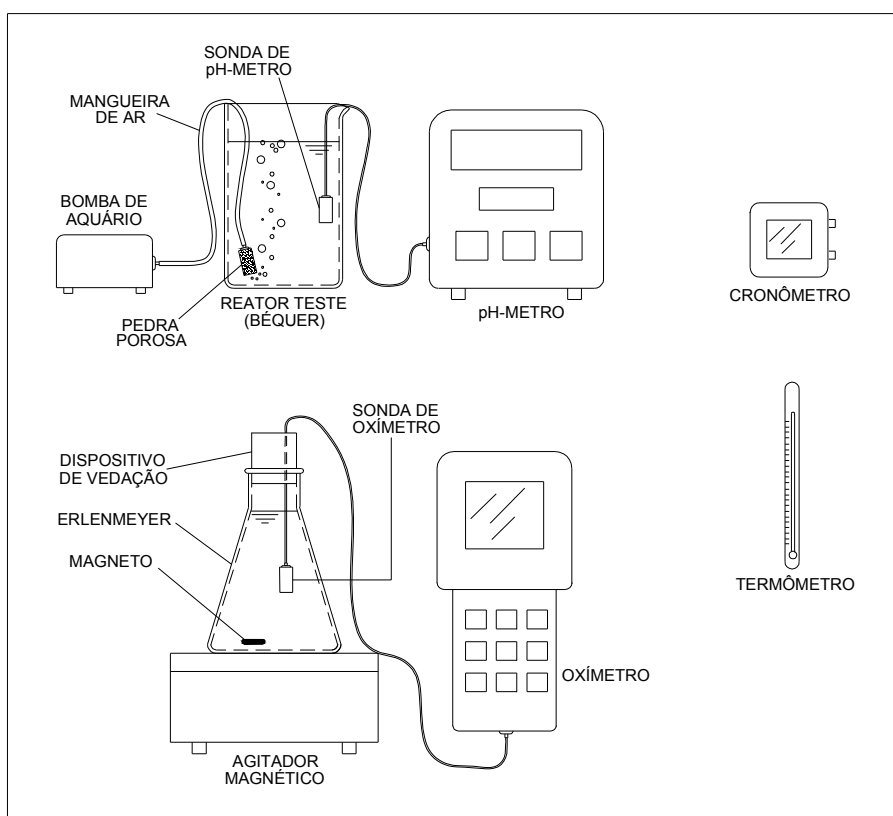


Figura 2.8 – Representação esquemática dos equipamentos utilizados nos testes de respirometria.

As concentrações de oxigênio dissolvido (OD) foram registradas a cada minuto, e fixou-se o tempo máximo de 80 (oitenta) minutos para a duração dos testes. Para a medição do tempo, utilizou-se um cronômetro digital.

Os resultados dos testes foram interpretados através de gráficos de OD x Tempo, TCO (taxa de consumo de oxigênio) e TCOe (TCO específica) x pH e Temperatura x TCO.

Os cálculos da TCO e TCOe de cada teste foram realizados de acordo com as equações a seguir:

$$TCO = (OD_i - OD_f) / \Delta t \quad (\text{Equação 05})$$

Onde:

TCO = taxa de consumo de oxigênio, (mg.L⁻¹.h⁻¹)

OD_i = concentração de oxigênio dissolvido no início do teste, (mg/L)

OD_f = concentração de oxigênio dissolvido no final do teste, (mg/L)

Δ t = tempo de duração do teste, (h)

$$TCOe = TCO / RNFV \quad (\text{Equação 06})$$

Onde:

TCOe = taxa de consumo de oxigênio específica, (mg.g⁻¹.h⁻¹)

TCO = taxa de consumo de oxigênio, (mg.L⁻¹.h⁻¹)

RNFV = resíduos não filtráveis voláteis, (g/L)

Tendo em vista o curto tempo de manutenção do lodo no Reator de Manutenção e a existência de procedimentos que garantiram a homogeneização do lodo ao longo de todo experimento, foi considerado, para o cálculo das TCOe's, que as amostras de lodo utilizadas nos testes tiveram a mesma concentração de RNFV da amostra de origem.

A **Figura 2.9** apresenta a planilha utilizada para registro das concentrações de oxigênio dissolvido durante os testes de respirometria.

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIROMETRIA							
Data:							
Teste:							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0		20		40		60	
1		21		41		61	
2		22		42		62	
3		23		43		63	
4		24		44		64	
5		25		45		65	
6		26		46		66	
7		27		47		67	
8		28		48		68	
9		29		49		69	
10		30		50		70	
11		31		51		71	
12		32		52		72	
13		33		53		73	
14		34		54		74	
15		35		55		75	
16		36		56		76	
17		37		57		77	
18		38		58		78	
19		39		59		79	

Figura 2.9 – Planilha do Teste de Respirometria

A **Figura 2.10** apresenta a Planilha de Acompanhamento dos Estudos de Bancada, utilizada para o registro dos dados gerados durante as diferentes etapas dos estudos de bancada (variação do pH, alimentação do Reator Teste e testes de respirometria).

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NA RESPIRAÇÃO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data:		
Teste:		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo:		
Temperatura, (°C):		
pH:		
OD, (mg/L):		
DADOS DO TESTE		
VARIAÇÃO DO pH		
Solução:	Concentração:	
pH de partida:		
pH desejável:		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo):		
pH ajustado (antes da alimentação):		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L):		
Temperatura, (°C):		
pH:		
Volume de alimentação, (mL):		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C):		
pH do lodo (após alimentação):		
pH do lodo (após aeração):		
TESTE DE RESPIROMETRIA		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C):		
pH lodo (final do teste):		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C)		
10:00 h		
15:30 h		
20:00 h		

Figura 2.10 – Planilha de acompanhamento dos estudos de bancada

Os resultados das análises e registros realizados durante este estudo estão apresentados no **Capítulo 3** (Resultados e Discussão) assim como nos **Apêndices B, C e D** desta dissertação.

A **Figura 2.11** mostra um teste de respirometria em andamento.

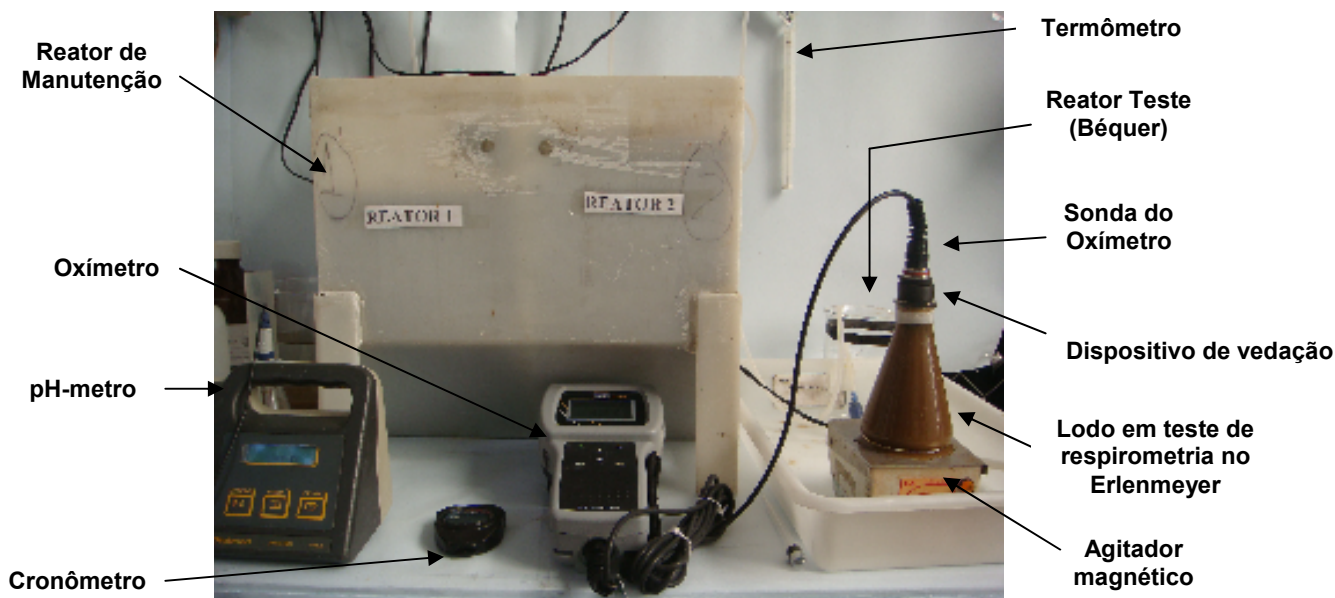


Figura 2.11 – Vista de um teste de respirometria em andamento

2.5 Relação dos equipamentos, materiais e reagentes utilizados na fase experimental

Para a realização dos procedimentos laboratoriais realizados durante a fase experimental deste estudo, foram utilizados os seguintes equipamentos, materiais e reagentes:

- **Equipamentos**

- 1 Oxímetro: fabricante YSI, modelo 550 A;
- 1 pH-metro: fabricante Digimed, modelo DM2;
- 1 Agitador Magnético: fabricante Quimis, modelo 6W – Q 221-1;
- Microscópio ótico: fabricante Lambda (aumentos 4x, 10x, 25x, 40x e 100x)
- 1 Termômetro;
- 3 Bombinhas de aquário com mangueiras de ar e pedra porosas;
- 1 Cronômetro

O Oxímetro e pH-metro foram calibrados, no início das atividades de cada dia de experimentos, atendendo aos critérios estabelecidos pela Norma ABNT NBR ISO/IEC 17.025 que estabelece os Requisitos Gerais para a Competência de Laboratórios de Ensaio, obedecendo aos princípios de Qualidade, Confiabilidade e Confidencialidade.

- ***Materiais***

- 1 Proveta graduada de 100mL;
- 1 Béquer graduado de 1L;
- 1 Erlenmeyer de 250 mL;
- 1 Dosador graduado de 4 mL;
- 1 Bandeja de PVC;
- 1 Picete com água deionizada;
- 1 Picete com água mineral;
- 1 Bastão de PVC;
- Fita de borracha para vedação;
- 1 Magneto;
- Lâminas e lamínulas;
- Luvas de proteção individual;
- Jaleco

- ***Reagentes***

- Solução de calibração de pH – Padrões MERCK:
 - . pH = 4,0 (lote HC 804287);
 - . pH = 7,0 (lote HC 781531);
 - . pH=9,0 (lote HC 778013);

- Solução de calibração de OD – Reagentes críticos utilizados no método de Winkler:
 - . Sulfato de manganês (MnSO_4): marca VETEC, lote 0604767, pureza = 101%;
 - . Azida de sódio (NaN_3): marca ISO FAR, lote 041060, pureza = 99,0%;
 - . Tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$): marca VETEC, lote 0900220, pureza = 100,8%;
 - . Ácido sulfúrico (H_2SO_4): marca QUEMIS, lote Q.001, ref. QHA008-1L;
 - . Iodo: marca J.T.BACKER, lote G06477, pureza 99,4%;
 - . Goma de amido: marca VETEC, lote 043281.
- Ácido Clorídrico (HCl): marca VETEC, concentrado a 37%, densidade = 1.18 g/cm^3 , concentração da solução utilizada = 5%;
- Hidróxido de Sódio (NaOH): marca VETEC, grau de pureza = 99.9%, lote 0900527, concentração da solução utilizada = 5%;
- Álcool 75%;

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Introdução

Neste capítulo, são discutidos os resultados dos testes de respirometria realizados ao longo desta pesquisa. A **Tabela 3.1** apresenta a relação dos testes realizados com o lodo de cada indústria.

Tabela 3.1 – Relação dos testes de respirometria

Indústrias	Datas	Testes
Farmacêutica	29/01/09	01 e 02
	11/02/09	03 a 07
	12/02/09	08 a 11
	13/02/09	12 a 17
Alimentícia 01	04/03/09	18 a 28
Alimentícia 02	04/03/09	29 a 36

Inicialmente, foi observado o comportamento de cada lodo nas suas condições normais de operação, através da interpretação dos testes-controle, sendo também feito uma análise comparativa entre esses testes. Numa segunda etapa, foi observado o comportamento de cada lodo submetido às variações de pH. Por último foi feito uma análise comparativa dos testes realizados com os diferentes lodos.

Os resultados dos testes de respirometria foram também correlacionados com os resultados dos ensaios laboratoriais realizados com as amostras de lodo, afluente e efluente das ETEI's, assim como com os registros das observações microscópicas do lodo.

3.2 Avaliação do comportamento dos lodos ativados nas condições normais de operação.

Para a avaliação do comportamento dos lodos ativados nas condições normais de operação, foram considerados os resultados dos testes-controle. Estes foram realizados no início e no final da série de testes diários, com o objetivo de observar a variação natural das características de respiração de cada lodo. A diferença dos testes-controle para os demais ocorreu porque, neste, o lodo não foi submetido a variações de pH.

3.2.1. Lodo ativado da indústria farmacêutica

- **Testes do dia 29/01/09**

A amostra de lodo ativado utilizada nos testes deste dia foi coletada no dia 27/01 junto com as amostras do afluente e efluente da ETEI, cujos resultados encontram-se no **Apêndice B** deste documento.

A **Tabela 3.2** apresenta os resultados de eficiência da ETEI, no dia da coleta, assim como a concentração de lodo no tanque de aeração, expressa através dos parâmetros RNFT e RNFV, e a relação RNFV/RNFT.

Tabela 3.2 – Eficiência da ETEI da indústria farmacêutica e concentração de lodo no tanque de aeração: coleta 27/01/09

Parâmetros	Data da coleta: 27/01/09
Eficiência D_{QO} (%)	97
RNFT (mg/L)	4505
RNFV (mg/L)	2965
RNFV / RNFT	0,66

Os resultados mostraram que, no dia da coleta, a ETEI operou com concentrações de lodo no tanque de aeração menores do que a média da ETEI (**Capítulo 2, Item 2.1**), porém, dentro da faixa normal de operação. A relação RNFV/RNFT de 0,66 indica uma elevada idade do lodo, porém, segundo Von Sperling (2002), dentro da faixa de valores médios para sistemas de aeração prolongada (RNFV / RNFT = 0,60 a 0,75). Os demais resultados mostraram que a ETEI apresentou boa eficiência na redução da carga orgânica e nenhuma toxicidade, mantendo-se dentro das suas características normais de operação.

Além das análises físico-químicas e toxicológicas, foram também realizadas observações microscópicas do lodo cujos registros constam na **Tabela 3.3**. As observações do lodo em microscópio foram realizadas de acordo com a metodologia apresentada no Capítulo 2, item 2.2, deste documento.

Tabela 3.3 – Organismos observados no lodo ativado: coleta 27/01/09

Data da coleta: 27/01/09	
Organismos	Observações
Fungos	Vários organismos identificados / sem mobilidade
Bactérias Filamentosas	Vários organismos identificados / sem mobilidade
Bactérias Nitrificantes	Vários organismos identificados / sem mobilidade
Protozoários	
Classe Ciliata	- Alguns organismos identificados, apresentando bastante mobilidade. Gênero: <i>Trachelophyllum</i>
Classe Ameba	- Um organismo identificado, sem mobilidade. Gênero: <i>Tecameba</i> ;
Classe Flagelados	- Alguns organismos identificados, apresentando bastante mobilidade. Gênero: <i>Paranema sp.</i>

Na **Tabela 3.4** constam os valores de oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, registrados desde sua coleta (ETEI), até a partida do Reator de Manutenção (bancada de testes).

Tabela 3.4 – Acompanhamento do lodo ativado até a partida do Reator de Manutenção: coleta 27/01/09

Parâmetros	Data da coleta: 27/01/09		
	Tempo de transporte: 25 minutos		
	Coleta	Chegada no Laboratório	Partida do Reator de Manutenção
Temperatura, (°C):	28,0	25,0	24,3
pH	7,00	7,56	7,58
OD, (mg/L)	5,74	n.d.	7,28

No **Apêndice G**, encontram-se as planilhas de acompanhamento do lodo, utilizadas para o registro das informações apresentadas nas **Tabelas 3.3 e 3.4**.

A **Tabela 3.5** apresenta os valores das TCO's e TCOe's de cada teste, assim como o acompanhamento do oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, durante as diferentes etapas do estudo de bancada.

Tabela 3.5 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada: testes 01 e 02

Teste	TCO (*)	TCOe (**)	Reator de Manutenção			Variação do pH		Teste de Respirometria	
			Temp. (°C)	pH	OD (mg/L)	pH partida	pH ajustado	Temperatura no final do teste, (°C)	pH final
01	4,63	1,56	27,4	7,28	5,74	7,28	--	30,0	7,08
02	5,29	1,79	27,4	7,28	5,74	7,28	--	30,3	6,75

* (mg.L⁻¹.h⁻¹) ** (mg.g⁻¹.h⁻¹)

No **Apêndice H**, encontram-se as planilhas de acompanhamento dos estudos de bancada e testes de respirometria, utilizadas para o registro das informações apresentadas na **Tabela 3.5**.

Os testes realizados no dia 29/01/09 tiveram como objetivo observar o comportamento da respiração do lodo quando submetido a diferentes volumes de alimentação, sendo utilizados 12 mL do alimento padrão no teste 01 e 25 mL no teste 02. Os dois testes foram realizados como testes-controle, para a observação do comportamento do lodo nas condições normais de operação (sem variação de

pH). O comportamento da respiração do lodo nestes dois testes está representado na **Figura 3.1**.

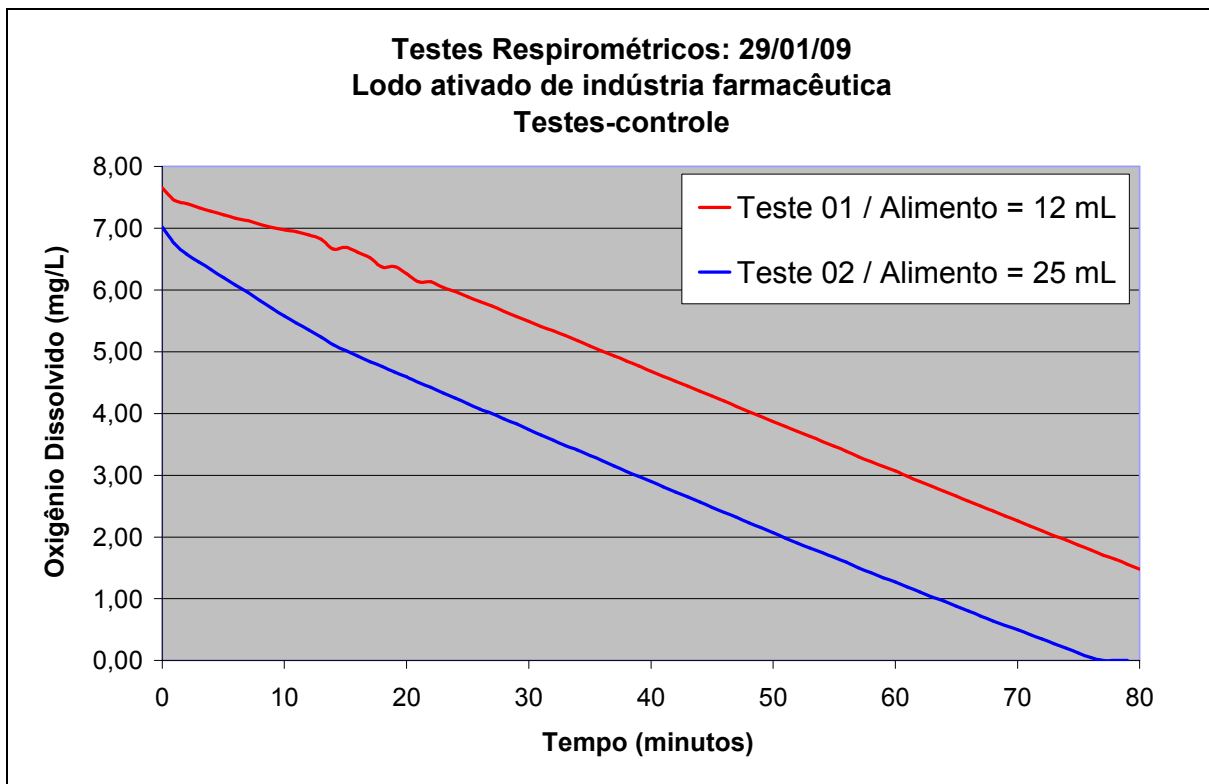


Figura 3.1 – Testes-controle realizados com lodo submetido a diferentes volumes de alimentação.

A **Figura 3.1** mostra que o consumo de oxigênio no teste 01 foi mais lento do que o do teste 02, influenciado pela menor quantidade de matéria orgânica disponibilizada para o lodo. A figura mostra também que o comportamento da respiração do lodo, após os primeiros 25 minutos, manteve-se igual para os testes, constatado pelo paralelismo dos gráficos.

O comportamento do consumo de oxigênio também foi observado através do cálculo das taxas de consumo de oxigênio (TCO e TCOe), demonstrado através das **Equações 05 e 06**, do Capítulo 2 desta dissertação.

- **Testes do dia 11 e 12/02/09**

A amostra de lodo ativado utilizada nos testes realizados nos dias 11 e 12/02/09 foi coletada no dia 10/02. Foram coletadas também amostras do afluente e efluente da ETEI, cujos resultados encontram-se no **Apêndice B** deste documento.

A **Tabela 3.6** apresenta os resultados de eficiência da ETEI, assim como a concentração de lodo no tanque de aeração no dia da coleta e a relação RNFV/RNFT.

Tabela 3.6 – Eficiência da ETEI da indústria farmacêutica e concentração de lodo no tanque de aeração: coleta 10/02/09

Parâmetros	Data da coleta: 10/02/09
Eficiência D_{QO} (%)	96
RNFT (mg/L)	4241
RNFV (mg/L)	2828
RNFV / RNFT	0,67

Os resultados mostraram que, no dia da coleta, a ETEI operou com concentrações de lodo no tanque de aeração menores do que a média do sistema (Capítulo 2, Item 2.1), porém, dentro da faixa normal de operação. A relação RNFV/RNFT de 0,67 indica uma elevada idade do lodo, porém, segundo Von Sperling (2002), dentro da faixa de valores médios para sistemas de aeração prolongada (RNFV / RNFT = 0,60 a 0,75). Os demais resultados mostraram que a ETEI apresentou boa eficiência na redução da carga orgânica e nenhuma toxicidade, mantendo-se dentro das suas características normais de operação.

Além das análises físico-químicas e toxicológicas, foram também realizadas observações microscópicas do lodo cujos registros constam na **Tabela 3.7**. As observações do lodo em microscópio foram realizadas de acordo com a metodologia apresentada no Capítulo 2, item 2.2, deste documento.

Tabela 3.7 – Organismos observados no lodo ativado: coleta 10/02/09

Data da coleta: 10/02/09	
Organismos	Observações
Bactérias Filamentosas	Vários organismos identificados / sem mobilidade
Fungos	Vários organismos identificados / sem mobilidade
Bactérias Nitrificantes	Vários organismos identificados / sem mobilidade
Protozoários	- Alguns organismos identificados, apresentando bastante mobilidade. Gêneros: <i>Trachelium ovum</i>, <i>Trachelophyllum apiculatum</i> e <i>Blepharisma lateritum</i>. - Alguns organismos identificados, apresentando bastante mobilidade. Gênero: <i>Paranema sp.</i> - apenas um organismo com bastante mobilidade. Gênero identificado: <i>Epiphanes senta</i>
Classe Ciliata	
Classe Flagelados	
Classe Rotífera	

Quando comparado ao coletado no dia 27/01, o lodo do dia 10 apresentou mais variedades de organismos e maior mobilidade.

Na **Tabela 3.8**, constam os valores de oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, registrados desde sua coleta (ETEI), até a partida do Reator de Manutenção (bancada de testes).

Tabela 3.8 – Acompanhamento do lodo ativado até a partida do Reator de Manutenção: coleta 10/02/09

Parâmetros	Data da coleta: 10/02/09		
	Tempo de transporte: 25 minutos		
	Coleta	Chegada no Laboratório	Partida do Reator de Manutenção
Temperatura, (°C):	31,0	29,0	29,5
pH	7,00	7,06	7,47
OD, (mg/L)	5,03	3,50	8,10

No **Apêndice G**, encontram-se as planilhas de acompanhamento do lodo, utilizadas para o registro das informações apresentadas nas **Tabelas 3.7 e 3.8**.

Os testes-controle realizados nestes dias de testes foram os 03, 07 (11/02/09), 08 e 11 (12/02/09). A **Tabela 3.9** apresenta os valores das TCO's e TCOe's de cada teste, assim como o acompanhamento do oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, durante as diferentes etapas do estudo de bancada.

Tabela 3.9 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada: testes 03, 07, 08 e 11

Teste	TCO (*)	TCOe (**)	Reator de Manutenção			Variação do pH		Teste de Respirometria	
			Temp. (°C)	pH	OD (mg/L)	pH partida	pH ajustado	Temperatura no final do teste, (°C)	pH final
03	6,58	2,33	27,1	7,78	6,40	7,78	--	31,9	7,68
07	8,80	3,11	31,3	7,67	6,25	7,67	--	32,5	7,42
08	6,18	2,18	28,3	7,70	6,57	7,70	--	32,0	7,65
11	4,83	1,71	27,5	7,81	6,60	7,81	--	28,3	7,59

* (mg.L⁻¹.h⁻¹) ** (mg.g⁻¹.h⁻¹)

No **Apêndice H**, encontram-se as planilhas de acompanhamento dos estudos de bancada e testes de respirometria, utilizadas para o registro das informações apresentadas nas **Tabelas 3.9**.

O comportamento dos testes-controle realizados nestes dias de testes está representado na **Figura 3.2**.

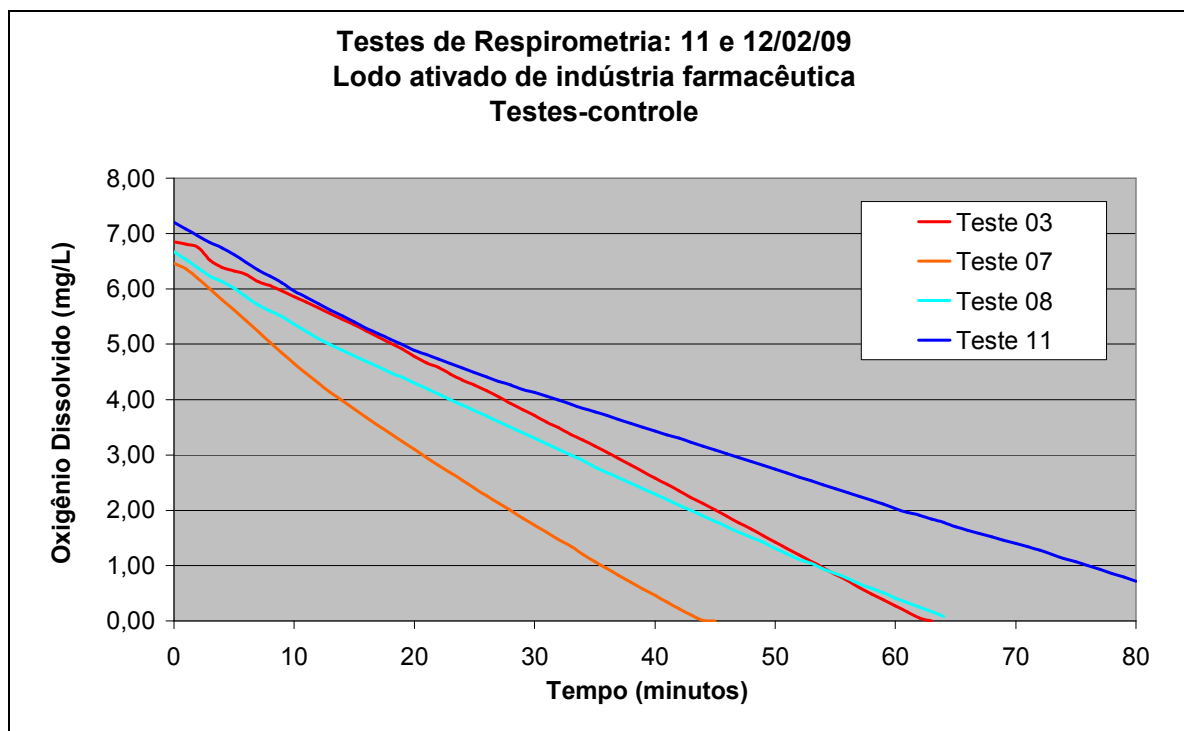


Figura 3.2 – Testes-controle dos dias 11 e 12/02/09

O gráfico da **Figura 3.2** e a **Tabela 3.9** mostram que o teste 07 apresentou a maior taxa de consumo de oxigênio ($TCO=8,80 \text{ mg.L}^{-1}.\text{h}^{-1}$) e o teste 11 a menor ($TCO=4,83 \text{ mg.L}^{-1}.\text{h}^{-1}$). Comparando os mesmos gráficos aos dados apresentados na **Tabela 3.9**, pôde-se observar a existência de uma relação entre a TCO e temperatura do lodo.

A **Figura 3.3** mostra o gráfico com as temperaturas do lodo no Reator de Manutenção e no final dos testes de respirometria.

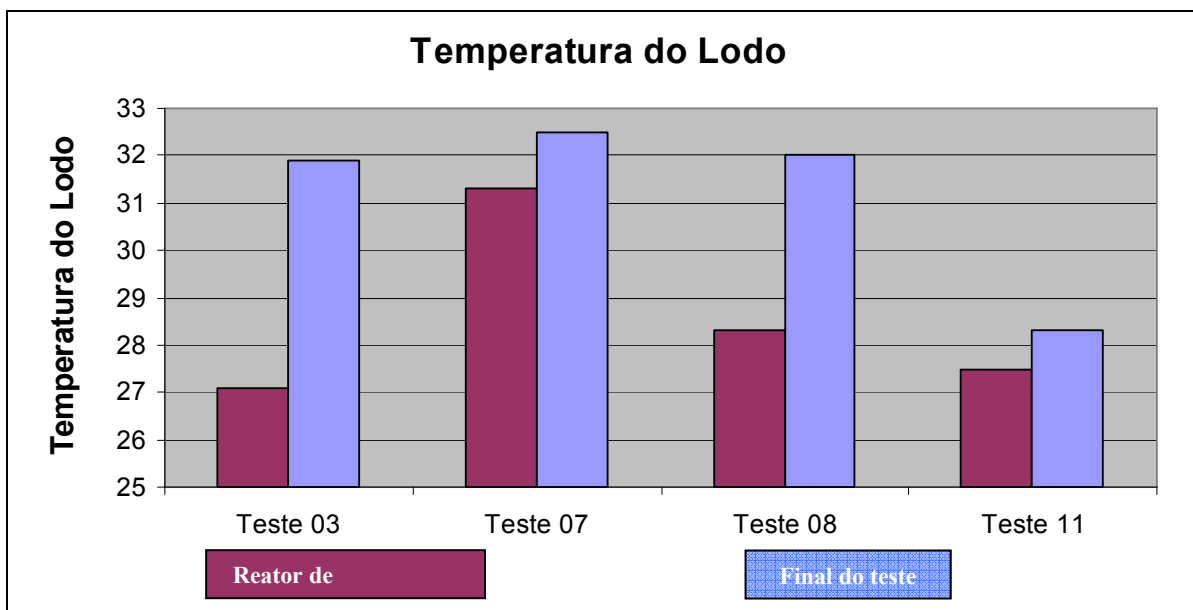


Figura 3.3 – Temperatura do lodo no Reator de Manutenção e no final dos testes

As TCO's dos testes acompanharam os valores de temperatura do lodo, sendo observado TCO's maiores associados a temperaturas maiores e TCO's menores associadas a menores temperaturas. A diferença entre as temperaturas do lodo no final dos testes 07 e 11 foi de aproximadamente 4,0 °C. Já nos testes 03 e 08, essa diferença foi da ordem de 1,0 °C (Reator de Manutenção), da mesma forma que os resultados das TCO's mantiveram-se dentro de valores muito próximos.

- **Testes do dia 13/02/09**

A amostra de lodo ativado utilizada nos testes realizados no dia 13/02/09 foi coletada no dia 12/02. Coletaram-se também amostras do afluente e efluente da ETEI, cujos resultados encontram-se no **Apêndice B** deste documento.

A **Tabela 3.10** apresenta os resultados de eficiência da ETEI, assim como a concentração de lodo no tanque de aeração no dia da coleta.

Tabela 3.10 – Eficiência da ETEI da indústria farmacêutica e concentração de lodo no tanque de aeração: coleta 12/02/09

Parâmetros	Data da coleta: 12/02/09
Eficiência _{DQO} (%)	97
RNFT (mg/L)	4463
RNFV (mg/L)	3059
RNFV / RNFT	0,68

Os resultados mostraram que, no dia da coleta, a ETEI operou com concentrações de lodo no tanque de aeração menores do que a média da ETEI (Capítulo 2, Item 2.1), porém, dentro da faixa normal de operação. A relação RNFV/RNFT de 0,68 indica uma elevada idade do lodo, porém, segundo Von Sperling (2002), dentro da faixa de valores médios para sistemas de aeração prolongada ($RNFV / RNFT = 0,60$ a $0,75$). Os demais resultados mostraram que a ETEI apresentou boa eficiência na redução da carga orgânica e nenhuma toxicidade, mantendo-se dentro das suas características normais de operação.

Além das análises físico-químicas e toxicológicas foram também realizadas observações microscópicas do lodo cujos registros constam na **Tabela 3.11**. As observações do lodo em microscópio foram realizadas de acordo com a metodologia apresentada no Capítulo 2, item 2.2, deste documento.

Tabela 3.11 – Organismos observados no lodo ativado: coleta 12/02/09

Data da coleta: 12/02/09	
Organismos	Observações
Bactérias Filamentosas	Vários organismos identificados / sem mobilidade
Fungos	Vários organismos identificados / sem mobilidade
Bactérias Nitrificantes	Vários organismos identificados / sem mobilidade
Protozoários	- Alguns organismos identificados, apresentando bastante mobilidade. Gêneros: <i>Trachelium ovum</i> e <i>Blepharisma lateritum</i> . - Alguns organismos identificados, apresentando bastante mobilidade. Gênero: <i>Paranema sp.</i> - apenas um organismo com bastante mobilidade. Gênero identificado: <i>Epiphanes senta</i>
Classe Ciliata	
Classe Flagelados	
Classe Rotífera	

O lodo coletado no dia 12 apresentou características muito parecidas com o lodo coletado no dia 10/02/09.

Na **Tabela 3.12**, constam os valores de oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, registrados desde sua coleta (ETEI), até a partida do Reator de Manutenção (bancada de testes).

Tabela 3.12 – Acompanhamento do lodo ativado até a partida do Reator de Manutenção: coleta 12/02/09

Parâmetros	Data da coleta: 12/02/09		
	Tempo de transporte: 25 minutos		
	Coleta	Chegada no Laboratório	Partida do Reator de Manutenção
Temperatura, (°C):	33,0	31,0	31,0
pH	7,00	7,06	7,07
OD, (mg/L)	4,87	2,50	7,60

No **Apêndice G**, encontram-se as planilhas de acompanhamento do lodo, utilizadas para o registro das informações apresentadas nas **Tabelas 3.11 e 3.12**.

Os testes-controle realizados nestes dias de testes foram os testes 12 e 17. A **Tabela 3.13** apresenta os valores das TCO's e TCOe's de cada teste, assim como o acompanhamento do oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, durante as diferentes etapas do estudo de bancada.

Tabela 3.13 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada: testes 12 e 17

Teste	TCO (*)	TCOe (**)	Reator de Manutenção			Variação do pH		Teste de Respirometria	
			Temp. (°C)	pH	OD (mg/L)	pH partida	pH ajustado	Temperatura no final do teste, (°C)	pH final
12	4,70	1,53	23,7	7,96	7,69	7,96	--	28,5	7,61
17	4,53	1,48	23,8	7,92	7,50	7,92	--	26,6	7,70

* (mg.L⁻¹.h⁻¹) ** (mg.g⁻¹.h⁻¹)

No **Apêndice H**, encontram-se as planilhas de acompanhamento dos estudos de bancada e testes de respirometria, utilizadas para o registro das informações apresentadas nas **Tabelas 3.13**.

O comportamento dos testes-controle realizados nestes dias de testes está representado na **Figura 3.4**.

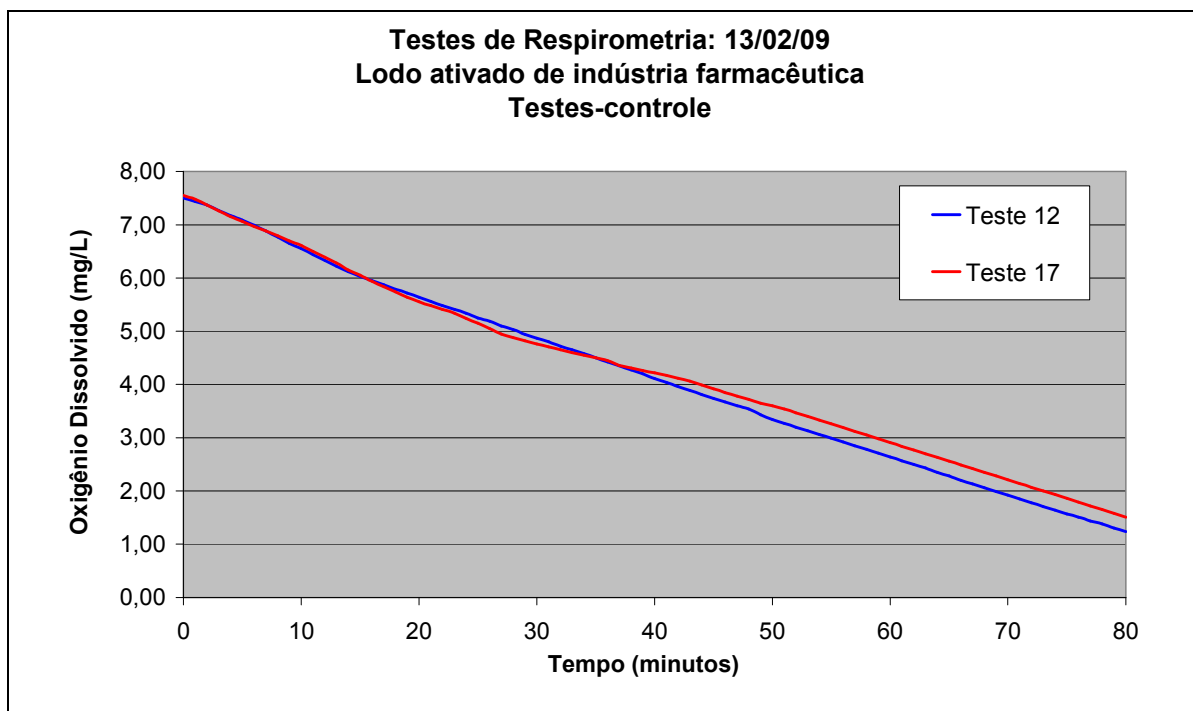


Figura 3.4 – Testes-controle do dia 13/02/09

A **Figura 3.4** e a **Tabela 3.13** mostram que as TCO's dos dois testes apresentaram-se muito próximas. Através dos dados apresentados na **Tabela 3.13** pode-se observar também uma pequena diferença de temperatura e pH do lodo dos dois testes.

Da mesma forma que nos testes anteriores, as TCO's dos testes 12 e 17 acompanharam os valores de temperatura do lodo.

- ***Análise comparativa do comportamento dos lodos ativados nas condições normais de operação - indústria farmacêutica***

Para o desenvolvimento deste estudo, entendeu-se como sendo “condições normais de operação” aquelas em que o lodo esteve livre dos interferentes externos estranhos a estes.

Os resultados das análises das amostras dos afluentes, lodos e efluentes da ETEI da indústria farmacêutica, coletadas nos dias 27/01/09, 10 e 12/02/09, indicaram que a ETEI apresentou características operacionais muito parecidas, nos três dias de coleta. Os resultados mostraram que a ETEI operou com praticamente a mesma concentração de lodos ativados no tanque de aeração, nos três dias de

coleta, e dentro da faixa normal de operação, embora menor do que a média da ETEI (Capítulo 2, Item 2.1).

As relações RNFV/RNFT indicaram que a ETEI operou com lodo de elevada idade, estando coerentes com a relação média da ETEI e, segundo Von Sperling (2002), dentro da faixa de valores médios para sistemas de aeração prolongada. Já as observações microscópicas do lodo indicaram que as amostras de lodo coletadas nos dias 10 e 12/02/09 apresentaram maior variedade de organismos, assim como uma maior mobilidade dos mesmos.

Os demais resultados mostraram que a ETEI apresentou boa eficiência na redução da carga orgânica e nenhuma toxicidade, mantendo-se dentro das suas características normais de operação.

Através das tabelas dos resultados do acompanhamento do lodo até a partida do Reator de Manutenção (**Tabelas 3.4, 3.8 e 3.12**) foi verificado que os procedimentos de coleta e transporte do lodo, da ETEI até a bancada de testes, garantiram a preservação da atividade biológica do mesmo, não interferindo de forma significativa nos resultados dos testes.

A **Tabela 3.14** apresenta os valores das TCO's e TCOe's dos testes-controle, assim como o acompanhamento do oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, durante as diferentes etapas do estudo de bancada.

Tabela 3.14 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo dos testes-controle: indústria farmacêutica

Teste	TCO (*)	TCOe (**)	Reator de Manutenção			Variação do pH		Teste de Respirometria	
			Temp. (°C)	pH	OD (mg/L)	pH partida	pH ajustado	Temp. final do teste, (°C)	pH final
01	4,63	1,56	27,4	7,28	5,74	7,28	--	30,0	7,08
02	5,29	1,79	27,4	7,28	5,74	7,28	--	30,3	6,75
03	6,58	2,33	27,1	7,78	6,40	7,78	--	31,9	7,68
07	8,80	3,11	31,3	7,67	6,25	7,67	--	32,5	7,42
08	6,18	2,18	28,3	7,70	6,57	7,70	--	32,0	7,65
11	4,83	1,71	27,5	7,81	6,60	7,81	--	28,3	7,59
12	4,70	1,53	23,7	7,96	7,69	7,96	--	28,5	7,61
17	4,53	1,48	23,8	7,92	7,50	7,92	--	26,6	7,70

* (mg.L⁻¹.h⁻¹) ** (mg.g⁻¹.h⁻¹)

O comportamento dos testes-controle realizados com o lodo da indústria farmacêutica está representado na **Figura 3.5**. No que se refere aos testes realizados no dia 29/01/09, o teste 01 não está sendo considerado nos gráficos apresentados na Figura 3.5, tendo em vista ter sido utilizado volume diferente de alimento-padrão para o desenvolvimento do teste.

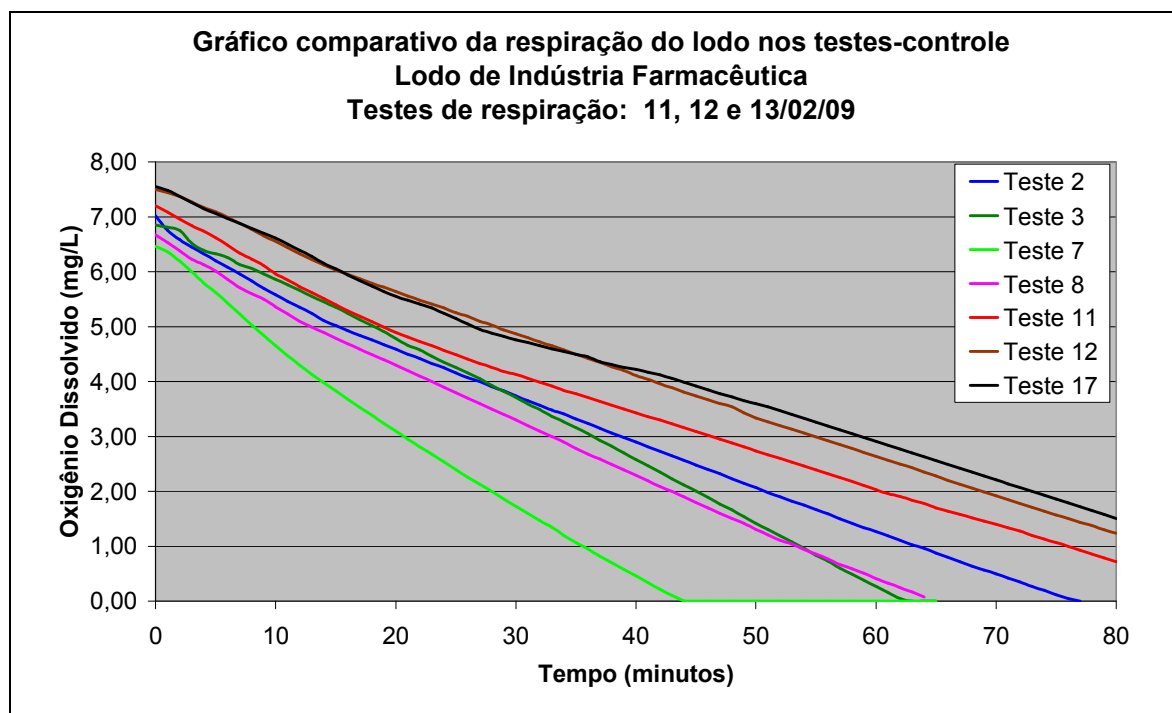


Figura 3.5 – Testes-controle realizados com o lodo da indústria farmacêutica

A **Figura 3.6** apresenta o acompanhamento das temperaturas do lodo no Reator de Manutenção e ao final dos testes de respirometria.

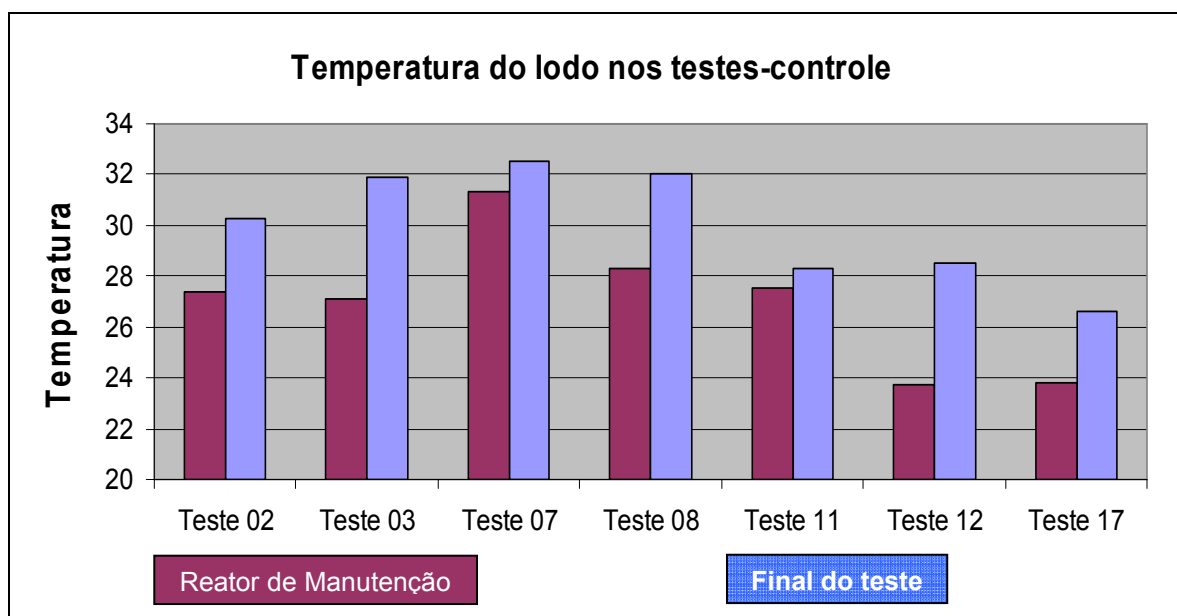


Figura 3.6 – Temperaturas do lodo no Reator de Manutenção e ao final dos testes

A **Tabela 3.15** apresenta a média das temperaturas ambiente nos dias dos testes com o lodo da indústria farmacêutica.

Tabela 3.15 – Média das temperaturas ambiente: indústria farmacêutica

Data	Testes	Temperatura ambiente (°C)
29/01/09	01 e 02	29
11/02/09	03 a 07	31
12/02/09	08 a 11	29,3
13/02/09	12 a 17	24,8

A **Figura 3.7** relaciona temperatura e TCO, podendo ser verificado o crescimento da TCO com o aumento da temperatura. Através dessa figura, também pôde ser observada a influência do volume de alimento na TCO do teste 01, embora a temperatura do lodo, no final deste teste, tenha apresentado valores elevados quando comparados a outros testes.

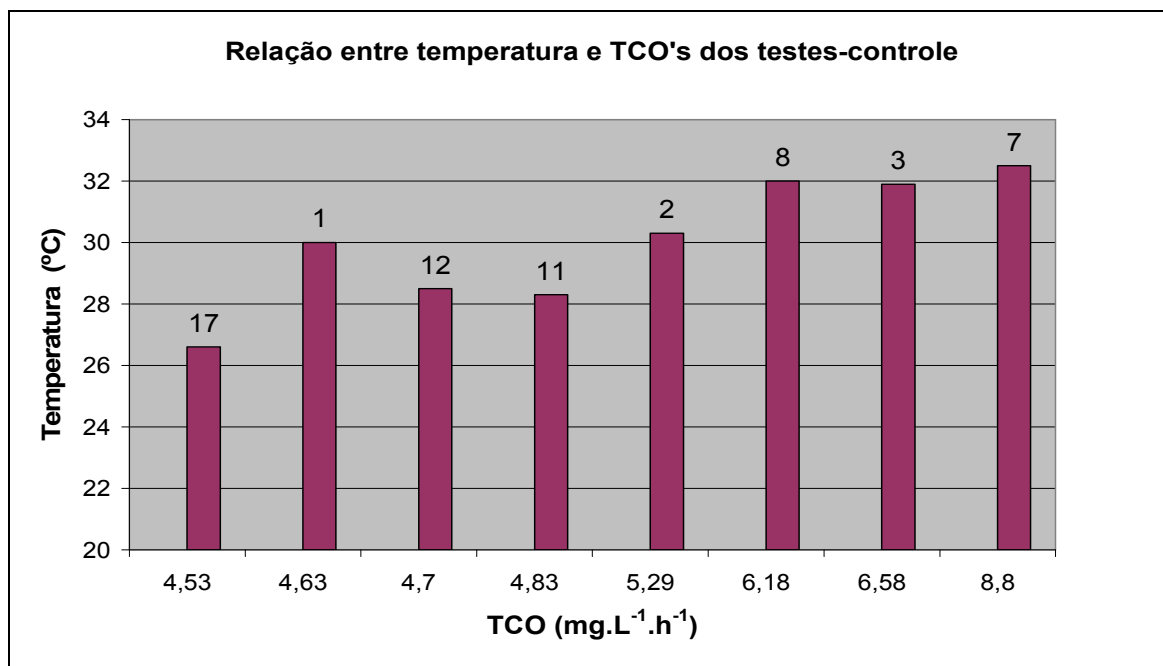


Figura 3.7 – Relação entre temperatura e TCO dos testes-controle

Através da interpretação dos gráficos e tabelas, foi verificado que o comportamento das TCO's acompanhou a variação da temperatura nos testes. Comparando os testes de maior e menor TCO, testes 07 e 17 respectivamente, pôde-se observar que a temperatura final dos referidos testes também são as de maior e menor valor, como pode ser observado através da **Tabela 3.14**.

3.2.2. Lodo ativado da indústria alimentícia 01

- **Testes do dia 04/03/09**

A amostra de lodo ativado utilizada nos testes realizados no dia 04/03/09 foi coletada no dia 03/03/09. Além delas também coletaram-se amostras do afluente e efluente da ETEI, cujos resultados encontram-se no **Apêndice B** deste documento.

A **Tabela 3.16** apresenta os resultados de eficiência da ETEI, assim como a concentração de lodo no tanque de aeração no dia da coleta.

Tabela 3.16 – Eficiência da ETEI da indústria alimentícia 01 e concentração de lodo no tanque de aeração: coleta 03/03/09

Parâmetros	Data da coleta: 03/03/09
Eficiência _{DQO} (%)	94
RNFT (mg/L)	3410
RNFV (mg/L)	2400
RNFV / RNFT	0,70

Os resultados mostraram que, no dia da coleta, a ETEI operou com concentrações de lodo no tanque de aeração muito próximas à média do sistema (Capítulo 2, Item 2.1), porém a carga orgânica afluente apresentou-se bem inferior à média. A relação RNFV/RNFT de 0,70 apresentou-se abaixo da relação média da ETEI (0,78), no entanto dentro da faixa de valores médios para sistemas de aeração prolongada ($RNFV / RNFT = 0,60$ a $0,75$), segundo Von Sperling (2002). Os demais resultados mostraram que a ETEI apresentou boa eficiência na redução da carga orgânica e nenhuma toxicidade, mantendo-se dentro das suas características normais de operação.

Além das análises físico-químicas e toxicológicas, foram também realizadas observações microscópicas do lodo cujos registros constam na **Tabela 3.17**.

Tabela 3.17 – Organismos observados no lodo ativado: coleta 03/03/09

Data da coleta: 03/03/09	
Organismos	Observações
Bactérias Filamentosas	Alguns organismos identificados / sem mobilidade
Protozoários	
Classe Ciliata	- Colônia de ciliados pendulados (fixos). Gênero: <i>Epistylis</i> sp. - Alguns organismos apresentando bastante mobilidade, semelhante ao <i>Metopus</i> sp., <i>Trachelium ovum</i> ;
Classe Ameba	- Alguns organismos apresentando bastante mobilidade, semelhante a <i>Arcella</i> sp.;
Classe Flagelados	- Alguns organismos apresentando bastante mobilidade. Gênero: <i>Paranema</i> sp.
Classe Rotífera	- apenas um organismo com bastante mobilidade. Gênero identificado: <i>Epiphanes senta</i>

Verificou-se grande variedade de organismos e bastante mobilidade no lodo.

Na **Tabela 3.18**, constam os valores de oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, registrados desde sua coleta (ETEI), até a partida do Reator de Manutenção (bancada de testes).

Tabela 3.18 – Acompanhamento do lodo ativado até a partida do Reator de Manutenção: coleta 03/03/09

Parâmetros	Data da coleta: 03/03/09		
	Tempo de transporte: 40 minutos		
	Coleta	Chegada no Laboratório	Partida do Reator de Manutenção
Temperatura, (°C):	29,0	30,0	29,0
pH	7,30	7,19	7,19
OD, (mg/L)	6,34	3,50	4,80

No **Apêndice G**, encontram-se as planilhas de acompanhamento do lodo, utilizadas para o registro das informações apresentadas nas **Tabelas 3.17 e 3.18**.

Os testes-controle realizados nestes dias de testes foram os de número 18 e 28. A **Tabela 3.19** apresenta os valores das TCO's e TCOe's de cada teste, assim como o acompanhamento do oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, durante as diferentes etapas do estudo de bancada.

Tabela 3.19 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada: testes 18 e 28

Teste	TCO (*)	TCOe (**)	Reator de Manutenção			Variação do pH		Teste de Respirometria	
			Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	pH partida	pH ajustado	Temperatura no final do teste, (°C)	pH final
18	5,83	2,43	28,0	7,01	6,60	7,01	--	28,5	7,08
28	8,13	3,39	31,0	7,20	6,44	7,20	--	29,1	7,27

* (mg.L⁻¹.h⁻¹) ** (mg.g⁻¹.h⁻¹)

No **Apêndice H** encontram-se as planilhas de acompanhamento dos estudos de bancada e testes de respirometria, utilizadas para o registro das informações apresentadas nas **Tabelas 3.19**.

O comportamento dos testes-controle, realizados nestes dias de testes, está representado na **Figura 3.8**.

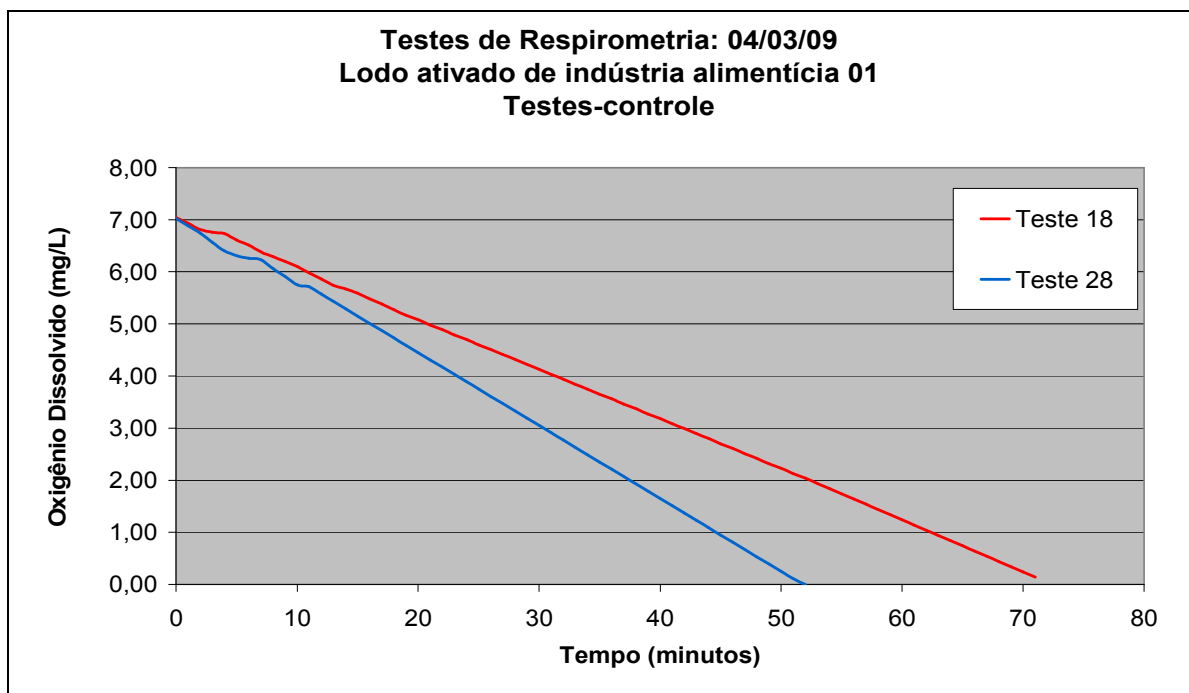


Figura 3.8 – Testes-controle do dia 04/03/09: indústria alimentícia 01

A **Figura 3.9** apresenta a relação entre a temperatura e a TCO dos testes-controle.

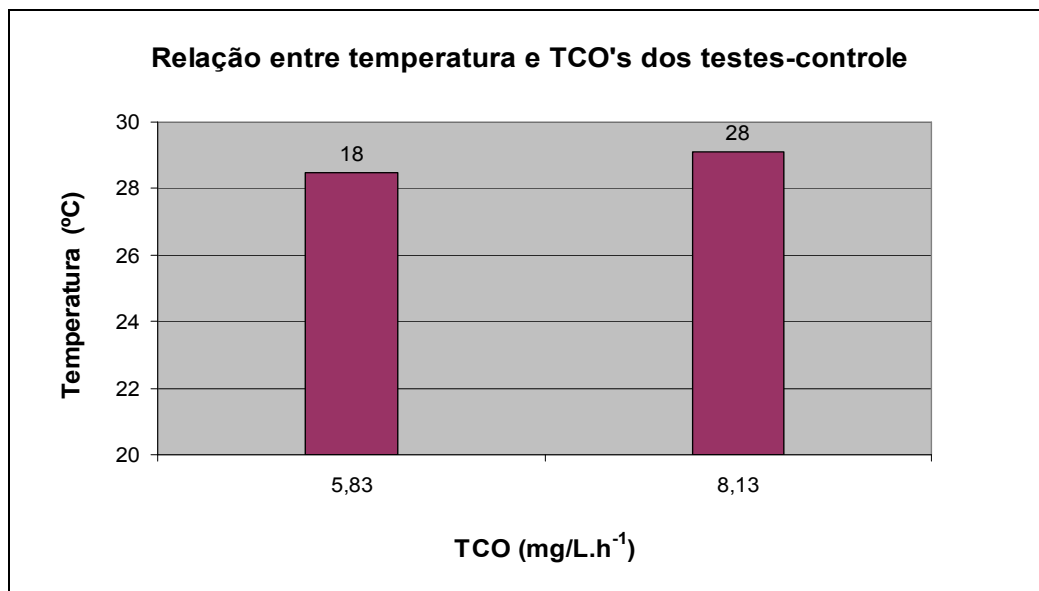


Figura 3.9 - Relação entre temperatura e TCO dos testes-controle

As **Figuras 3.8 e 3.9** mostram que a maior taxa de consumo de oxigênio (TCO) foi observada no teste 28 (8,13 mg.L⁻¹.h⁻¹). Comparando os mesmos gráficos

aos dados apresentados na Tabela 3.19, pôde-se observar a existência de uma relação entre a TCO e a temperatura do lodo, mesmo sendo pequena a diferença entre as temperaturas.

No que se refere ao pH, o teste que apresentou maior TCO deu-se onde o lodo apresentou maior valor de pH. Através da Tabela 3.19, verificou-se que, ao final dos dois testes, o pH do lodo teve um pequeno acréscimo.

3.2.3. Lodo ativado da indústria alimentícia 02

- *Testes do dia 04/03/09*

A amostra de lodo ativado utilizada nos testes realizados no dia 04/03/09 foi coletada no dia 04/03/09 juntamente com as amostras do afluente e efluente da ETEI, cujos resultados encontram-se no **Apêndice B** deste documento.

A **Tabela 3.20** apresenta os resultados de eficiência da ETEI, assim como a concentração de lodo no tanque de aeração no dia da coleta.

Tabela 3.20 – Eficiência da ETEI da indústria alimentícia 02 e concentração de lodo no tanque de aeração: coleta 04/03/09

Parâmetros	Data da coleta: 04/03/09
Eficiência _{DQO} (%)	98,5
RNFT (mg/L)	2995
RNFV (mg/L)	2335
RNFV / RNFT	0,78

Os resultados mostraram que, no dia da coleta, a ETEI operou com concentrações de lodo no tanque de aeração abaixo da média da ETEI (Capítulo 2, Item 2.1), com carga orgânica afluente superior à média. Os demais resultados mostraram que a ETEI apresentou boa eficiência na redução da carga orgânica e nenhuma toxicidade, mantendo-se dentro das suas características normais de operação.

A relação RNFV/RNFT de 0,78 indica um lodo mais novo, estando, segundo Von Sperling (2002), dentro da faixa de valores médios para sistemas de lodos ativados convencional (RNFV / RNFT = 0,70 a 0,85). Vale ressaltar que o sistema de lodos ativados da ETEI da indústria alimentícia 02 opera com fluxo intermitente (batelada), na modalidade de aeração prolongada.

Além das análises físico-químicas e toxicológicas, foram também realizadas observações microscópicas do lodo cujos registros constam na **Tabela 3.21**.

Tabela 3.21 – Organismos observados no lodo ativado: coleta 04/03/09

Data da coleta: 04/03/09	
Organismos	Observações
Bactérias Filamentosas	Vários organismos identificados / sem mobilidade
Protozoários	
Classe Ciliata	- Colônia de ciliados pendulados (fixos). Gênero: <i>Epistylis sp.</i> - Alguns organismos apresentando bastante mobilidade, semelhante ao <i>Blepharisma lateritum</i> , <i>Trachelium ovum</i> e <i>Metopus sp.</i>
Classe Flagelados	- Alguns organismos apresentando bastante mobilidade. Gênero: <i>Paranema sp.</i>
Classe Rotífera	- apenas um organismo com bastante mobilidade. Gênero identificado: <i>Epiphanes senta</i>

O lodo apresentou grande variedade de organismos e bastante mobilidade.

Na **Tabela 3.22**, constam os valores de oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, registrados desde sua coleta (ETEI) até a partida do Reator de Manutenção (bancada de testes).

Tabela 3.22 – Acompanhamento do lodo ativado até a partida do Reator de Manutenção: coleta 04/03/09

Parâmetros	Data da coleta: 04/03/09		
	Tempo de transporte: 25 minutos		
	Coleta	Chegada no Laboratório	Partida do Reator de Manutenção
Temperatura, (°C):	32,0	33,9	33,5
pH	7,60	7,60	7,66
OD, (mg/L)	2,10	0,45	1,25

Os valores de oxigênio dissolvido, registrados através da **Tabela 3.22**, indicam uma elevada quantidade de carga orgânica na mistura lodo ativado/afluente, no momento da coleta do lodo na indústria. Para que o OD do Reator de Manutenção alcançasse valores superiores a 4,00 mg/L, foi necessária a aeração do lodo no Reator de Manutenção por 40 minutos.

No **Apêndice G**, encontram-se as planilhas de acompanhamento do lodo, utilizadas para o registro das informações apresentadas nas Tabelas **3.21 e 3.22**.

Os testes-controle realizados nestes dias foram os de números 29 e 36. A **Tabela 3.23** apresenta os valores das TCO's e TCOe's de cada teste, assim como o acompanhamento do oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, durante as diferentes etapas do estudo de bancada.

Tabela 3.23 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada: testes 29 e 36

Teste	TCO (*)	TCOe (**)	Reator de Manutenção			Variação do pH		Teste de Respirometria	
			Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	pH partida	pH ajustado	Temperatura no final do teste, (°C)	pH final
29	16,41	7,03	30,1	8,24	4,61	8,24	--	29,2	8,26
36	16,51	7,07	30,1	8,30	4,61	8,30	--	29,3	8,33

* (mg.L⁻¹.h⁻¹) ** (mg.g⁻¹.h⁻¹)

No **Apêndice H**, encontram-se as planilhas de acompanhamento dos estudos de bancada e testes de respirometria, utilizadas para o registro das informações apresentadas nas **Tabelas 3.23**.

O comportamento dos testes-controle, realizados nestes dias, está representado na **Figura 3.10**.

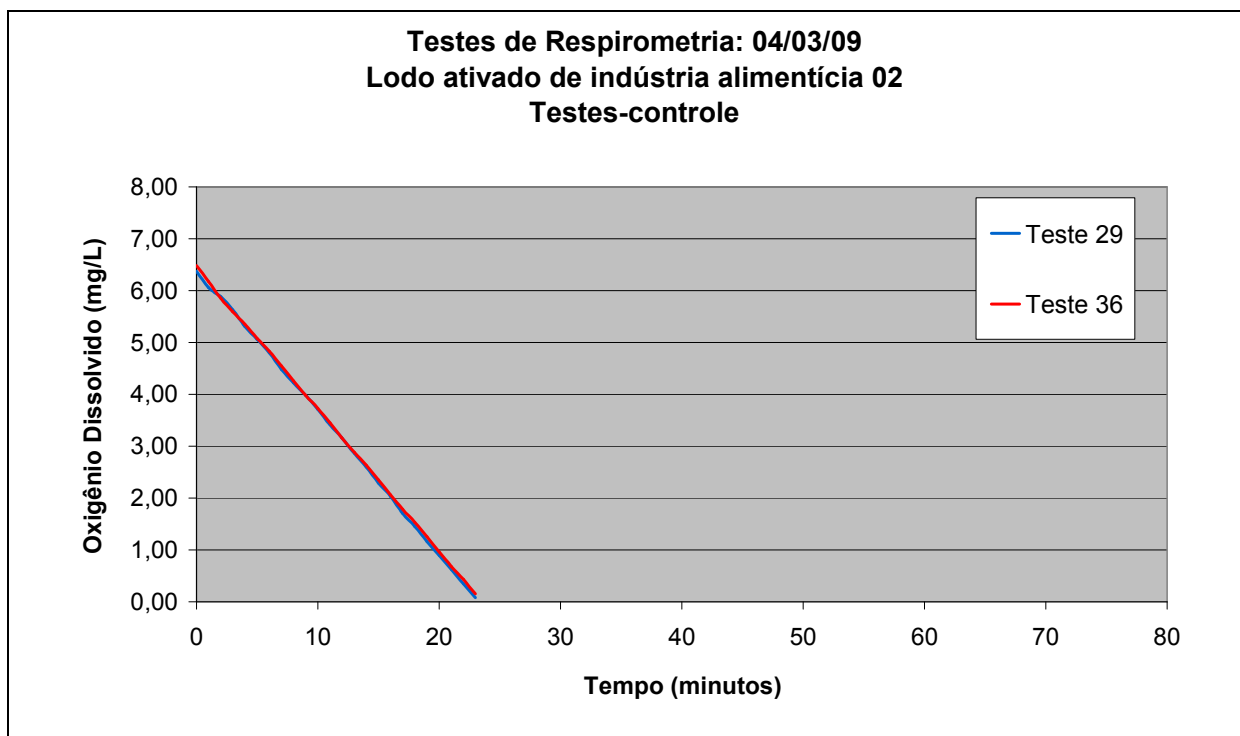


Figura 3.10 – Testes-controle do dia 04/03/09: indústria alimentícia 02

A **Figura 3.10** e a **Tabela 3.23** mostram que as taxas de consumo de oxigênio (TCO) dos dois testes foram bem parecidas e assumiram valores bastante elevados.

Através da **Tabela 3.23**, puderam ser observadas as condições de temperatura e pH nas diferentes etapas do teste, sendo verificado pouca diferença entre os resultados dos mesmos.

3.2.4. Análise comparativa do comportamento dos três lodos ativados nas condições normais de operação

Através das observações microscópicas do lodo, pôde verificar-se que os lodos das indústrias alimentícias apresentaram maior mobilidade, apresentando características de lodo jovem para o lodo da indústria alimentícia 02. Já o da indústria farmacêutica apresentou maior quantidade de organismos filamentosos e presença de fungos, características de lodo estressado.

A **Tabela 3.24** apresenta a relação de organismos identificados nas amostras de lodo.

Tabela 3.24 – Relação de organismos identificados nas amostras de lodo

Organismos	Testes					
	Indústria farmacêutica				Indústria alimentícia 01	Indústria alimentícia 02
	01 e 02	03 a 07	08 a 11	12 a 17	18 a 28	29 a 36
Fungos	X	X		X		
Bactérias Filamentosas	X	X		X	X	X
Bactérias Nitrificantes	X	X		X		
Protozoários						
Classe Ciliata						
<i>Trachelophyllum</i>	X					
<i>Trachelium ovum</i>		X		X	X	X
<i>Trachelophyllum apiculatum</i>		X				
<i>Blepharisma lateritum.</i>		X		X		X
<i>Epistylis sp.</i>					X	X
<i>Metopus sp.</i>					X	X
Classe Ameba						
<i>Tecameba</i>	X					
<i>Arcella sp</i>					X	
Classe Flagelados						
<i>Paranema sp</i>	X	X		X	X	X
Classe Rotífera						
<i>Epiphanes senta</i>		X		X	X	X

As concentrações de lodos ativados nos tanques de aeração da ETEI da indústria farmacêutica e da indústria alimentícia 02 apresentaram valores abaixo da média; já a indústria alimentícia 01 apresentou concentração de lodo muito próxima a sua média. Considerando que a alimentação dos lodos ativados nas diferentes fases dos testes foi realizada com base nas A/M médias de cada ETEI, pôde-se concluir que as A/M reais de alimentação dos reatores de bancada, utilizados nos testes com os lodos da indústria farmacêutica e da indústria alimentícia 02, foram maiores do que as A/M médias.

A **Tabela 3.25** apresenta as concentrações das amostras de lodo ativado utilizados nos testes.

Tabela 3.25 – Concentrações de lodo nas amostras

Parâmetros	Indústria Farmacêutica				Indústria Alimentícia 01	Indústria Alimentícia 02
	Testes 01 e 02	Testes 03 a 07	Testes 08 a 11	Testes 12 a 17	Testes 18 a 28	Testes 29 a 36
RNFT (mg/L)	4505	4241		4463	3410	2995
RNFV (mg/L)	2965	2828		3059	2400	2335
RNFV / RNFT	0,66	0,67		0,68	0,70	0,78

Os resultados das análises das amostras dos afluentes, lodos e efluentes, apresentados no **Apêndice B**, indicaram que as três ETEI's apresentaram características normais de operação, com excelentes eficiências de redução de carga orgânica. Considerando tratar-se de uma indústria farmacêutica e de duas indústrias de alimentos com características conhecidas, pode-se dizer que as condições observadas estão coerentes com a realidade das ETEI's.

A **Tabela 3.26** apresenta os valores das TCO's e TCOe's dos testes-controle realizados com o lodo das três indústrias, em conjunto com os valores de oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, registrados durante as diferentes etapas dos testes. Para facilitar a observação dos resultados, os testes de cada indústria foram destacados com colorações diferentes.

Tabela 3.26 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo dos testes-controle

Teste	TCO (*)	TCOe (**)	Reator de Manutenção			Variação do pH		Teste de Respirometria	
			Temp. (°C)	pH	OD (mg/L)	pH partida	pH ajustado	Temp. final do teste, (°C)	pH final
01	4,63	1,56	27,4	7,28	5,74	7,28	--	30,0	7,08
02	5,29	1,79	27,4	7,28	5,74	7,28	--	30,3	6,75
03	6,58	2,33	27,1	7,78	6,40	7,78	--	31,9	7,68
07	8,80	3,11	31,3	7,67	6,25	7,67	--	32,5	7,42
08	6,18	2,18	28,3	7,70	6,57	7,70	--	32,0	7,65
11	4,83	1,71	27,5	7,81	6,60	7,81	--	28,3	7,59
12	4,70	1,53	23,7	7,96	7,69	7,96	--	28,5	7,61
17	4,53	1,48	23,8	7,92	7,50	7,92	--	26,6	7,70
18	5,83	2,43	28,0	7,01	6,60	7,01	--	28,5	7,08
28	8,13	3,39	31,0	7,20	6,44	7,20	--	29,1	7,27
29	16,41	7,03	30,1	8,24	4,61	8,24	--	29,2	8,26
36	16,51	7,07	30,1	8,30	4,61	8,30	--	29,3	8,33

* (mg.L⁻¹.h⁻¹) ** (mg.g⁻¹.h⁻¹)

Através dos dados da **Tabela 3.24** verificou-se que o comportamento das TCO's e TCOe's do lodo das três indústrias acompanhou a variação da temperatura. Por outro lado, quando os resultados das três indústrias são comparados entre si, verifica-se uma diferença neste comportamento, levando à conclusão de que outros fatores podem ter influenciado, como, por exemplo, os organismos que compõem o lodo, as concentrações de lodo no reator-teste, a quantidade e a qualidade do alimento disponível ao lodo, dentre outros fatores.

Os resultados das TCO's e TCOe's do lodo da indústria alimentícia 02, mesmo este apresentando menor concentração de RNFV, mostraram-se bem acima dos demais lodos, independentemente dos valores das temperaturas. Essa situação pode ter sido influenciada, não só pela condição da mistura lodo ativado/afluente na amostra de lodo da indústria alimentícia 02, como também pela característica de cada lodo. Através da Tabela 3.25 observa-se que o lodo da indústria alimentícia 02 apresentou maior relação RNFV/RNFT, quando comparado aos demais lodos, indicando ser um lodo de menor idade.

Considerando a influência da temperatura no comportamento do consumo de oxigênio do lodo das três indústrias, foram comparados três testes realizados com os diferentes lodos, na mesma faixa de temperatura do Reator de Manutenção (testes 07, 28 e 29). Quando comparamos os três testes, observamos que, depois do lodo da indústria alimentícia 02, o da indústria farmacêutica apresentou a maior TCO. Por outro lado, no que se refere a TCOe, o lodo da indústria alimentícia 01 superou o da indústria farmacêutica, mesmo este apresentando maior concentração de RNFV. Tal condição mostra que a característica do lodo da indústria alimentícia 01 influenciou no comportamento do consumo de oxigênio do meio.

3.3 Avaliação do comportamento dos lodos ativados nas condições de pH variáveis.

Serão apresentadas neste item as informações referentes aos testes de respirometria, realizados com os lodos ativados da indústria farmacêutica e com o lodo das indústrias de alimentos 01 e 02, produtoras de margarinas e biscoitos, pães e bolos, respectivamente.

3.3.1. Lodos ativados da indústria farmacêutica

- ***Testes dos dias 11 e 12/02/09***

A amostra de lodo ativado, utilizada nos testes realizados nos dias 11 e 12/02/09, foi coletada no dia 10/02. Coletaram-se também amostras do afluente e efluente da ETEI, cujos resultados encontram-se no **Apêndice B** deste documento.

Neste dia, foram realizados os testes com variações de pH na faixa ácida. O comportamento dos testes realizados está representado na **Figura 3.11**.

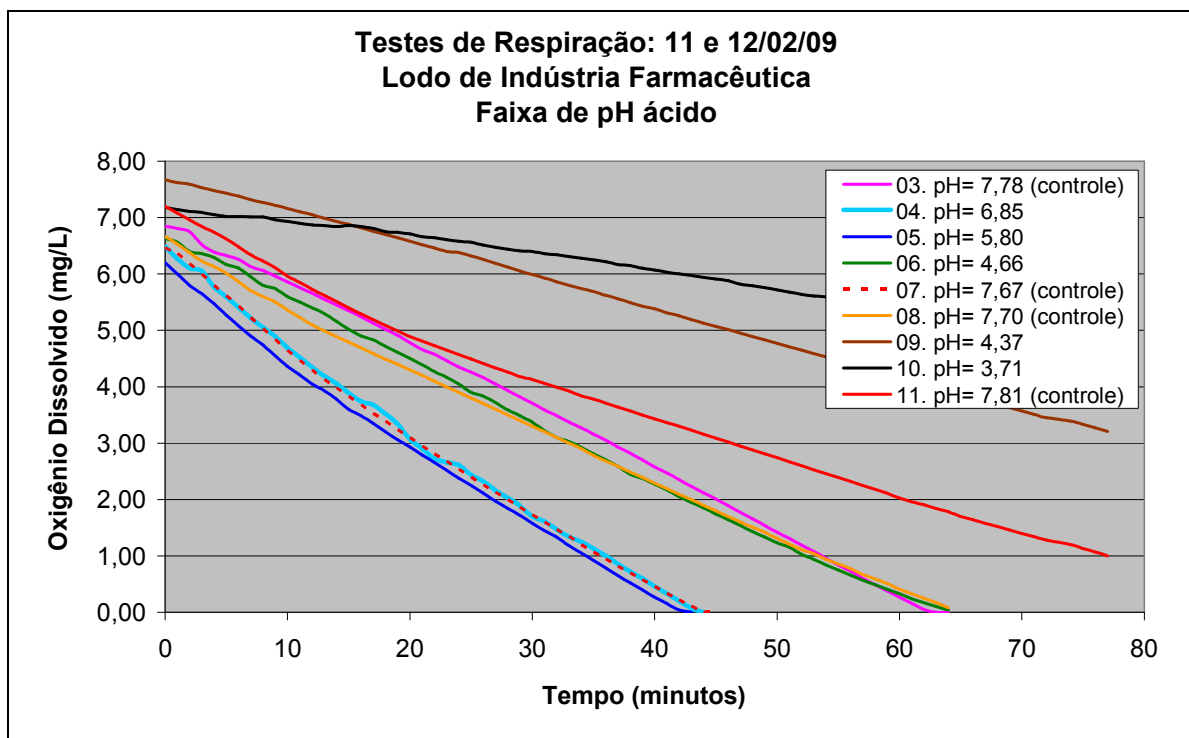


Figura 3.11 – Testes dos dias 11 e 12/02/09

A **Tabela 3.27** apresenta os valores das TCO's e TCOe's, assim como o acompanhamento do oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, durante os testes do dia 11/02/09.

Tabela 3.27 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada
 Faixa de pH ácido – 11/02/09

Teste	TCO (*)	TCOe (**)	Reator de Manutenção			Variação do pH		Teste de Respirometria	
			Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	pH partida	pH ajustado	Temperatura no final do teste, (°C)	pH final
03	6,58	2,33	27,1	7,78	6,40	7,78	--	31,9	7,68
04	8,96	3,17	29,0	7,94	6,20	7,94	6,85	33,7	7,07
05	8,60	3,04	30,7	7,64	6,03	7,64	5,80	34,5	6,23
06	6,18	2,18	31,4	7,69	6,00	7,69	4,66	36,7	5,27
07	8,80	3,11	31,3	7,67	6,25	7,67	--	32,5	7,42

* (mg.L⁻¹.h⁻¹) ** (mg.g⁻¹.h⁻¹)

A **Tabela 3.28** apresenta os valores das TCO's e TCOe's, assim como o acompanhamento do oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, durante os testes do dia 12/02/09.

Tabela 3.28 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada
Faixa de pH ácido – 12/02/09

Teste	TCO (*)	TCOe (**)	Reator de Manutenção			Variação do pH		Teste de Respirometria	
			Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	pH partida	pH ajustado	Temperatura no final do teste, (°C)	pH final
08	6,18	2,18	28,3	7,70	6,57	7,70	--	32,0	7,65
09	1,85	0,66	28,6	7,78	6,66	7,78	3,71	29,0	4,25
10	3,53	1,25	26,0	7,81	6,61	7,81	4,37	26,6	4,95
11	4,83	1,71	27,5	7,81	6,60	7,81	--	28,3	7,59

* (mg.L⁻¹.h⁻¹) ** (mg.g⁻¹.h⁻¹)

- **Testes dos dias 13/02/09**

A amostra de lodo ativado, utilizada nos testes realizados no dia 13/02/09, foi coletada no dia 12/02. Coletaram-se também amostras do afluente e efluente da ETEI, cujos resultados encontram-se no **Apêndice B** deste documento.

Nesse dia, foram realizados os testes com variações de pH na faixa alcalina. O comportamento dos testes realizados está representado na **Figura 3.12**.

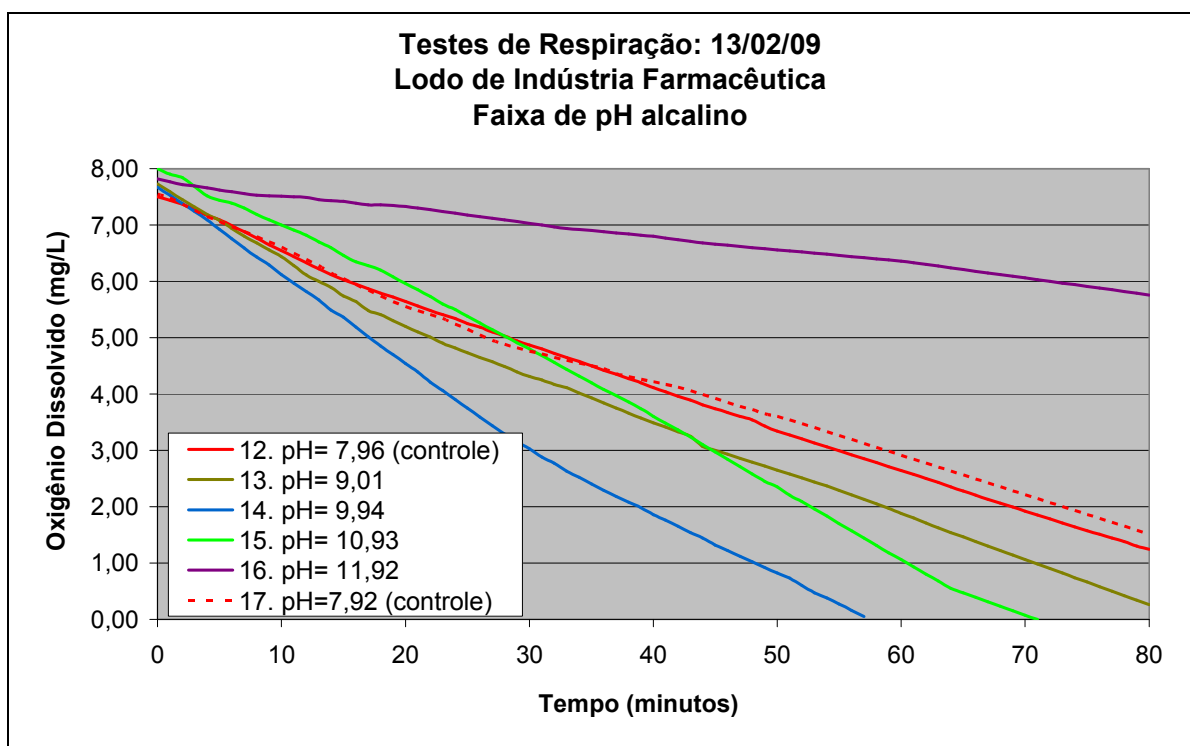


Figura 3.12 – Testes do dia 13/02/09

A **Tabela 3.29** apresenta os valores das TCO's e TCOe's, assim como o acompanhamento do oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, durante os testes do dia 13/02/09.

Tabela 3.29 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada
Faixa de pH alcalino – 13/02/09

Teste	TCO (*)	TCOe (**)	Reator de Manutenção			Variação do pH		Teste de Respirometria	
			Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	pH partida	pH ajustado	Temperatura no final do teste, (°C)	pH final
12	4,70	1,53	23,7	7,96	7,69	7,96	--	28,5	7,61
13	5,60	1,83	23,8	7,93	7,20	7,93	9,01	28,2	8,34
14	8,02	2,62	23,8	7,93	7,20	7,93	9,94	28,3	9,18
15	6,80	2,22	24,0	7,93	7,70	7,93	10,93	29,1	9,90
16	1,55	0,51	24,0	7,93	7,70	7,93	11,92	25,1	11,60
17	4,53	1,48	23,8	7,93	7,50	7,92	--	26,6	7,70

* (mg.L⁻¹.h⁻¹) ** (mg.g⁻¹.h⁻¹)

- **Análise comparativa do comportamento dos lodos ativados nas condições de pH variáveis - indústria farmacêutica**

Através da avaliação do gráfico das **Figuras 3.11 e 3.12** e dos resultados apresentados nas **Tabelas 3.27, 3.28 e 3.29**, pôde ser observado que o lodo da ETEI da indústria farmacêutica consumiu mais oxigênio na faixa de pH ácido. A maior taxa de consumo de oxigênio foi observada no teste 04, onde o pH foi baixado de 7,94 para 6,85. Observou-se também que a temperatura ambiente, medida nos dias de testes com a faixa ácida (11 e 12/02/09), mostrou-se bem acima da temperatura do dia dos testes na faixa alcalina, como pode ser observado através da **Tabela 3.30**.

Tabela 3.30 – Média das temperaturas ambiente: indústria farmacêutica

Data	Testes	Temperatura ambiente (°C)
11/02/09	03 a 07	31
12/02/09	08 a 11	29,3
13/02/09	12 a 17	24,8

O comportamento do consumo de oxigênio pelo lodo nos pH's fora dos valores de origem, tanto para a faixa de pH ácido quanto para a alcalina, mostrou-se melhor do que nos pH's de origem (testes-controle), exceto nos valores extremos. Essa situação sugere que a alteração do pH para valores não críticos, pode levar o lodo uma maior atividade metabólica como defesa ou resistência às modificações do pH, fazendo com que este consuma uma maior quantidade de oxigênio.

Quando o pH alcançou valores mais críticos, pôde-se observar a diminuição acentuada do consumo de oxigênio pelo lodo, sugerindo que este perdeu a capacidade de resistir ou de se adaptar a um meio mais agressivo.

A **Figura 3.13** apresenta a relação entre as taxas de consumo de oxigênio (TCO e TCOe) e os pH's, nos testes com os lodos ativados da indústria farmacêutica submetidos à variação de pH, retratando de forma clara as interpretações descritas acima.

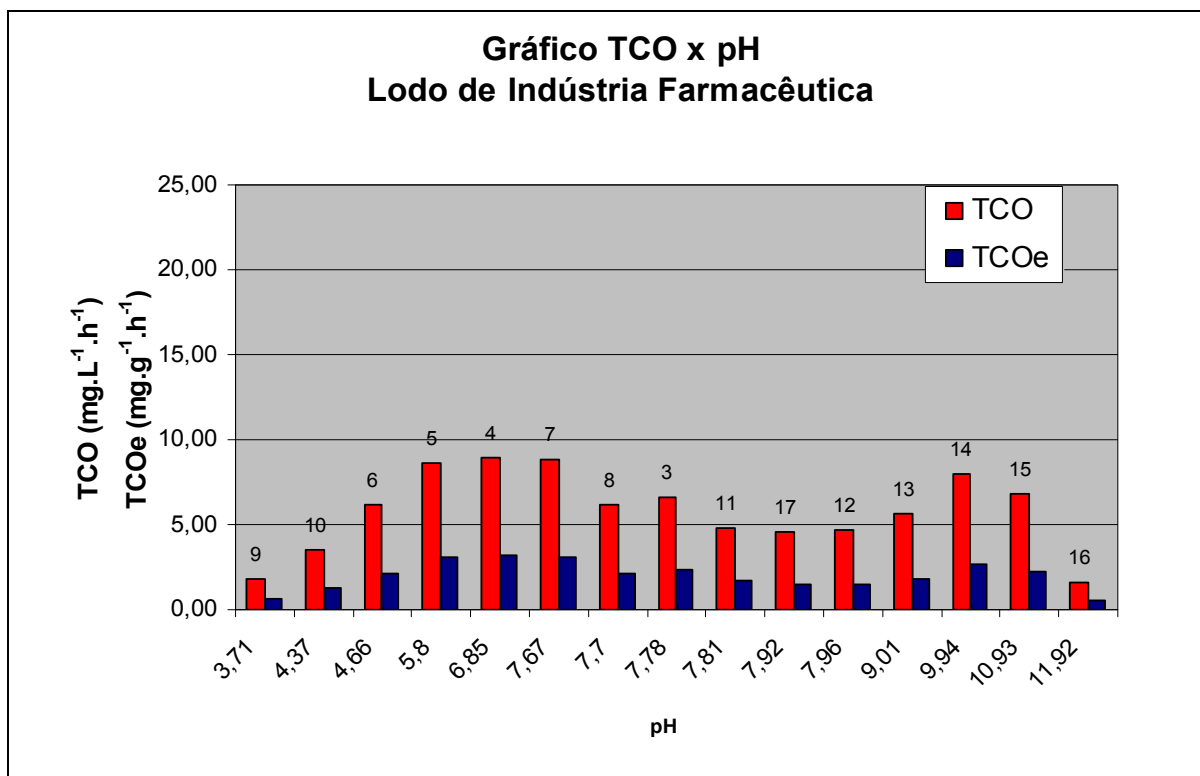


Figura 3.13 - Relação entre a TCO, TCOe e pH (Indústria Farmacêutica)

Na faixa de pH alcalino, pôde-se constatar a produção de espuma e o comportamento tampão do pH, a partir do pH 10. A **Figura 3.14** mostra o lodo da indústria farmacêutica após variação brusca do pH dentro da faixa alcalina. Esse comportamento foi verificada nos testes 15 e 16, sendo mais crítico no teste 16, quando pôde também ser observado um efeito tampão durante a fase de ajuste do pH (pH's 10,93; 11,58 e 11,82). O volume de solução alteradora de pH (NaOH) utilizado no testes 15, para a variação do pH de 7,93 para 10,93, foi de 2,5 mL. Já no teste 16, foi necessária a utilização de 10 mL para variar o pH de 7,93 para 11,92.

A produção de espuma na faixa de pH alcalino já era esperada, devido à reação entre os ácidos graxos presentes na mistura lodo/afluente e à solução alteradora de pH utilizada (NaOH), produzindo o efeito conhecido como saponificação.



Figura 3.14 – Lodo espumando após variação brusca de pH: indústria farmacêutica

No **Apêndice H**, encontram-se as planilhas de acompanhamento dos estudos de bancada e testes de respirometria, utilizadas para o registro das informações observadas durante os testes.

No que se refere à influência da temperatura nos testes, tanto para a faixa ácida quanto a alcalina, as TCO's não acompanharam o aumento das temperaturas.

Nos testes 13 e 14, foi verificado que, para a mesma temperatura, a TCO apresentou valor maior para uma variação também maior de pH. O mesmo não se observou nos testes 06 e 07, onde, para a mesma temperatura, a TCO apresentou valor menor para uma variação maior de pH. Ocorreu que a variação de pH no teste 06 foi de 3 unidades dentro da faixa ácida, e no teste 14, de duas unidades, dentro da faixa alcalina. Essa observação reforça o entendimento de que a alteração do pH para valores não críticos, pode solicitar do lodo uma maior atividade metabólica como defesa ou resistência às modificações do pH, fazendo com que este consuma uma maior quantidade de oxigênio.

Em todos os testes realizados na faixa ácida, o comportamento da temperatura e do pH foi de crescimento ao longo do teste. Já na faixa alcalina, observou-se a elevação da temperatura e o decréscimo do pH.

3.3.2. Lodos ativados da indústria alimentícia 01

- **Testes dos dias 04/03/09**

A amostra de lodo ativado utilizada nos testes realizados no dia 04/03/09, foi coletada no dia 03/03/09. Coletaram-se também amostras do afluente e efluente da ETEI, cujos resultados encontram-se no **Apêndice B** deste documento.

Nesse dia, foram realizados os testes com variações de pH na faixa ácida e alcalina. A **Figura 3.15** apresenta o comportamento dos testes realizados neste dia na faixa de variação alcalina.

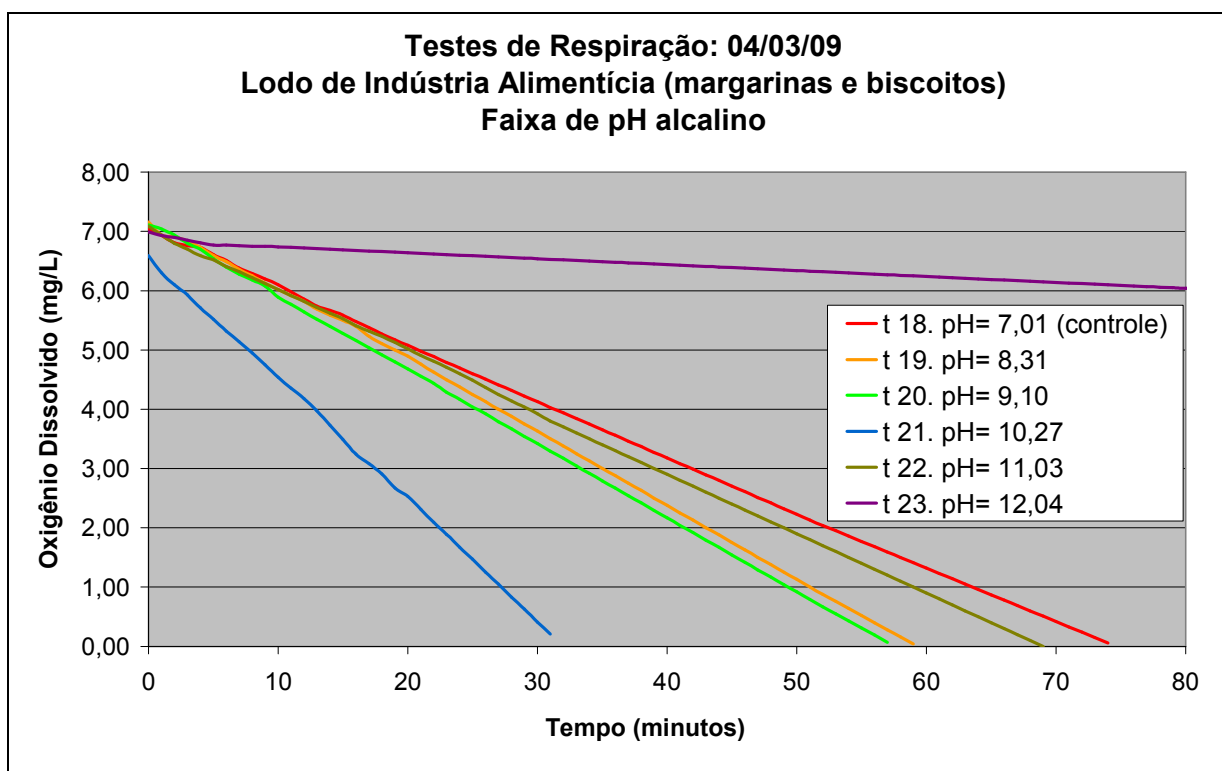


Figura 3.15 – Testes do dia 04/03/03 (faixa de variação alcalina): indústria alimentícia 01

A **Tabela 3.31** apresenta os valores das TCO's e TCOe's, assim como o acompanhamento do oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, durante as diferentes etapas do estudo de bancada.

Tabela 3.31 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada
Faixa de pH alcalino: indústria alimentícia 01

Teste	TCO (*)	TCOe (**)	Reator de Manutenção			Variação do pH		Teste de Respirometria	
			Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	pH partida	pH ajustado	Temperatura no final do teste, (°C)	pH final
18	5,83	3,39	28,0	7,01	6,60	7,01	--	28,5	7,08
19	7,25	3,02	28,0	7,01	6,60	7,19	8,31	29,0	7,47
20	7,43	3,10	28,0	7,01	6,60	7,14	9,10	29,0	8,01
21	12,35	5,15	28,0	7,01	6,60	7,20	10,27	30,0	9,31
22	6,22	2,59	28,0	7,01	6,60	7,23	11,28	30,0	10,81
23	0,77	0,32	28,0	7,01	6,60	7,26	12,04	29,8	11,91

* (mg.L⁻¹.h⁻¹) ** (mg.g⁻¹.h⁻¹)

A **Figura 3.16** apresenta o comportamento dos testes realizados neste dia na faixa de variação ácida.

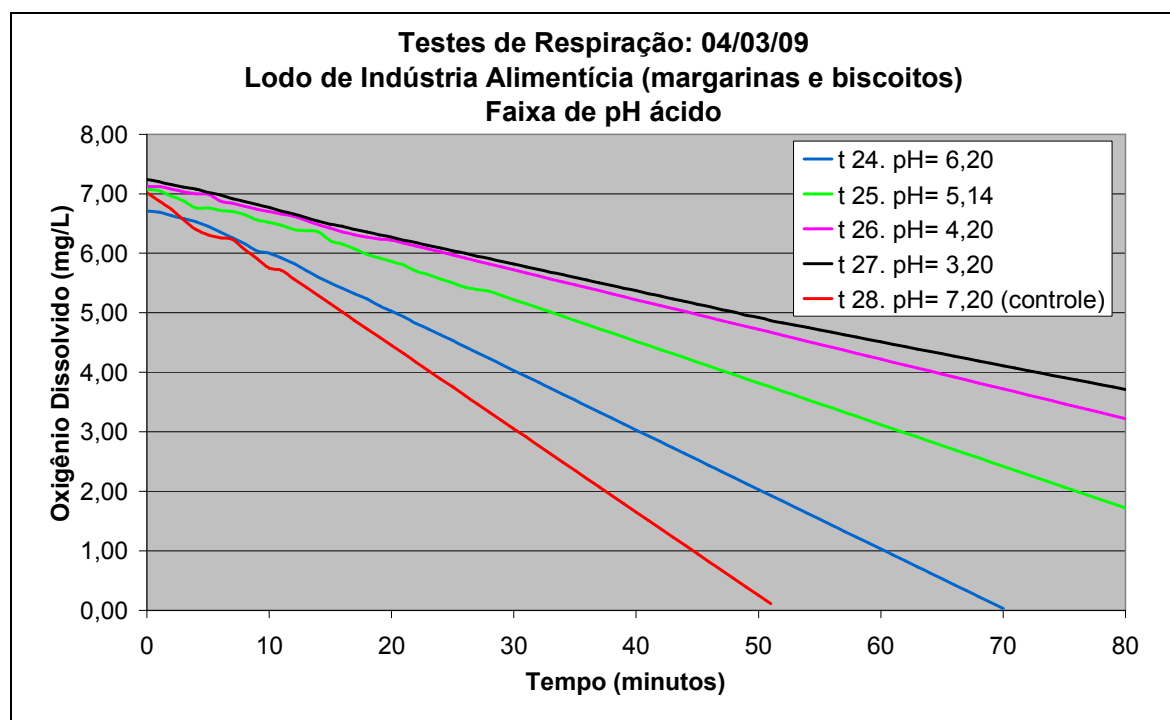


Figura 3.16 – Testes do dia 04/03/03 (faixa de variação ácida): indústria alimentícia 01

A **Tabela 3.32** apresenta os valores das TCO's e TCOe's, assim como o acompanhamento do oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, registrados durante as diferentes etapas do estudo de bancada.

Tabela 3.32 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada
Faixa de pH ácido: indústria alimentícia 01

Teste	TCO (*)	TCOe (**)	Reator de Manutenção			Variação do pH		Teste de Respirometria	
			Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	pH partida	pH ajustado	Temperatura no final do teste, (°C)	pH final
24	5,63	2,35	31,0	7,28	6,44	7,28	6,20	30,0	6,17
25	3,92	1,63	31,0	7,28	6,44	7,17	5,14	30,7	5,43
26	2,88	1,20	31,0	7,28	6,44	7,21	4,20	30,0	4,69
27	2,78	1,16	31,0	7,28	6,44	7,23	3,20	29,5	3,56
28	8,13	3,39	31,0	7,20	6,44	7,20	---	29,1	7,27

* (mg.L⁻¹.h⁻¹) ** (mg.g⁻¹.h⁻¹)

- **Análise comparativa do comportamento dos lodos ativados nas condições de pH variáveis - indústria alimentícia 01**

Através da avaliação dos gráficos das **Figuras 3.15 e 3.16** e dos resultados apresentados nas **Tabelas 3.31 e 3.32**, pôde ser observado que o lodo da ETEI da indústria alimentícia 01 teve um maior consumo de oxigênio na faixa de pH alcalino. A maior taxa de consumo de oxigênio foi observada no teste 21, onde o pH foi elevado de 7,20 para 10,27.

Em todos os testes realizados na faixa alcalina, exceto no teste 23 onde o consumo de oxigênio sofreu uma queda brusca, observaram-se valores de TCO acima do valor do teste-controle (teste 18). Esse comportamento não se repetiu para a faixa ácida, onde todos os valores mostraram-se abaixo do testes-controle.

A temperatura ambiente, medida no dia dos testes com o lodo da indústria alimentícia 01, foi de 30,8 °C.

Quando o pH alcançou valores mais críticos, pôde ser observada a diminuição acentuada do consumo de oxigênio pelo lodo, sugerindo que este perdeu a capacidade de resistir ou de se adaptar a um meio mais agressivo.

A **Figura 3.17** apresenta a relação entre as taxas de consumo de oxigênio (TCO e TCOe) e os pH's, nos testes com os lodos ativados da indústria alimentícia 01 submetidos à variação de pH, retratando de forma clara as interpretações descritas acima.

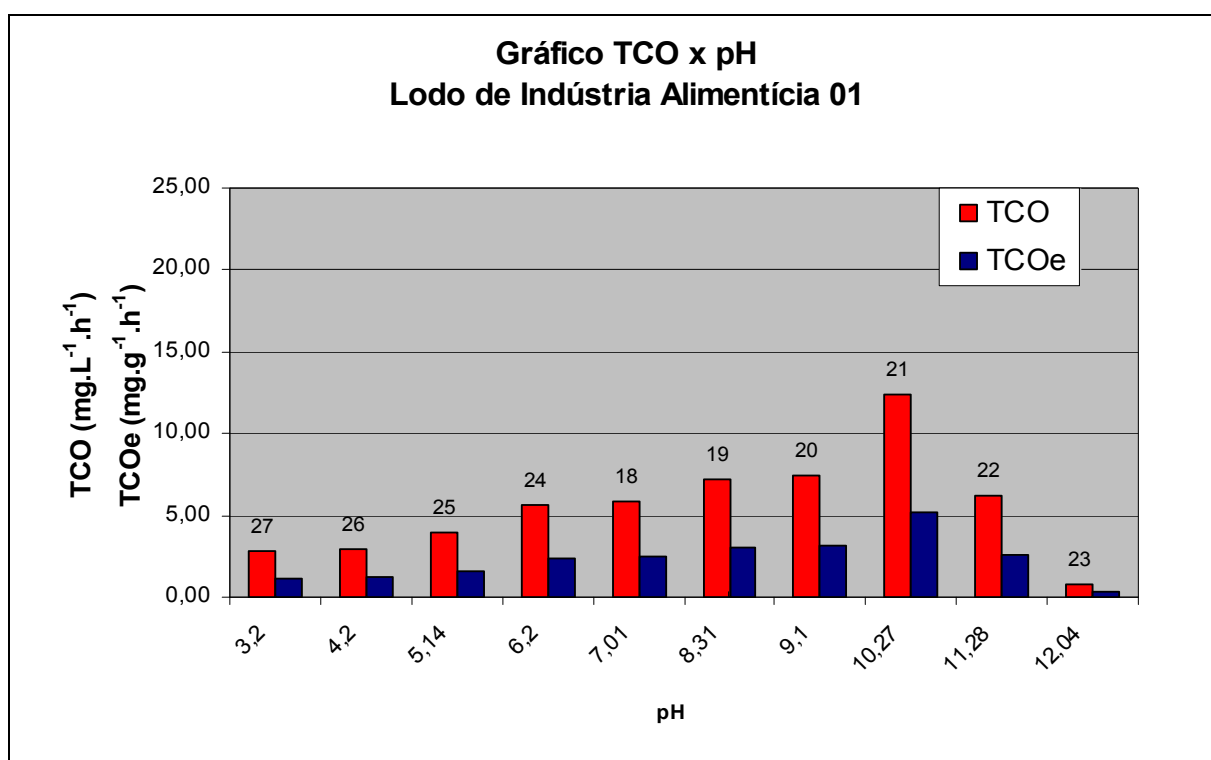


Figura 3.17 - Relação entre a TCO, TCOe e pH (Indústria Alimentícia 01)

Na faixa de pH alcalino, pôde-se observar a produção de espuma e o comportamento-tampão do pH, a partir do pH 10. Este também foi observado na faixa de pH ácido, porém sem produção de espuma.

A **Figura 3.18** mostra o lodo da indústria alimentícia 01 após variação brusca do pH dentro da faixa alcalina. Tal comportamento foi verificado nos testes 22 e 23, sendo mais crítico no teste 23, quando também ocorreu um efeito-tampão durante a fase de ajuste do pH (pH acima de 10,00). O volume de solução alteradora de pH (NaOH) utilizado no testes 22, para a variação do pH de 7,23 para 11,28 foi de 1,75 mL. Já no teste 23, foi necessário a utilização de 7,00 mL para variar o pH de 7,26 para 12,04.



Figura 3.18 – Lodo espumando após variação brusca de pH: indústria alimentícia 01

No **Apêndice H**, encontram-se as planilhas de acompanhamento dos estudos de bancada e testes de respirometria, utilizadas para o registro das informações observadas durante os testes.

No que se refere à influência da temperatura nos testes, tanto para a faixa ácida quanto para a faixa alcalina, as TCO's não acompanharam o aumento das temperaturas.

Nos testes 19 e 20 (faixa alcalina), foi verificado que, para a mesma temperatura, a TCO apresentou valor maior para uma variação também maior de pH, repetindo o comportamento dos testes realizados com o lodo da indústria farmacêutica. Esse comportamento reforça o entendimento de que a alteração do pH para valores não críticos, pode solicitar do lodo uma maior atividade metabólica como defesa ou resistência às modificações do pH, fazendo com que este consuma uma maior quantidade de oxigênio. A mesma situação não se observou nos testes 24 e 25 (faixa ácida), onde, para temperaturas próximas, a TCO apresentou valor menor para uma variação maior de pH.

3.3.3. Lodos ativados da indústria alimentícia 02

- **Testes dos dias 04/03/09**

A amostra de lodo ativado da indústria alimentícia 02, utilizada nos testes realizados no dia 04/03/09, foi coletada no mesmo dia dos testes. Coletaram-se também amostras do afluente e efluente da ETEI, cujos resultados encontram-se no **Apêndice B** deste documento.

Nesse dia, realizaram-se os testes com variações de pH na faixa ácida e alcalina. A **Figura 3.19** apresenta o comportamento dos testes realizados neste dia na faixa de variação alcalina.

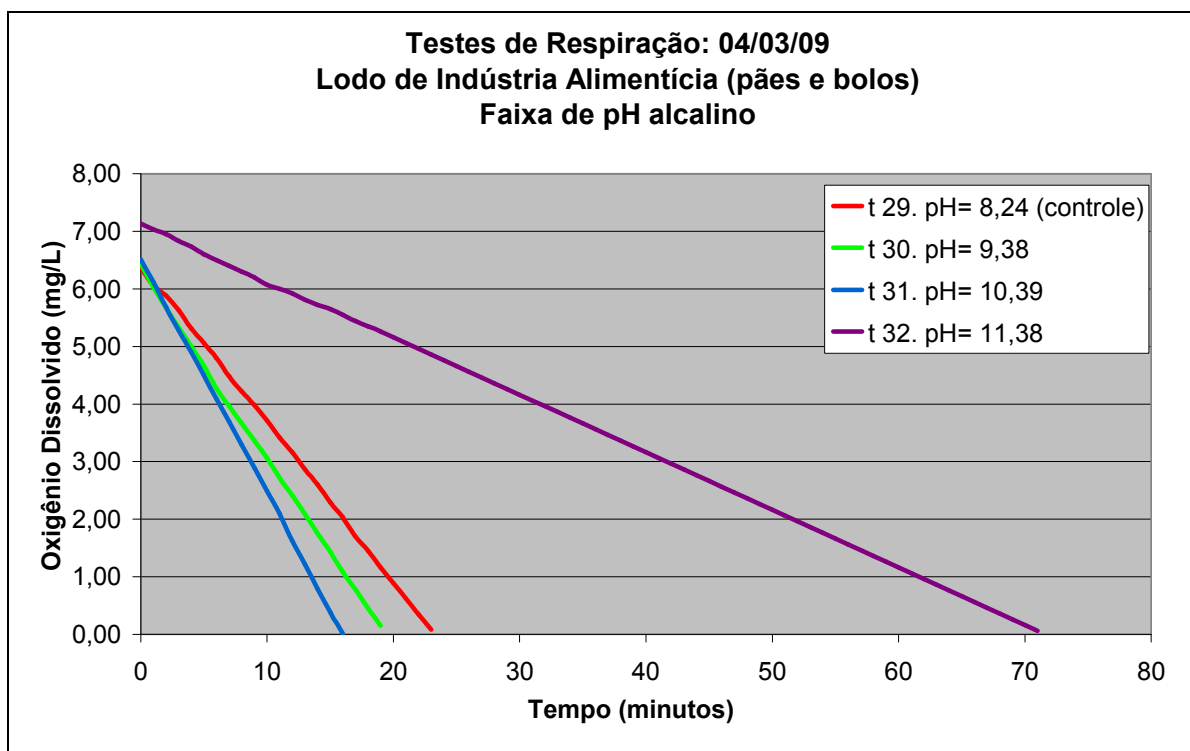


Figura 3.19 – Testes do dia 04/03/03 (faixa de variação alcalina): indústria alimentícia 02

A **Tabela 3.33** apresenta os valores das TCO's e TCOe's, assim como o acompanhamento do oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, registrados durante as diferentes etapas do estudo de bancada.

Tabela 3.33 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada
Faixa de pH alcalino: indústria alimentícia 02

Teste	TCO (*)	TCOe (**)	Reator de Manutenção			Variação do pH		Teste de Respirometria	
			Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	pH partida	pH ajustado	Temperatura no final do teste, (°C)	pH final
29	16,41	7,03	30,1	8,24	4,61	8,24	---	29,2	8,26
30	19,86	8,51	30,1	8,33	4,61	8,33	9,38	29,0	8,93
31	24,38	10,44	30,1	8,30	4,61	8,30	10,39	29,2	9,90
32	5,97	2,55	30,1	8,27	4,61	8,27	11,38	29,8	10,89

* (mg.L⁻¹.h⁻¹) ** (mg.g⁻¹.h⁻¹)

A Figura 3.20 apresenta o comportamento dos testes realizados neste dia na faixa de variação ácida.

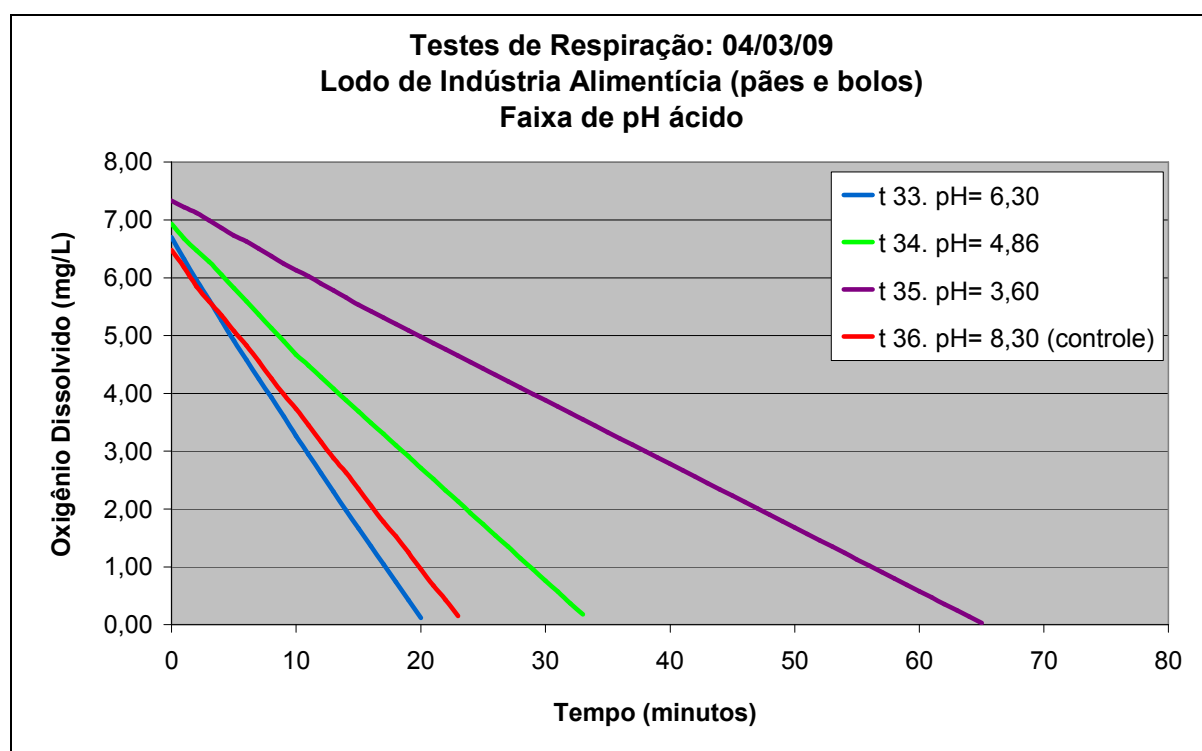


Figura 3.20 – Testes do dia 04/03/03 (faixa de variação ácida): indústria alimentícia 02

A **Tabela 3.34** apresenta os valores das TCO's e TCOe's, assim como o acompanhamento do oxigênio dissolvido, pH e temperatura do lodo ativado, registrados durante as diferentes etapas do estudo de bancada.

Tabela 3.34 – Acompanhamento do lodo ativado ao longo do estudo de bancada
Faixa de pH ácido: indústria alimentícia 02

Teste	TCO (*)	TCOe (**)	Reator de Manutenção			Variação do pH		Teste de Respirometria	
			Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	pH partida	pH ajustado	Temperatura no final do teste, (°C)	pH final
33	19,74	8,45	30,1	8,28	4,61	8,28	6,30	29,4	7,09
34	12,27	5,26	30,1	8,33	4,61	8,33	4,86	28,7	5,58
35	6,77	2,90	30,1	8,31	4,61	8,31	3,60	29,3	4,37
36	16,51	7,07	30,1	8,30	4,61	8,30	---	29,3	8,33

* (mg.L⁻¹.h⁻¹) ** (mg.g⁻¹.h⁻¹)

- **Análise comparativa do comportamento dos lodos ativados nas condições de pH variáveis - indústria alimentícia 02**

Através da avaliação das **Figuras 3.17 e 3.18** e dos resultados apresentados nas **Tabelas 3.33 e 3.34**, pôde ser observado que o lodo da ETEI da indústria alimentícia 02 teve um maior consumo de oxigênio na faixa de pH alcalino. A maior taxa de consumo de oxigênio foi observada no teste 31, onde o pH foi elevado de 8,30 para 10,39.

Em todos os testes realizados na faixa alcalina, exceto no testes 32, onde a respiração do lodo sofreu uma queda brusca, observaram-se valores de TCO acima do valor do teste-controle (teste 29). Na faixa ácida, somente o teste 33 apresentou valor acima do teste-controle, porém não foram realizados testes com pH's na faixa de 7 e 5.

Quando o pH alcançou valores mais críticos, pôde ser observada a diminuição acentuada do consumo de oxigênio pelo lodo, sugerindo que este perdeu a capacidade de resistir ou de se adaptar a um meio mais agressivo.

A temperatura ambiente, medida no dia dos testes com o lodo da indústria alimentícia 02, foi de 30,8 °C.

A **Figura 3.21** apresenta a relação entre as taxas de consumo de oxigênio (TCO e TCOe) e os pH's, nos testes com os lodos ativados da indústria alimentícia 02 submetidos a variação de pH, retratando de forma clara as interpretações descritas acima.

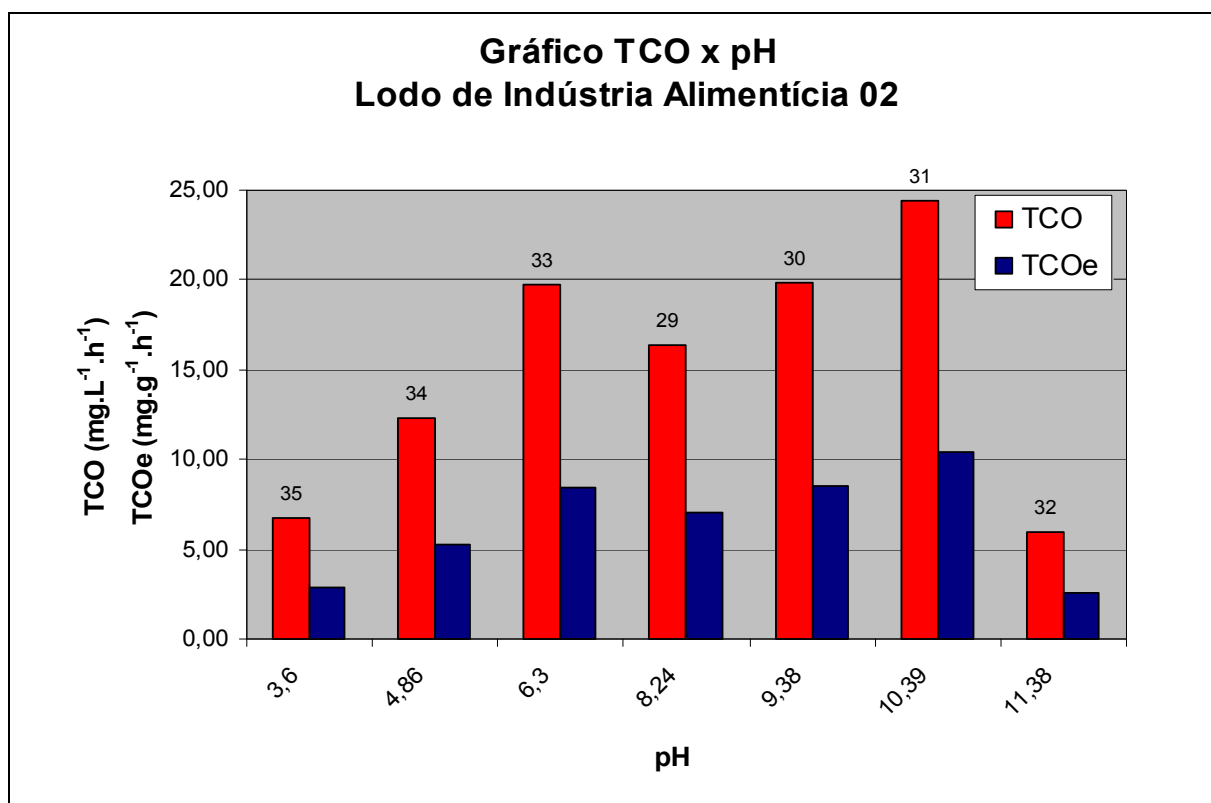


Figura 3.21 - Relação entre a TCO, TCOe e pH (Indústria Alimentícia 02)

Na faixa de pH alcalino, pôde-se observar a produção de espuma e o comportamento tampão do pH, a partir do pH 10. A **Figura 3.22** mostra o lodo da indústria alimentícia 02 após variação brusca do pH dentro da faixa alcalina. Esse resultado foi verificado no teste 32, quando pôde também ser observado um efeito-tampão durante a fase de ajuste do pH (pH acima de 10,50). O volume de solução alteradora de pH (NaOH), utilizado no testes 31, para a variação do pH de 8,30 para 10,39 foi de 2,00 mL. Já no teste 32, foi necessária a utilização de 5,00 mL para variar o pH de 8,27 para 11,38.



Figura 3.22 – Lodo espumando após variação brusca de pH: indústria alimentícia 02

Durante a fase de ajuste do pH, nos testes da faixa ácida, também foi observado um efeito-tampão e uma dificuldade para estabilizar o pH do lodo no valor desejado. Já no primeiro teste da faixa de pH ácido (teste 33), foi necessário o uso de 4,85 mL de solução alteradora de pH (HCl).

No **Apêndice H**, encontram-se as planilhas de acompanhamento dos estudos de bancada e testes de respirometria, utilizadas para o registro das informações observadas durante os testes.

3.4 Análise comparativa dos testes de respirometria realizados com os diferentes lodos ativados em condições de pH variáveis.

Durante a avaliação dos testes de respirometria com o lodo de cada indústria em condições de pH variáveis, foram observados comportamentos comuns aos diferentes lodos e outros próprios de cada um. Além disso, a influência da temperatura nos resultados dos testes foi menos visível, quando comparados aos testes em condições normais de operação (testes-controle).

Na **Tabela F.1** do **Apêndice F**, foram reunidos os resultados das tabelas de acompanhamento de todos os testes de respirometria realizados durante o presente estudo, sendo incluídos também os valores das TCO's e TCOe's para cada teste.

Para facilitar a observação dos resultados, os testes com o lodo de cada indústria foram destacados com colorações diferentes.

Fazendo uma comparação entre o comportamento dos testes realizados com os diferentes lodos em condições de pH variáveis, pôde-se concluir que os lodos das indústrias alimentícias 01 e 02 tiveram um consumo de oxigênio maior na faixa de pH alcalino e o lodo da indústria farmacêutica apresentou melhor comportamento para a faixa de pH ácida.

O comportamento da respiração do lodo da indústria alimentícia 02 mostrou-se bastante diferente dos demais lodos, apresentando taxas de consumo de oxigênio (TCO e TCOe) muito elevadas. Esse comportamento pode ter tido origem na boa qualidade do lodo da ETEI, na presença de matéria orgânica em concentrações elevadas no tanque de aeração, dentre outras. Vale observar que o sistema de lodos ativados da indústria alimentícia 02 opera sob o regime de batelada e que a indústria possui um afluente de fácil biodegradabilidade.

Dentre os comportamentos comuns aos diferentes lodos, observados ao longo dos estudos, destaca-se o aumento das taxas de consumo de oxigênio (TCO) dos lodos submetidos a variações de pH. Isto indica que a alteração do pH para valores não críticos, pode levar o lodo a uma maior atividade metabólica como defesa ou resistência às modificações do pH, fazendo com que a amostra consuma uma maior quantidade de oxigênio. No caso dos lodos da indústria farmacêutica e da indústria alimentícia 02, esse comportamento pôde ser verificado tanto na faixa de pH ácido quanto na faixa de pH alcalina, exceto nos valores de pH extremos. Já no caso do lodo da indústria alimentícias 01, o mesmo comportamento foi verificado apenas na faixa de pH alcalino.

Nos três lodos estudados, quando o pH alcançou valores mais críticos, observou-se a diminuição acentuada do consumo de oxigênio pelo lodo, sugerindo que este perdeu a capacidade de resistir ou de se adaptar a um meio mais agressivo. Na faixa de pH alcalino, pôde-se observar a produção de espuma e o comportamento tampão do pH dos três lodos, a partir do pH 10. Já na faixa de pH ácido o comportamento-tampão foi observado nos testes com os lodos das indústrias alimentícias 01 e 02.

A produção de espuma na faixa de pH alcalino já era esperada, devido à reação entre os ácidos graxos presentes na mistura lodo/afluente e à solução alteradora de pH utilizada, produzindo o efeito conhecido como saponificação.

4. CONCLUSÃO

Com o objetivo de avaliar a influência da variação do pH na respiração de lodos ativados, foram realizados 36 (trinta e seis) testes de respirometria com lodos ativados de três estações de tratamento de efluentes industriais (ETEI).

Acrescentaram-se aos testes, observações microscópicas do lodo e análises laboratoriais dos lodos, afluentes e efluentes utilizados. Nenhuma característica atípica foi observada nessas amostras, o que contribuiu para que os estudos ocorressem com amostras realmente representativas dos sistemas de tratamento selecionados.

Para a interpretação dos resultados dos testes de respirometria, foi avaliado, em primeiro lugar, o comportamento dos lodos ativados nas condições normais de operação, sendo, para isso, utilizados os resultados dos testes-controle. Por último, avaliou-se o comportamento dos lodos ativados nas condições de pH variáveis, com a utilização dos resultados dos testes realizados com os lodos submetidos a variações de pH, tanto na faixa alcalina, como na ácida. Os resultados dos testes com os lodos, nas duas condições, representados através de gráficos de OD x Tempo, TCO (taxa de consumo de oxigênio) e TCOe (TCO específica) x pH e Temperatura x TCO, possibilitaram a conclusão da pesquisa.

O estudo mostrou que, embora a temperatura tenha influenciado nos resultados das taxas de consumo de oxigênio (TCO e TCOe), esta não o fez no comportamento dos lodos, quando submetidos a condições variáveis de pH, e até mesmo quando submetidos a diferentes volumes de alimentação (**Figura 3.7**).

Dentre as informações obtidas pelo presente estudo, pôde-se destacar a elevação das taxas de consumo de oxigênio (TCO e TCOe) dos lodos ativados, quando estes foram submetidos a variações de pH, ou seja, quando saíram do seu pH original. Através dessa observação, pôde-se concluir que a alteração do pH para valores não críticos, pode levar o lodo a uma maior atividade metabólica como defesa ou resistência às modificações do meio, fazendo com que este consuma uma maior quantidade de oxigênio. Vale salientar que este estudo se restringiu a avaliar o consumo de oxigênio em função da variação brusca de pH em lodos não aclimatados, não sendo possível relacionar esse consumo a uma melhora ou piora da eficiência do sistema.

Nos lodos da indústria farmacêutica e da indústria alimentícia 02, o comportamento de elevação da TCO e TCOe, durante as variações de pH, foi verificado tanto na faixa de pH ácido, quanto na de pH alcalino, exceto, nos valores de pH extremos. Já no caso do lodo da indústria alimentícias 01, o mesmo comportamento foi verificado apenas na faixa de pH alcalino.

Na faixa de pH alcalino pôde-se observar, para os três lodos, a formação de espuma a partir do pH 10, devido ao processo de saponificação, quando também ocorreu o comportamento-tampão do pH dos mesmos. Já na faixa de pH ácido, o comportamento-tampão foi observado apenas nos testes com os lodos das indústrias alimentícias 01 e 02.

Nos três lodos estudados, quando o pH alcançou valores mais críticos, observou-se a diminuição acentuada do consumo de oxigênio pelo lodo, sugerindo que este perdeu a capacidade de resistir ou de se adaptar a um meio mais agressivo.

O estudo mostrou também que os lodos ativados tiveram a capacidade de consumir oxigênio fora das faixas convencionais de pH e quando submetidos a variações bruscas de mais de 3 unidades.

Com a finalidade de contribuir para a evolução do conhecimento do processo de lodos ativados no tratamento de efluentes industriais, recomendamos o desenvolvimento de novos estudos que possam avaliar o comportamento de diferentes lodos ativados, quando submetidos a variações de pH em reatores de bancada, operados em paralelo e sob o regime contínuo. Através desse novo estudo, deve ser verificado:

- 1) o comportamento da respiração dos lodos ativados, através de testes de respirometria;
- 2) os organismos presentes nos lodos e que melhor se adaptam ao pH ajustado;
- 3) a variação das concentrações dos lodos dos reatores de bancada, através da medição dos parâmetros RNFT e RNFV;
- 4) a eficiência dos sistemas na remoção de matéria orgânica (DQO);
- 5) a qualidade dos efluentes finais, através da medição dos parâmetros, Turbidez e RNFT.

Como metodologia de leitura do comportamento da respiração dos lodos, sugerimos a utilização do mesmo método utilizado no presente estudo, porém, mantendo-se os reatores de bancada em sala climatizada, para que estes permaneçam sob temperatura constante de 25 °C.

Por fim, a pesquisa confirmou a importância dos estudos de bancada no aprofundamento do conhecimento dos processos de lodos ativados, quando aplicados ao tratamento de efluentes industriais. Pôde também constatar a eficácia da metodologia utilizada para a realização dos testes de respirometria, e a possibilidade da produção de bons resultados utilizando-se estruturas de teste simplificadas.

Sendo assim, acreditamos que através desta pesquisa contribuímos para que os testes de bancada se tornem mais comuns, não somente em estudos de mestrado, mais principalmente no dia-a-dia dos sistemas de tratamento, como por exemplo, na identificação de afluentes tóxicos, na observação da influência de determinados afluentes na composição do lodo, dentre outras aplicações, proporcionando efluentes de melhor qualidade e, conseqüentemente, um ambiente mais saudável para todos.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENT FEDERATION. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 19 ed., Washington – D.C.: APHA, 1995. 1108 p.

BARNARD, J.L. *Solving Sludge Bulking Problems*. Water Pollution Control, 77, 1, 1978. 103-106 p.

BENTO, A.P. *Caracterização da microfauna em estação de tratamento de esgoto tipo lodos ativados: um instrumento de avaliação e controle do processo*. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES – 10, 4, 2005. 329-338 p.

BRAILE, P.; CAVALCANTI, J. *Manual de tratamento de águas residuárias industriais*. CETESB, São Paulo, SP, 1993.

BRANCO, S.M. *Hidrologia Aplicada à Engenharia Sanitária*, CETESB, 3ª ed., São Paulo, SP, 1986. 616 p.

CAMPOS, J.R. *Alternativa para tratamento de esgotos – pré-tratamento de águas para abastecimento*, publicação nº 09, Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari, Americana, SP, [s.n.], 1994.

CETESB. *Microbiologia de lodos ativados*. São Paulo – SP: Editora da CETESB, 1989.

CETESB. *Microbiologia de lodos ativados*. Editora da CETESB, São Paulo, 2000.

COSTA, A.G. *Monitoramento da atividade bacteriana de um sistema de lodos ativados Bardenpho por meio da respirometria*. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES - 12, 1, 2007. 17-23 p.

ECKENFELDER, W.W. *Water Quality Engineering for Practicing Engineers*. Barnes and Noble, New York, 1970.

ECKENFELDER Jr., W.W. *Principles of Water Quality Management*. Boston, CBI., 1980. 717 p.

ECKENFELDER, W.W., GRAU, P. *Activated sludge process design and control, Theory and practice*. Technomic Publishing CO, Lancaster, EUA, 1992. 268p.

ECKENFELDER Jr., W.W. & MUSTERMAN, J.L. *Activated Sludge Treatment of Industrial Wastewater*. Technomic Publishing CO, Lancaster, EUA, 1995. 279 p.

EIKELBOOM, D.H. *Process control of activated sludge plants by microscopic investigation*. Manual, Asis/IWA, Londres, Reino Unido, 2000. 156 p.

ENGELBRECHT, R.S. & MCKINNEY, R.E. *Activated sludge cultures developed as pure organic compounds*. Sewage ind. Wastes, 29(12), 1957. 1350-1362 p.

FERREIRA, E.S. *Aplicação da Respirometria na Caracterização de Esgoto Doméstico Afluente a uma ETE por Processo de Lodos Ativados*. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília, Brasil, 2002. 117 p.

FERREIRA, E.S. *Cinética química e fundamentos dos processos de nitrificação e desnitrificação biológica*; XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Ambiental ABES. Porto Alegre, Dezembro, 2000.

GAUTHIER, F.; Neufeld, J.D.; Drescoll, B.T.; Archibald, F. S. *Coliform bacteria and nitrogen fixation in pulp and paper mill effluent treatment systems*. Appl. Environ. Microbiol, 2000.

GERARDI, M.H. *An operator's guide to protozoa and their role in the activated sludge process*. Public Works, July, 1986. 44-47/90-92 p.

GERARDI, M.H. *Wastewater Bacteria*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2006.

GERNAEY, K.; VERCHUERE, L.; LUYTEN, L.; VESTRAETE, W. *Fast and sensitive acute toxicity detection with an enrichment nitrifying culture*. Water Environment Research, vol. 69, 1997. 1163-1169 p.

GUIDELINE FOR TESTING OF CHEMICAL. "Activated Sludge, Respiration Inhibition Test". OECD, 209, 1984.

HASAR, H.; KINACI, C.; UNLU, A. *Viability of microbial mass in a submerged membrane bioreactor*. Desalination, 2002. 263 – 268 p.

HASAR, H.; KINACI, C. *Empirical model representing microbial activity in a submerged MBR treating strength wastewater*. Desalination, 2004. 161-167 p.

HORAM, N.J. *Biological wastewater treatment systems: Theory and operation*. New York: Wiley, 1990. 310 p.

JENKINS, D.; RICHARD, M.G. & DAIGGER, G.T. *Manual on the causes and control of activated sludge bulking and foaming*. 2^a ed., Lewis Publishers, Inc., Estados Unidos, 1993. 193 p.

JORDÃO, E. P. & PESSOA, C.A. *Tratamento de Esgotos Domésticos*, 3^a ed., ABES, Rio de Janeiro, RJ, 1995. 681 p.

LEITE, J. V. *Testes de toxicidade para a avaliação do impacto de despejos industriais em sistemas biológicos de tratamento de esgotos*. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES – 4, 3, 1999. 142-151 p.

MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M. & PARKER, J. *Brock – Biology of Microorganisms*. 9th ed., Prentice Hall International, Inc., Estados Unidos, 2000. 991 p.

MADONI, P.; DAVOLI, D. & GIBIN, G. *Survey of filamentous microorganism from bulking and foaming activated – sludge plants in Italy*. Water Research, 34 (6) 2000. 1767 – 1722 p.

MENDONÇA, L.C. *Microbiologia e cinética de sistemas de lodos ativados como pós-tratamento de efluentes de reator anaeróbio de leito expandido*. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. 219 p.

METCALF; EDDY. *Wastewater Engineering – Treatment, Disposal and Reuse*. 3. ed. USA: Mc Graw-Hill, 1991.

NICOLAU, A.; DIAS, N.; MOTA, M. & LIMA, N. *Trends in the Use of Protozoa in the Assessment of Wastewater Treatment*, Res. Microbiol., 152, 2001. 621 – 630 p.

PIPES, W, O. *Bulking of activated sludge*. Advances Applied Microbiology, 9, 1967. 185 – 234 p.

PUJOL, R. & CANLER, J.P. *Biosortion and dynamics of bacterial populations in activated sludge*. Water Research, 26 (2), 1992. 209 – 212 p.

RAMALHO, R.S. *Tratamiento de águas residuais*. Barcelona: Editorial Reverte S.A, 1991.

RICHARD, M. *The bench sheet monograph on activated sludge microbiology*. Water Pollution Control Federation, Alexandria, Estados Unidos, 1989. 73 p.

SAWYER, C.N., Mc CARTY, P.L. *Chemistry for Environmental Engineering*. 3^a ed. New York, Mc Graw – Hill, Inc. 1978. 532 p.

SOBRINHO, P.A. *Estudo dos fatores que influenciam no processo de lodos ativados - determinação de parâmetros de projeto para esgotos predominantemente domésticos*; Revista DAE, 132, 49, 1983.

SPANJERS, H., TAKÁCS, I. e BROUWER, H. *Direct parameter extraction from respirograms for wastewater and biomass characterization*. Water Science & Technology, vol. 39, 4, 1999. 137-145 p.

SPANJERS, H.; VANROLLEGHEM, P.; OLSSON, G.E.; DOLD, P.L. *Respirometry in Control of the Activated Sludge Process: Principles, Scientific and Technical Reports No. 7*, IAWQ, London, 1998.

TOMEI, M.C.; LEVANTESI, C.; ROSSETI, S. & TANDOI, V. *Microbiological characterisation of pure cultures and its relevance to modelling and control of bulking phenomena*. Water Science and Technology, 39 (1), 1999. 21-29 p.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R. & CASE, C.L. *Microbiology – An Introduction*, 6th ed. The Benjamin Cumming Publishing Company, Inc., Estados Unidos, 1998. 832 p.

VAN HAANDEL, A.C. & LETTINGA, G. *Tratamento anaeróbio de esgotos: um manual para regiões de clima quente*. Campina Grande – PB: Epgraf, 1994.

VAN HAANDEL, A.C. & MARAIS, G. *O comportamento do sistema de lodo ativado: teoria e aplicações para projetos e operações*. Campina Grande – PB: Epgraf, 1999.

VAN HAANDEL, A.C.; TENÓRIO, M.A.A.; OLIVEIRA, R. e CATUNDA, P.F.C. A cinética de digestão anaeróbia de lodo ativado. *Revista Engenharia Sanitária* - 25, 2, 1986. 191-200 p.

VON SPERLING, M. *Lodos ativados*. 1ª Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental / Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. 416 p.

VON SPERLING, M. *Lodos ativados*. 2ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental / Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.

WEF. *Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants*. Manual of Practice 11. Water Environment Federation, EUA, 1990.

XU, S.E.; HASSELBLAD, S. A simple biological method to estimate the readily biodegradable organic matter in wastewater. *Water Research*, vol. 30, 4, 1996. 1023-1025 p.

Apêndice A
Fluxogramas de Processo

Figura A.1 – Fluxograma da Estação de Tratamento de Efluentes
Indústria Farmacêutica

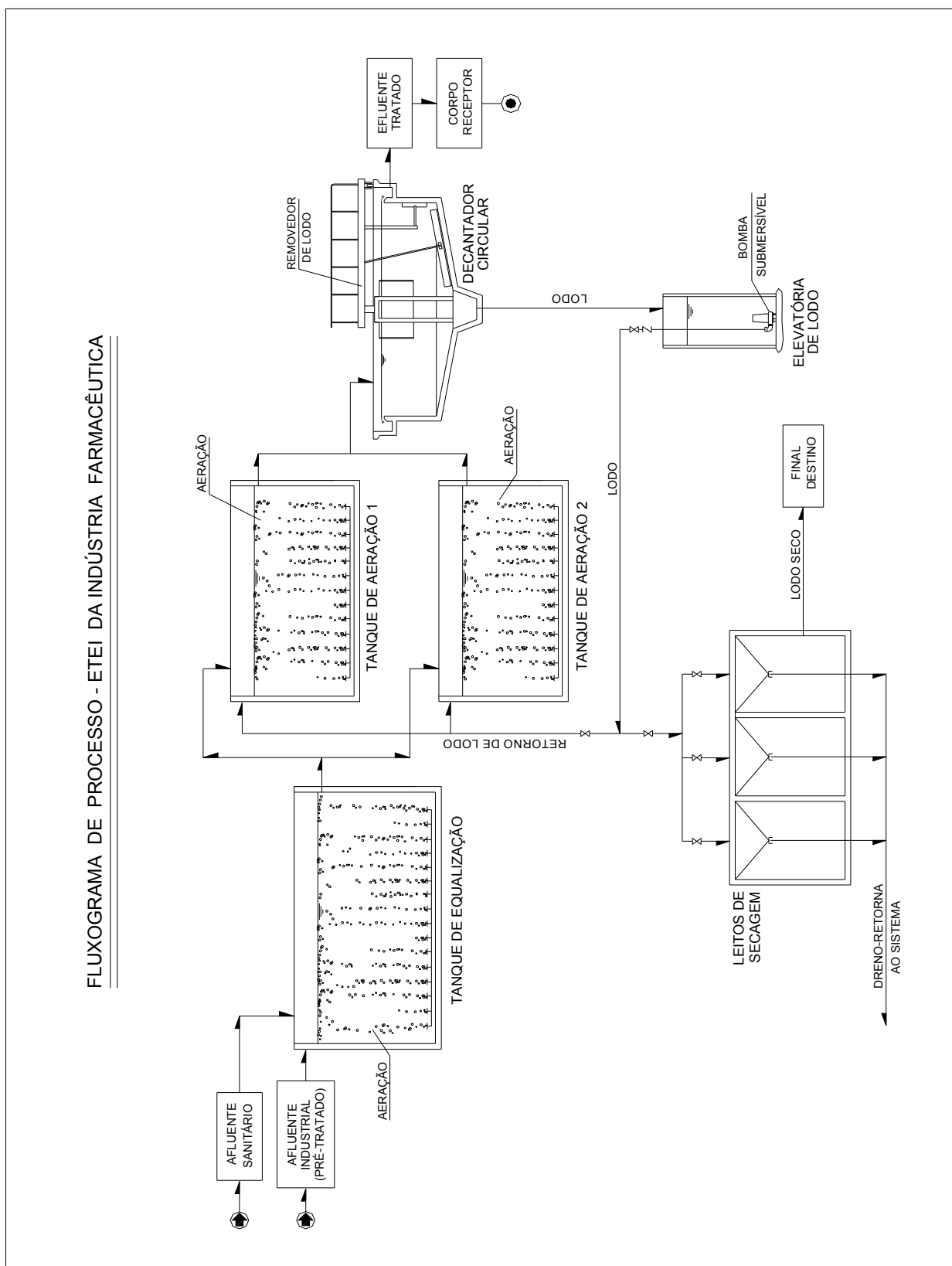


Figura A.2 – Fluxograma da Estação de Tratamento de Efluentes Indústria Alimentícia 01

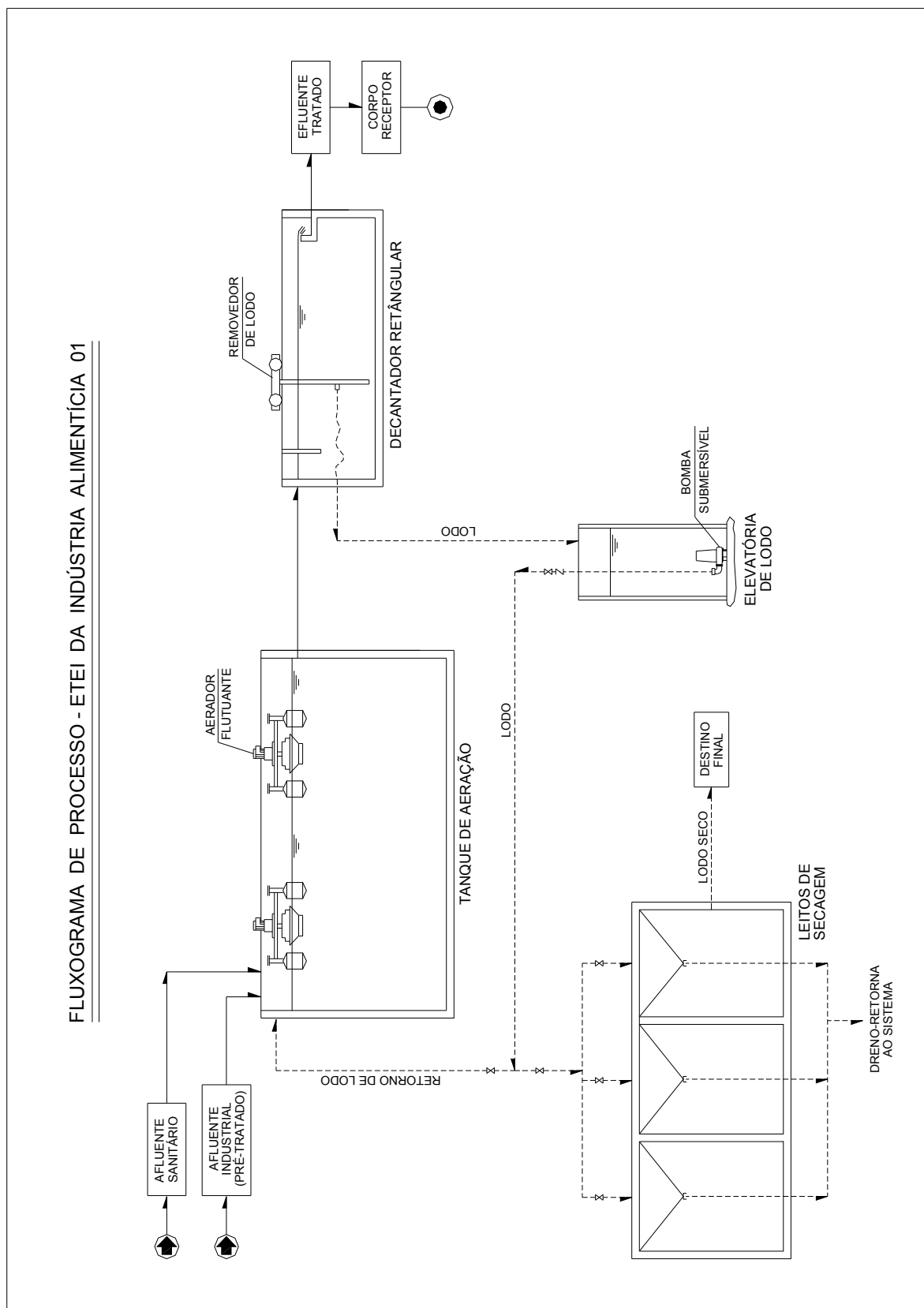
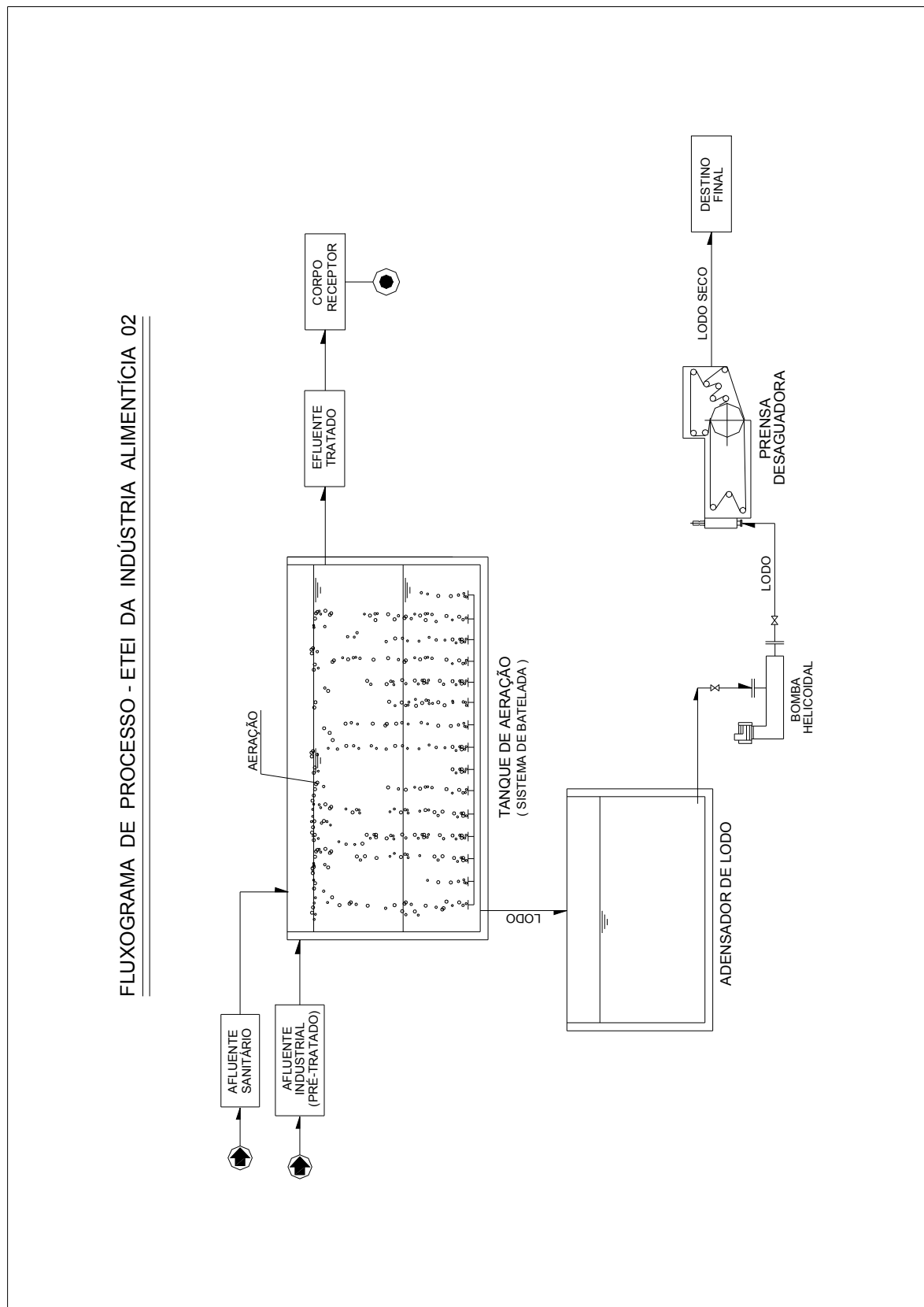


Figura A.3 – Fluxograma da Estação de Tratamento de Efluentes
Indústria Alimentícia 02



Apêndice B
Resultados dos ensaios laboratoriais

Tabela B.1 – Resultados das amostras coletadas no dia 27/01/09

Indústria Farmacêutica	PARÂMETROS	Afluentes	Lodo do Tanque de Aeração	Efluente
	DBO, mg/L em O ₂	338	-	3
	DQO, mg/L em O ₂	495	-	<15
	Detergentes (MBAS), mg/L	-	-	<0,40
	Índice de Fenóis, mg/L	-	-	<0,10
	Fósforo Total, mg/L em P	-	-	1,29
	Materiais Sedimentáveis, mL/L	-	-	<0,5
	Nitrogênio Kjeldahl, mg/L em N-NKJ	-	-	1,8
	Óleos e Graxas (SE), mg/L	-	-	<6,0
	pH	-	7,00	7,41
	Temperatura (pH), °C	-	28,8	26 -27
	Resíduo Não Filtrável Total, mg/L	-	4505	4
	Resíduo Não Filtrável Volátil, mg/L	-	2965	-
	Sulfeto, mg/L em S ⁼	-	-	<0,1
	Unidade de Toxicidade para Peixes (Utp)	-	-	100
	CENO, %	-	-	1

Tabela B.2 – Resultados das amostras coletadas no dia 10/02/09

Indústria Farmacêutica	PARÂMETROS	Afluentes	Lodo do Tanque de Aeração	Efluente
	DBO, mg/L em O ₂	160	-	6
	DQO, mg/L em O ₂	375	-	16
	Detergentes (MBAS), mg/L	-	-	<0,40
	Índice de Fenóis, mg/L	-	-	<0,10
	Fósforo Total, mg/L em P	-	-	0,98
	Materiais Sedimentáveis, mL/L	-	-	<0,5
	Nitrogênio Kjeldahl, mg/L em N-NKJ	-	-	8,6
	Óleos e Graxas (SE), mg/L	-	-	<6,0
	pH	-	7,00	7,78
	Temperatura (pH), °C	-	31,0	30 – 31
	Resíduo Não Filtrável Total, mg/L	-	4241	4
	Resíduo Não Filtrável Volátil, mg/L	-	2828	-
	Sulfeto, mg/L em S ⁼	-	-	<0,1
	Unidade de Toxicidade para Peixes (Utp)	-	-	100
	CENO, %	-	-	1

Tabela B.3 – Resultados das amostras coletadas no dia 12/02/09

Indústria Farmacêutica	PARÂMETROS	Afluente	Lodo do Tanque de Aeração	Efluente
	DBO, mg/L em O ₂	312		3
	DQO, mg/L em O ₂	466	-	<15
	Detergentes (MBAS), mg/L	-	-	<0,40
	Índice de Fenóis, mg/L	-	-	<0,10
	Fósforo Total, mg/L em P	-	-	0,57
	Materiais Sedimentáveis, mL/L	-	-	<0,5
	Nitrogênio Kjeldahl, mg/L em N-NKJ	-	-	2,7
	Óleos e Graxas (SE), mg/L	-	-	<6,0
	pH	-	7,00	7,22
	Temperatura (pH), °C	-	33,0	31-33
	Resíduo Não Filtrável Total, mg/L	-	4463	5
	Resíduo Não Filtrável Volátil, mg/L	-	3059	-
	Sulfeto, mg/L em S ⁼	-	-	<0,1
	Unidade de Toxicidade para Peixes (Utp)	-	-	100
	CENO, %	-	-	1

Tabela B.4 – Resultados das amostras coletadas no dia 03/03/09

Indústria Alimentícia 01	PARÂMETROS	Afluente	Lodo do Tanque de Aeração	Efluente
	DBO, mg/L em O ₂	261	-	6
	DQO, mg/L em O ₂	767	-	48
	Detergentes (MBAS), mg/L	-	-	<0,40
	Fósforo Total, mg/L em P	-	-	0,74
	Materiais Sedimentáveis, mL/L	-	-	<0,5
	Nitrogênio Kjeldahl, mg/L em N-NKJ	-	-	2,2
	Óleos e Graxas (SE), mg/L	-	-	<6,0
	pH	-	7,30	7,50
	Temperatura (pH), °C	-	29,0	27 – 29
	Resíduo Não Filtrável Total, mg/L	-	3410	28
	Resíduo Não Filtrável Volátil, mg/L	-	2400	-
	Unidade de Toxicidade para Peixes (Utp)	-	-	-
	CENO, %	-	-	-

Tabela B.5 – Resultados das amostras coletadas no dia 04/03/09

Indústria Alimentícia 02	PARÂMETROS	Afluente	Lodo do Tanque de Aeração	Efluente
	DBO, mg/L em O ₂	954	-	8
	DQO, mg/L em O ₂	2934	-	37
	Detergentes (MBAS), mg/L	-	-	<0,40
	Fósforo Total, mg/L em P	-	-	0,18
	Materiais Sedimentáveis, mL/L	-	-	<0,5
	Nitrogênio Kjeldahl, mg/L em N-NKJ	-	-	6,5
	Óleos e Graxas (SE), mg/L	-	-	<6,0
	pH	-	7,60	7,93
	Temperatura (pH), °C	-	32,0	31-33
	Resíduo Não Filtrável Total, mg/L	-	2995	9
	Resíduo Não Filtrável Volátil, mg/L	-	2335	-
	Unidade de Toxicidade para Peixes (Utp)	-	-	100
	CENO, %	-	-	1
	Vazão (m ³ /d)	-	-	37,7

Apêndice C
Memorial de Cálculo

1.C. Cálculo do volume de alimentação do Reator de Manutenção

Indústria Farmacêutica:

$$Q = V_{RM} \times (A/M) \times RNFV / DQO_{afiu} \quad (\text{Equação 03})$$

Onde:

V_{RM} = Volume útil do Reator de Manutenção, (L)..... 10

A/M = Relação alimento / micro-organismo, (Kg DQO / Kg RNFV.d)..... 0,12

$RNFV$ = Resíduo não filtrável volátil, (mg/L).....4.188

DQO_{afiu} = Demanda Química de Oxigênio afluyente, (mg/L).....455

Q = Vazão média de alimentação, (L/dia)..... 11

Q = Vazão média de alimentação, (L/h).....0,46

Q = Vazão média de alimentação, (L/4h)..... 1,83

Indústria Alimentícia 01:

$$Q = V_{RM} \times (A/M) \times RNFV / DQO_{afiu} \quad (\text{Equação 03})$$

Onde:

V_{RM} = Volume útil do Reator de Manutenção, (L)..... 10

A/M = Relação alimento / micro-organismo, (Kg DQO / Kg RNFV.d)..... 0,47

$RNFV$ = Resíduo não filtrável volátil, (mg/L).....2.534

DQO_{afiu} = Demanda Química de Oxigênio afluyente, (mg/L).....3.113

Q = Vazão média de alimentação, (L/dia).....3,83

Q = Vazão média de alimentação, (L/h).....0,16

Q = Vazão média de alimentação, (L/4h)..... 0,63

2.C. Cálculo do volume de alimentação do Reator Teste

Indústria Farmacêutica:

$$Q = V_{RT} \times (A/M) \times RNFV / DQO_{ap} \quad (\text{Equação 04})$$

Onde:

V_{RT} = Volume útil do Reator Teste, (L)..... 0,5

A/M = Relação alimento / micro-organismo, (Kg DQO / Kg RNFV.d)..... 0,12

$RNFV$ = Resíduo não filtrável volátil, (mg/L).....4.188

DQO_{ap} = Demanda Química de Oxigênio afluyente, (mg/L).....420

Q = Vazão média de alimentação, (L/dia)..... 0,6

Q = Vazão média de alimentação, (L/h).....0,025

Indústria Alimentícia 01:

$$Q = V_{RT} \times (A/M) \times RNFV / DQO_{ap} \quad (\text{Equação 04})$$

Onde:

V_{RT} = Volume útil do Reator Teste, (L)..... 0,5

A/M = Relação alimento / micro-organismo, (Kg DQO / Kg RNFV.d)..... 0,47

$RNFV$ = Resíduo não filtrável volátil, (mg/L).....2.534

DQO_{ap} = Demanda Química de Oxigênio afluyente, (mg/L).....4.300

Q = Vazão média de alimentação, (L/dia).....0,14

Q = Vazão média de alimentação, (L/h).....0,006

Indústria Alimentícia 02:

$$Q = V_{RT} \times (A/M) \times RNFV / DQO_{ap} \quad (\text{Equação 04})$$

Onde:

V_{RT} = Volume útil do Reator de Manutenção, (L)..... 0,5

A/M = Relação alimento / micro-organismo, (Kg DQO / Kg RNFV.d)..... 0,29

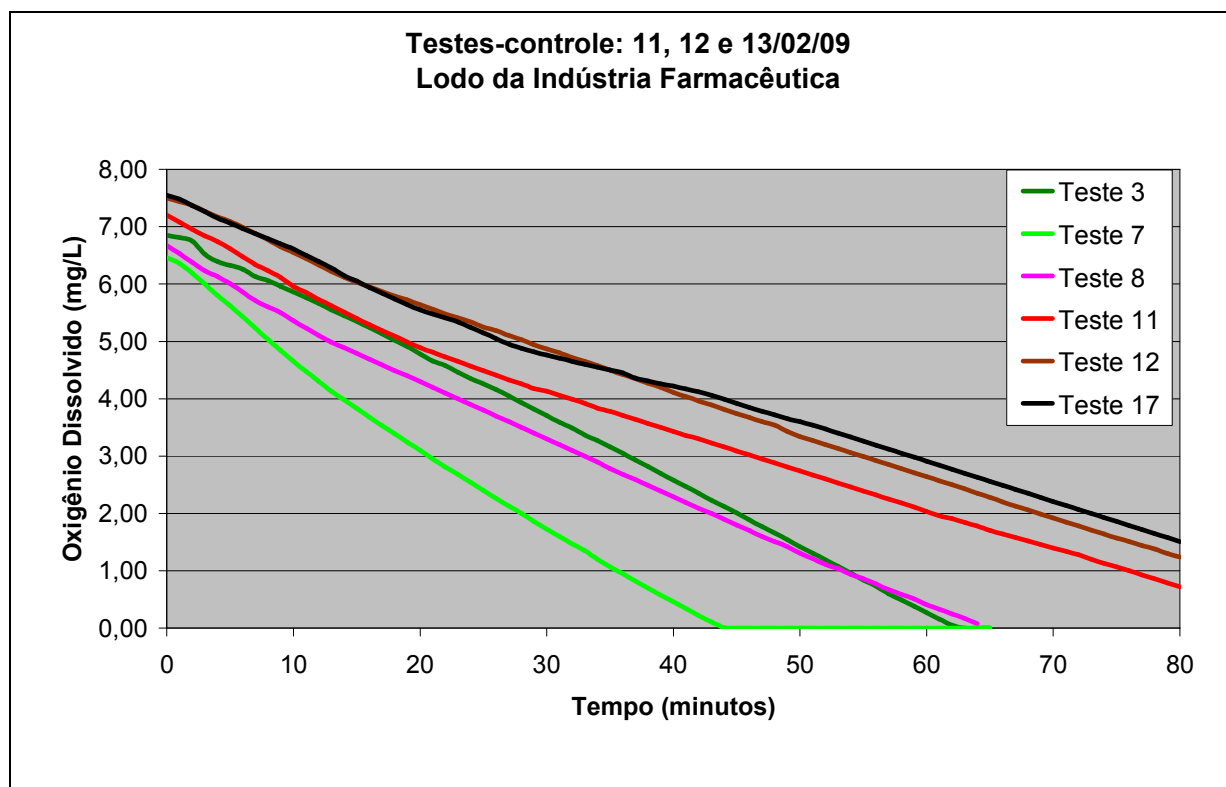
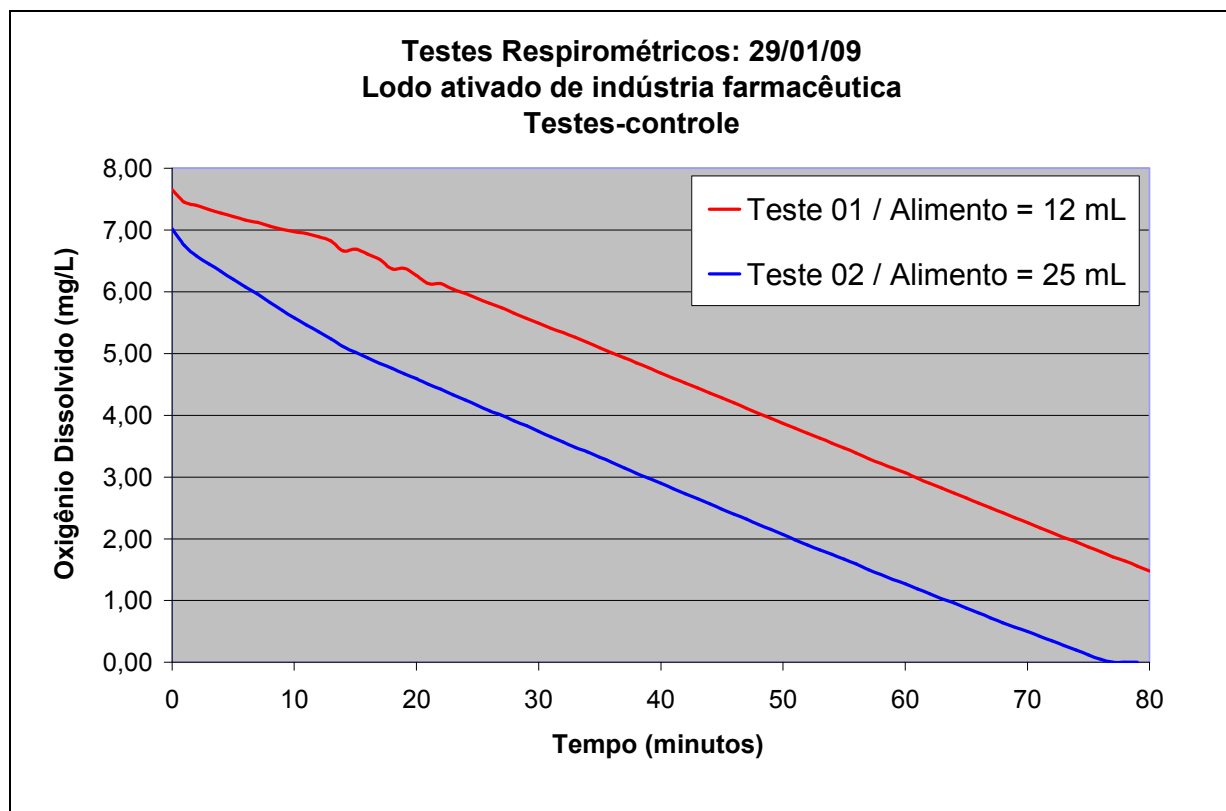
$RNFV$ = Resíduo não filtrável volátil, (mg/L).....3.543

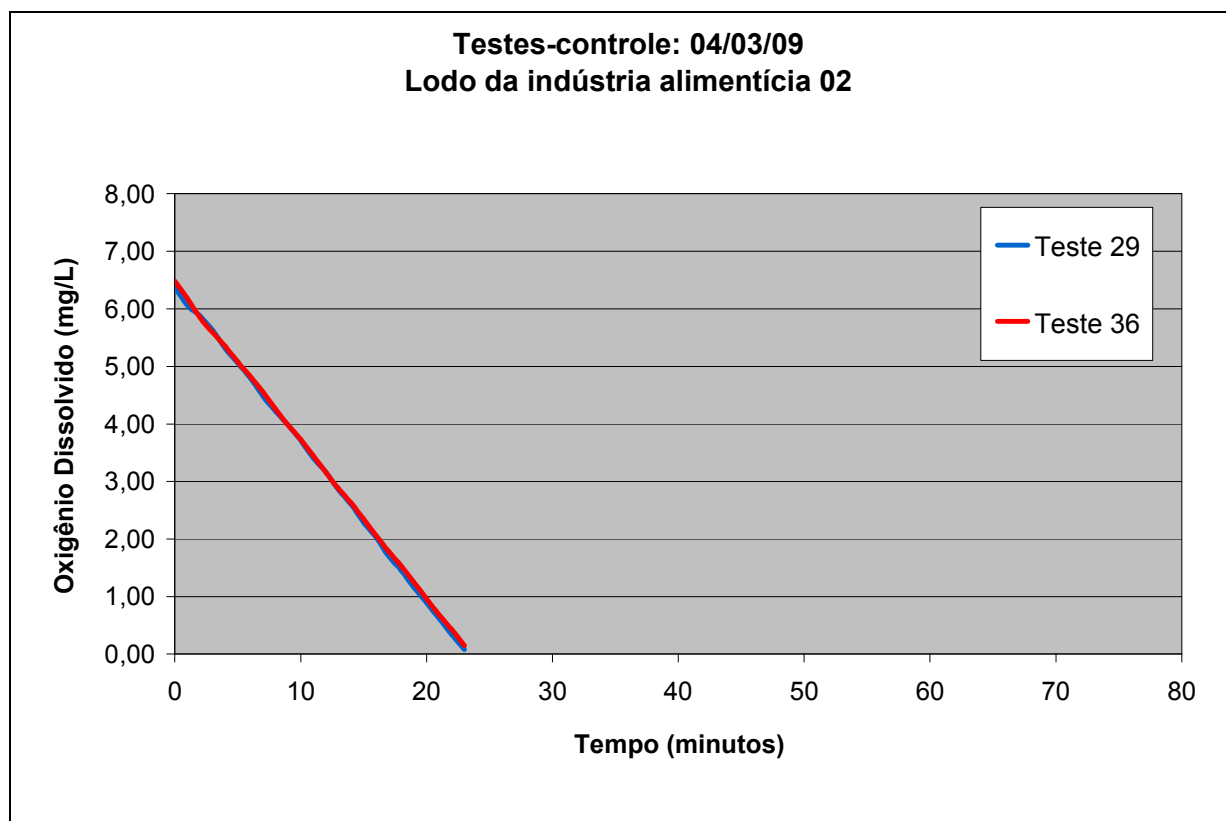
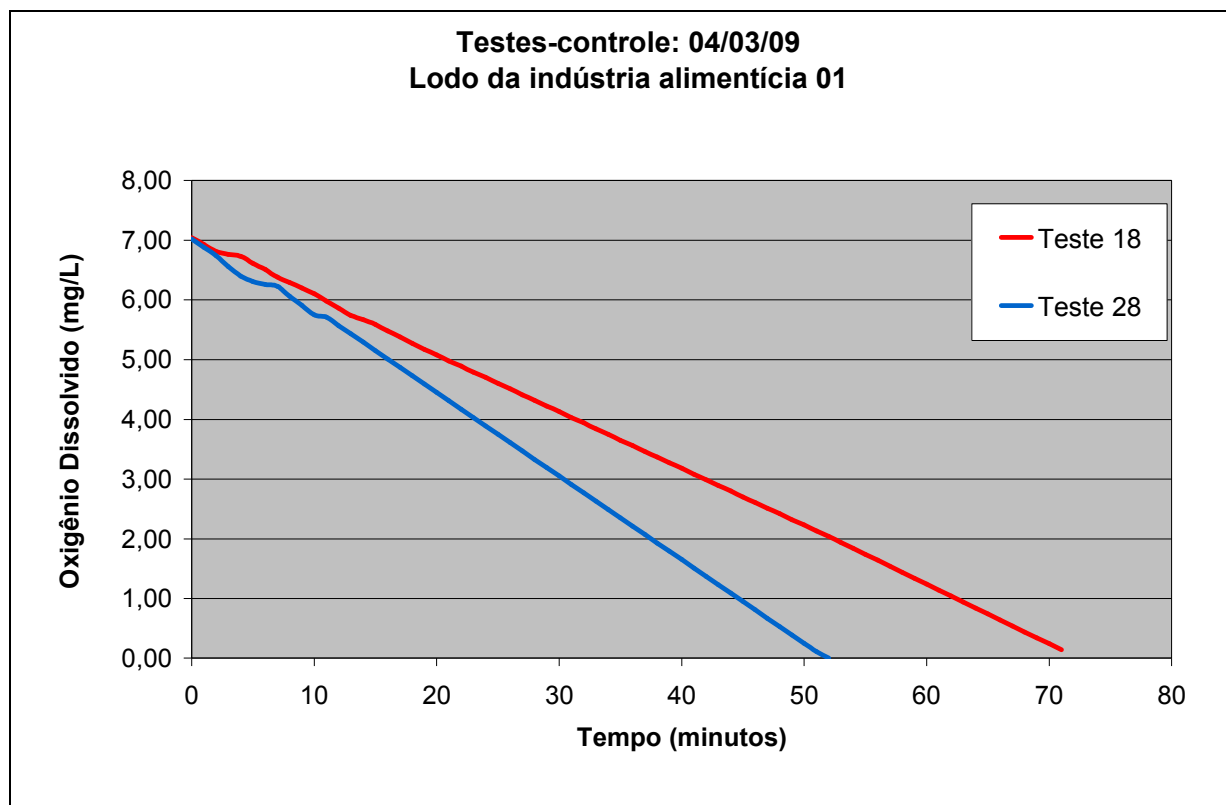
DQO_{ap} = Demanda Química de Oxigênio afluyente, (mg/L)...4.300

Q = Vazão média de alimentação, (L/dia).....0,12

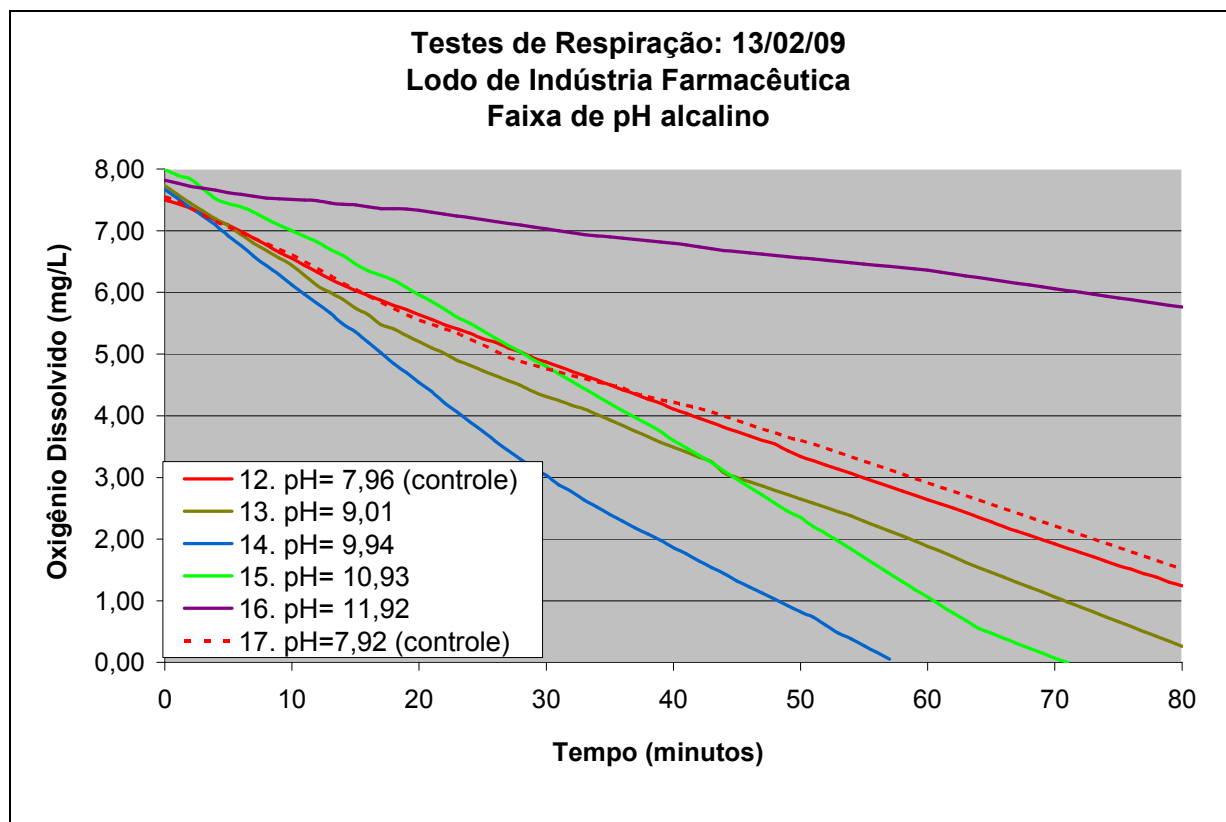
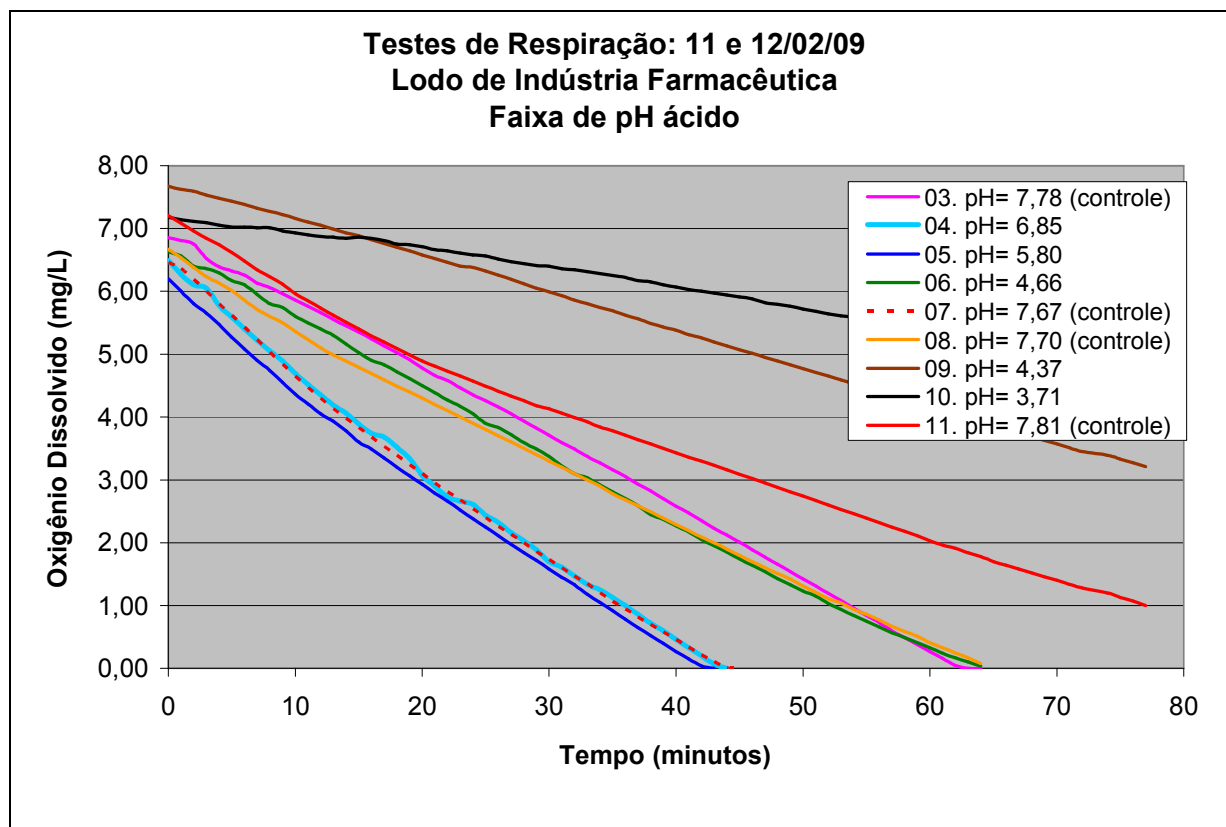
Q = Vazão média de alimentação, (L/h).....0,005

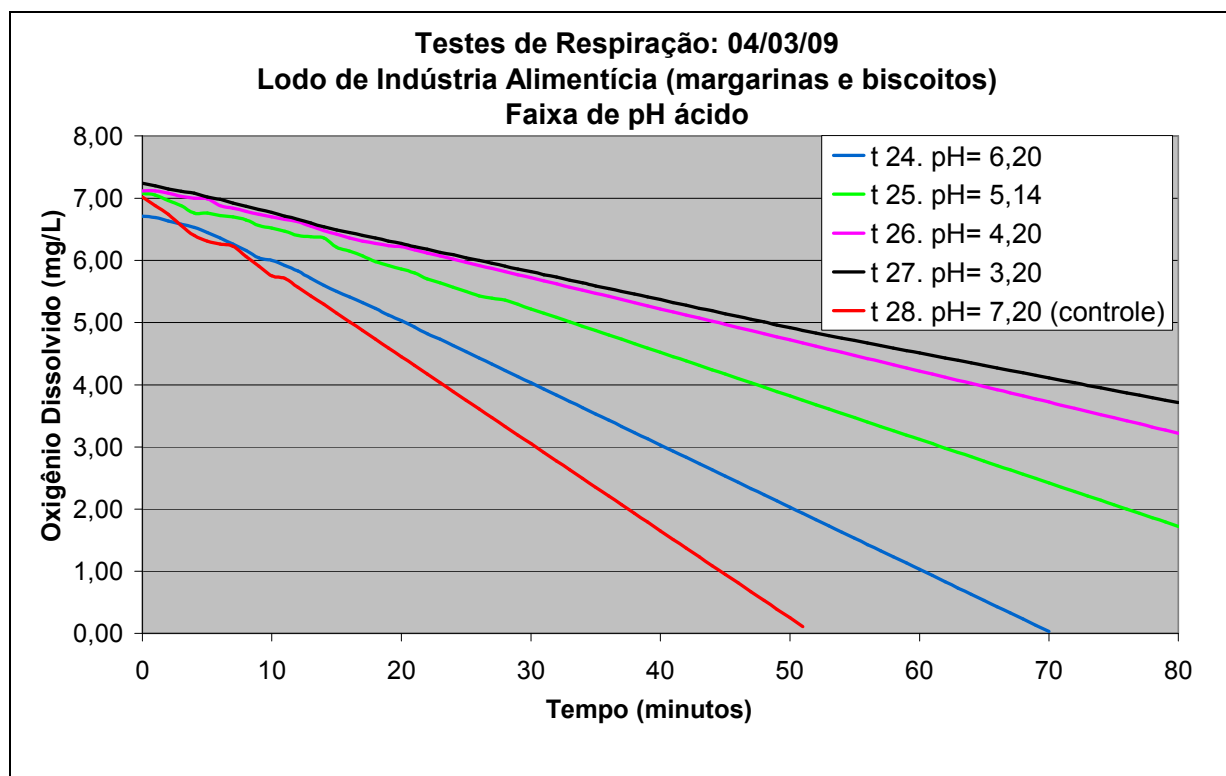
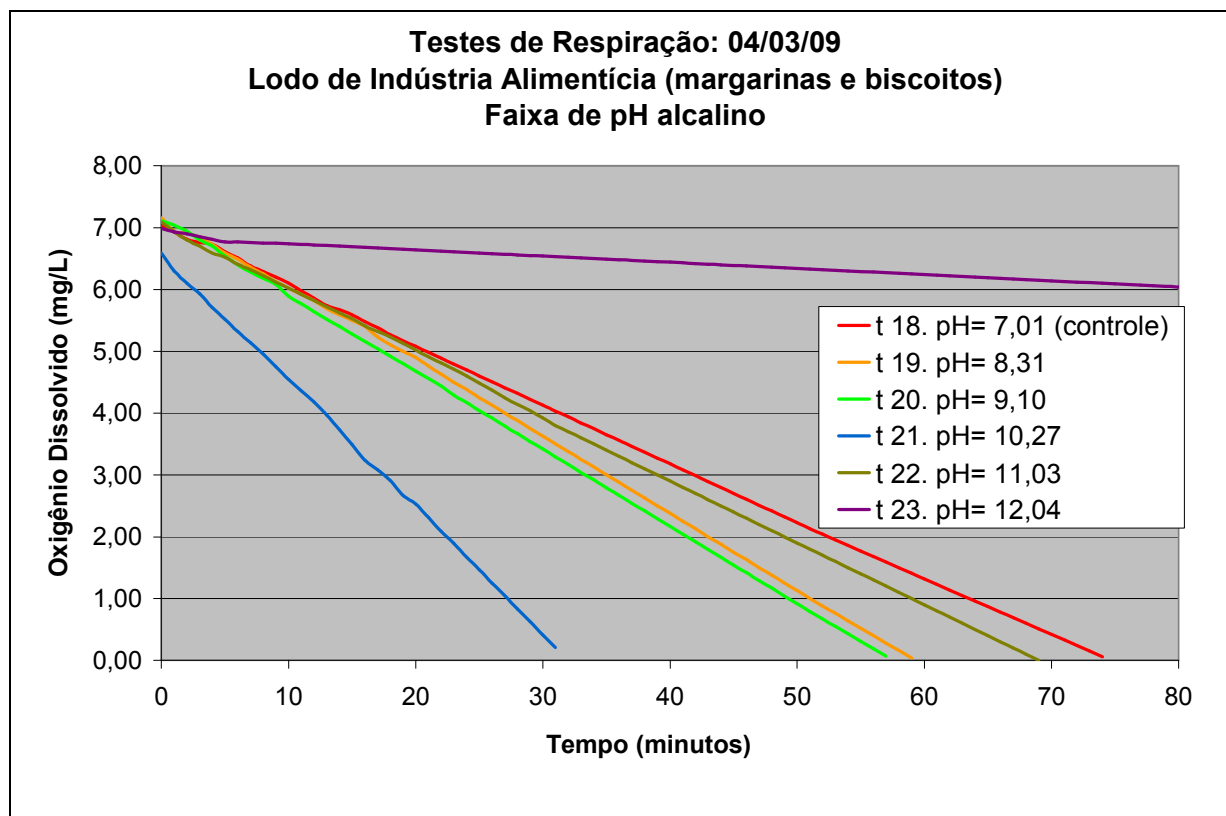
Apêndice D
Gráficos dos testes de respirometria
Testes-controle

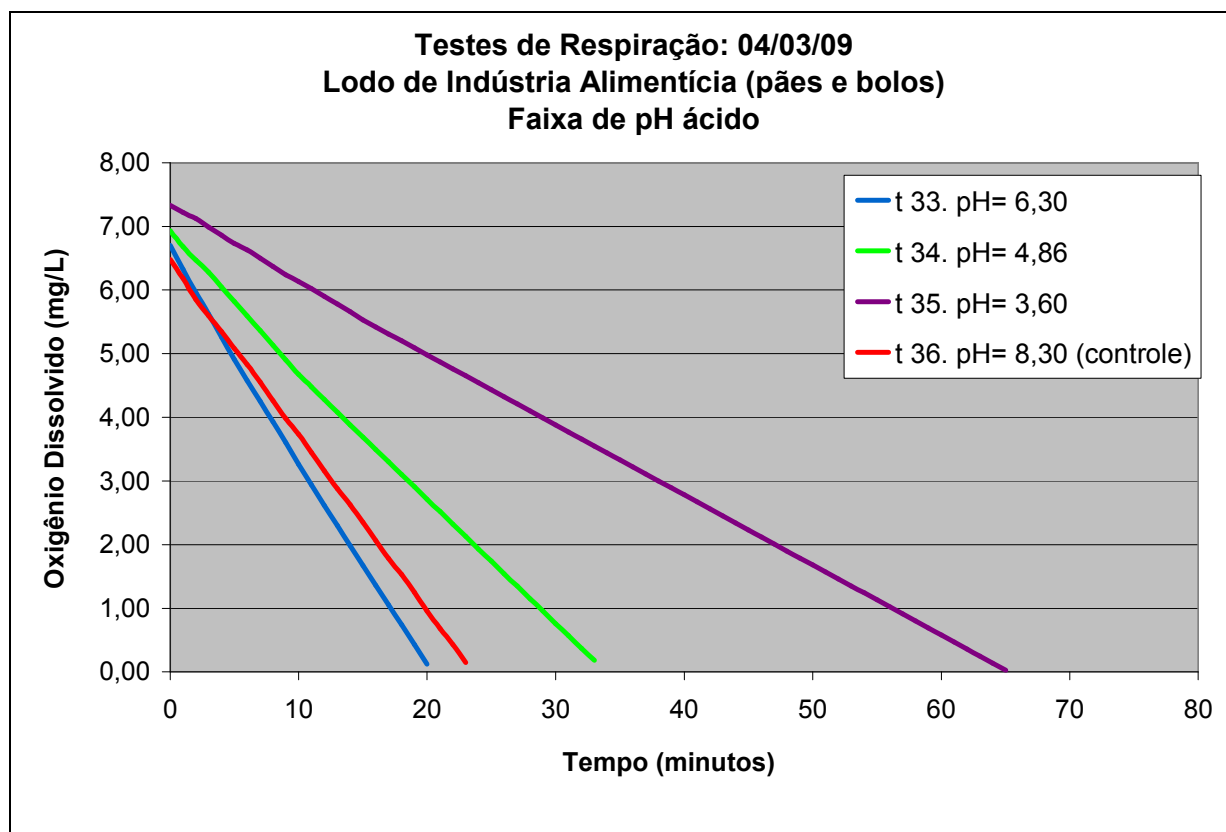
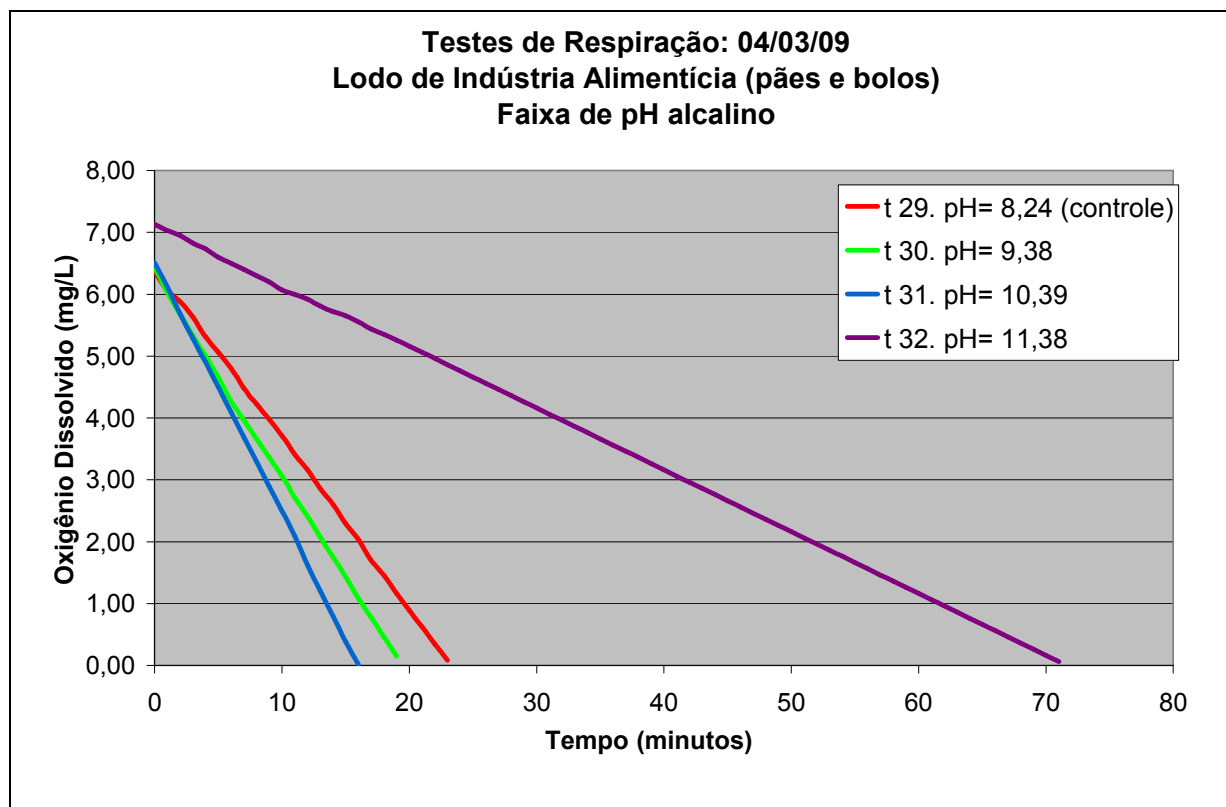




Apêndice E
Gráficos dos testes de respirometria
pH variável







Apêndice F
Análises Comparativas

Tabela F.1 – Dados de acompanhamento dos testes de respirometria

Teste	TCO (*)	TCOe (**)	Reator de Manutenção			Variação do pH		Teste de Respirometria	
			Temp. (°C)	pH	OD (mg/L)	pH partida	pH ajustado	Temp. final do teste, (°C)	pH final
01	4,63	1,56	27,4	7,28	5,74	7,28	--	30,0	7,08
02	5,29	1,79	27,4	7,28	5,74	7,28	--	30,3	6,75
03	6,58	2,33	27,1	7,78	6,40	7,78	--	31,9	7,68
04	8,96	3,17	29,0	7,94	6,20	7,94	6,85	33,7	7,07
05	8,60	3,04	30,7	7,64	6,03	7,64	5,80	34,5	6,23
06	6,18	2,18	31,4	7,69	6,00	7,69	4,66	36,7	5,27
07	8,80	3,11	31,3	7,67	6,25	7,67	--	32,5	7,42
08	6,18	2,18	28,3	7,70	6,57	7,70	--	32,0	7,65
09	1,85	0,66	28,6	7,78	6,66	7,78	3,71	29,0	4,25
10	3,53	1,25	26,0	7,81	6,61	7,81	4,37	26,6	4,95
11	4,83	1,71	27,5	7,81	6,60	7,81	--	28,3	7,59
12	4,70	1,53	23,7	7,96	7,69	7,96	--	28,5	7,61
13	5,60	1,83	23,8	7,93	7,20	7,93	9,01	28,2	8,34
14	8,02	2,62	23,8	7,93	7,20	7,93	9,94	28,3	9,18
15	6,80	2,22	24,0	7,93	7,70	7,93	10,93	29,1	9,90
16	1,55	0,51	24,0	7,93	7,70	7,93	11,92	25,1	11,60
17	4,53	1,48	23,8	7,92	7,50	7,92	--	26,6	7,70
18	5,83	2,43	28,0	7,01	6,60	7,01	--	28,5	7,08
19	7,25	3,02	28,0	7,01	6,60	7,19	8,31	29,0	7,47
20	7,43	3,10	28,0	7,01	6,60	7,14	9,10	29,0	8,01
21	12,35	5,15	28,0	7,01	6,60	7,20	10,27	30,0	9,31
22	6,22	2,59	28,0	7,01	6,60	7,23	11,28	30,0	10,81
23	0,77	0,32	28,0	7,01	6,60	7,26	12,04	29,8	11,91
24	5,63	2,35	31,0	7,28	6,44	7,28	6,20	30,0	6,17
25	3,92	1,63	31,0	7,28	6,44	7,17	5,14	30,7	5,43
26	2,88	1,20	31,0	7,28	6,44	7,21	4,20	30,0	4,69
27	2,78	1,16	31,0	7,28	6,44	7,23	3,20	29,5	3,56
28	8,13	3,39	31,0	7,20	6,44	7,20	--	29,1	7,27
29	16,41	7,03	30,1	8,24	4,61	8,24	--	29,2	8,26
30	19,86	8,51	30,1	8,33	4,61	8,33	9,38	29,0	8,93
31	24,38	10,44	30,1	8,30	4,61	8,30	10,39	29,2	9,90
32	5,97	2,55	30,1	8,27	4,61	8,27	11,38	29,8	10,89
33	19,74	8,45	30,1	8,28	4,61	8,28	6,30	29,4	7,09
34	12,27	5,26	30,1	8,33	4,61	8,33	4,86	28,7	5,58
35	6,77	2,90	30,1	8,31	4,61	8,31	3,60	29,3	4,37
36	16,51	7,07	30,1	8,30	4,61	8,30	--	29,3	8,33

* (mg.L⁻¹.h⁻¹) ** (mg.g⁻¹.h⁻¹)

Apêndice G
Planilhas de Acompanhamento do Lodo

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NA RESPIRAÇÃO DE LODOS ATIVADOS		
PLANILHA DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Data da coleta: 27/01/09		
COLETA	CHEGADA NO LABORATÓRIO	PARTIDA DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)
Temperatura (°C): 28,8	Temperatura (°C): 25,0	Temperatura (°C): 24,3
pH : 7,00	pH : 7,56	pH : 7,58
OD (mg/L): 5,74	OD (mg/L): n.d.	OD (mg/L): 7,28
OBSERVAÇÕES		
Tempo de transporte do lodo da ETEI ao local dos testes: 25 minutos		
Observação no microscópio :		
Organismos presentes:		
. Fungos: Vários organismos identificados / sem mobilidade;		
. Bactérias Filamentosas: Vários organismos identificados / sem mobilidade;		
. Bactérias Nitrificantes: Vários organismos identificados / sem mobilidade;		
. Protozoários da Classe Ciliata: Alguns organismos / bastante mobilidade / Gênero identificado: <i>Trachelophyllum</i>		
. Protozoários da Classe Amebas: apenas um organismo identificado / sem mobilidade / Gênero identificado: <i>Tecameba</i> ;		
. Protozoários da Classe Flagelados: bastante mobilidade / Gênero identificado: <i>Paranema sp.</i>		

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
PLANILHA DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Data da coleta: 10/02/09		
COLETA	CHEGADA NO LABORATÓRIO	PARTIDA DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)
Temperatura (°C): 31,0	Temperatura (°C): 29,0	Temperatura (°C): 29,5
pH: 7,00	pH: 7,06	pH: 7,47
OD (mg/L): 5,03	OD (mg/L): 3,50	OD (mg/L): 8,10
OBSERVAÇÕES		
Tempo de transporte do lodo da ETEI ao local dos testes: 25 minutos		
Observação no microscópio : Lodo com aspecto diferente do lodo coletado no dia 27. Mais diversidade de organismos.		
Organismos presentes:		
. Bactérias Filamentosas: Vários organismos identificados / sem mobilidade;		
. Bactérias Nitrificantes: Vários organismos identificados / sem mobilidade;		
. Protozoários da Classe Ciliata: Alguns organismos / bastante mobilidade / Gêneros identificados: <i>Trachelium ovum</i> , <i>Trachelophyllum apiculatum</i> , <i>Blepharisma lateritum</i>		
. Protozoários da Classe Flagelados: bastante mobilidade / Gênero identificado: <i>Paranema sp.</i>		
. Protozoários da Classe Rotífera: apenas um organismo com bastante mobilidade / Gênero identificado: <i>Epiphanes senta</i>		

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
PLANILHA DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Data da coleta: 12/02/09		
COLETA	CHEGADA NO LABORATÓRIO	PARTIDA DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)
Temperatura (°C): 33,0	Temperatura (°C): 31	Temperatura (°C): 31
pH (coleta): 7,00	pH (chegada): 7,06	pH (partida): 7,07
OD (mg/L): 4,87	OD (mg/L): 2,50	OD (mg/L): 7,60
OBSERVAÇÕES		
Tempo de transporte do lodo da ETEI ao local dos testes: 25 minutos		
Observação no microscópio : Lodo com aspecto muito parecido com o lodo coletado no dia 10.		
Organismos presentes:		
. Fungos: Vários organismos identificados / sem mobilidade;		
. Bactérias Nitrificantes: Vários organismos identificados / sem mobilidade;		
. Protozoários da Classe Ciliata: Alguns organismos / bastante mobilidade / Gêneros identificados: <i>Trachelium ovum</i> , <i>Blepharisma lateritum</i>		
. Protozoários da Classe Flagelados: bastante mobilidade / Gênero identificado: <i>Paranema sp</i>		
. Protozoários da Classe Rotífera: apenas um organismo com bastante mobilidade / Gênero identificado: <i>Epiphanes senta</i>		

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
PLANILHA DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (margarinas e biscoitos)		
Data da coleta: 03/03/09		
COLETA	CHEGADA NO LABORATÓRIO	PARTIDA DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)
Temperatura (°C): 29,0 °C	Temperatura (°C): 30,0 °C	Temperatura (°C): 29,0 °C
pH (coleta): 7,30	pH (chegada): 7,19	pH (partida): 7,19
OD (mg/L): 6,34 mg/L	OD (mg/L): 3,50 mg/L	OD (mg/L): 4,80 mg/L
OBSERVAÇÕES		
Tempo de transporte do lodo da ETEI ao local dos testes: 40 minutos		
Observação no microscópio :		
Organismos presentes:		
. Colônia de ciliados pendulados (fixos): semelhante ao <i>Epistylis sp.</i> ;		
. Rotífero (bastante mobilidade): semelhante ao <i>Epiphanes senta</i> ;		
. Tecameba (com mobilidade): semelhante a <i>Arcella sp.</i> ;		
. Ciliados (com mobilidade): semelhante ao <i>Metopus sp.</i> ;		
. Ciliados (bastante mobilidade): semelhante ao <i>Trachelium ovum</i> ;		
. Flagelados (com mobilidade): semelhante ao <i>Peranema sp.</i> ;		
. Presença de filamentosos		
. Bastante variedade de organismos		

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
PLANILHA DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (pães e bolos);		
Data da coleta: 04/03/09		
COLETA	CHEGADA NO LABORATÓRIO	PARTIDA DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)
Temperatura (°C): 32,0 °C	Temperatura (°C): 33,9 °C	Temperatura (°C): 33,5 °C
pH (coleta): 7,60	pH (chegada): 7,60	pH (partida): 7,66
OD (mg/L): 2,10 mg/L	OD (mg/L): 0,45 mg/L	OD (mg/L): 1,25 mg/L
OBSERVAÇÕES		
Tempo de transporte do lodo da ETEI ao local dos testes: 25 minutos		
OD baixo devido a entrada de carga orgânica no ato da coleta do lodo. Lodo Ativado operado em batelada.		
Observação no microscópio :		
Organismos presentes:		
. Colônia de ciliados pendulados (fixos): semelhante ao <i>Epistylis sp.</i> ;		
. Rotífero (bastante mobilidade e grandes dimensões): semelhante ao <i>Philodina paradoxus</i> ;		
. Ciliados (com mobilidade): semelhante ao <i>Metopus sp.</i> ;		
. Ciliados (bastante mobilidade): semelhante ao <i>Blepharisma lateritum</i> ;		
. Ciliados (bastante mobilidade): semelhante ao <i>Trachelium ovum</i> ;		
. Flagelados (com mobilidade): semelhante ao <i>Peranema sp.</i> ;		
. Presença de bastantes organismos filamentosos;		
. Bastante variedade de organismos.		

Apêndice H
Planilhas de acompanhamento dos estudos de bancada
e testes de respirometria

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NA RESPIRAÇÃO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 29/01/09		
Teste: 01		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Temperatura, (°C): 27,4		
pH: 7,28		
OD, (mg/L): 5,74		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: n.u.		Concentração:---
pH de partida: 7,28		
pH desejável:---		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): ---		
pH ajustado (antes da alimentação): ----		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 420		
Temperatura, (°C): 29		
pH: 6,45		
Volume de alimentação (mL): 12		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 29		
pH do lodo (após alimentação): 7,21		
pH do lodo (após aeração): n.d.		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 30,0		
pH lodo (final do teste): 7,08		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	29,0	
15:30 h	31,0	
20:00 h	27,1	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 29/01/09							
Teste: 01							
Tempo	OD (mg/L)	Tempo	OD (mg/L)	Tempo	OD (mg/L)	Tempo	OD (mg/L)
0	7,65	20	6,26	40	4,68	60	3,07
1	7,45	21	6,13	41	4,6	61	2,98
2	7,4	22	6,13	42	4,52	62	2,9
3	7,33	23	6,04	43	4,44	63	2,82
4	7,27	24	5,97	44	4,36	64	2,74
5	7,22	25	5,89	45	4,28	65	2,66
6	7,16	26	5,81	46	4,2	66	2,58
7	7,12	27	5,74	47	4,11	67	2,5
8	7,06	28	5,65	48	4,03	68	2,42
9	7,01	29	5,57	49	3,95	69	2,34
10	6,97	30	5,49	50	3,87	70	2,26
11	6,94	31	5,41	51	3,79	71	2,18
12	6,89	32	5,34	52	3,71	72	2,1
13	6,82	33	5,26	53	3,63	73	2,02
14	6,66	34	5,18	54	3,55	74	1,95
15	6,69	35	5,09	55	3,47	75	1,87
16	6,61	36	5,01	56	3,39	76	1,79
17	6,52	37	4,93	57	3,3	77	1,71
18	6,37	38	4,85	58	3,22	78	1,64
19	6,38	39	4,77	59	3,14	79	1,56

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NA RESPIRAÇÃO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 29/01/09		
Teste: 02		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Temperatura, (°C): 27,4		
pH: 7,28		
OD, (mg/L): 5,74		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: n.u.		Concentração:---
pH de partida: 7,28		
pH desejável:---		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): ---		
pH ajustado (antes da alimentação): ----		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 420		
Temperatura, (°C): 29		
pH: 6,40		
Volume de alimentação (mL): 25		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 29		
pH do lodo (após alimentação): 7,20		
pH do lodo (após aeração): n.d.		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 30,3		
pH lodo (final do teste): 6,75		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	29,0	
15:30 h	31,0	
20:00 h	27,1	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 29/01/09							
Teste: 02							
Tempo	OD (mg/L)	Tempo	OD (mg/L)	Tempo	OD (mg/L)	Tempo	OD (mg/L)
0	7,02	20	4,59	40	2,9	60	1,27
1	6,75	21	4,5	41	2,81	61	1,19
2	6,58	22	4,42	42	2,73	62	1,11
3	6,45	23	4,33	43	2,65	63	1,03
4	6,33	24	4,25	44	2,57	64	0,96
5	6,2	25	4,16	45	2,48	65	0,88
6	6,08	26	4,07	46	2,4	66	0,8
7	5,96	27	4	47	2,32	67	0,72
8	5,83	28	3,91	48	2,23	68	0,64
9	5,7	29	3,83	49	2,15	69	0,57
10	5,58	30	3,74	50	2,07	70	0,5
11	5,46	31	3,65	51	1,98	71	0,42
12	5,35	32	3,57	52	1,9	72	0,35
13	5,24	33	3,48	53	1,82	73	0,27
14	5,11	34	3,41	54	1,75	74	0,2
15	5,02	35	3,32	55	1,67	75	0,12
16	4,93	36	3,24	56	1,59	76	0,05
17	4,84	37	3,15	57	1,5	77	
18	4,76	38	3,06	58	1,42	78	
19	4,67	39	2,98	59	1,34	79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 11/02/09		
Teste: 03		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Temperatura, (°C): 27,1		
pH: 7,78		
OD, (mg/L): 6,40		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: não utilizada		Concentração:---
pH de partida: 7,78		
pH desejável:---		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): ---		
pH ajustado (antes da alimentação): ----		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 420		
Temperatura, (°C): 25,0		
pH: 5,97		
Volume de alimentação, (mL): 25		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 27,2		
pH do lodo (após alimentação): 7,75		
pH do lodo (após aeração): 8,00		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 31,9		
pH lodo (final do teste): 7,68		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00	31,0	
15:30	34,0	
20:00	28,0	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 11/02/09							
Teste: 03							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	6,85	20	4,78	40	2,58	60	0,27
1	6,81	21	4,66	41	2,47	61	0,16
2	6,75	22	4,58	42	2,35	62	0,05
3	6,52	23	4,46	43	2,23	63	
4	6,39	24	4,35	44	2,12	64	
5	6,33	25	4,26	45	2,01	65	
6	6,26	26	4,16	46	1,89	66	
7	6,13	27	4,05	47	1,77	67	
8	6,06	28	3,93	48	1,66	68	
9	5,96	29	3,82	49	1,54	69	
10	5,86	30	3,71	50	1,42	70	
11	5,76	31	3,59	51	1,31	71	
12	5,66	32	3,49	52	1,19	72	
13	5,55	33	3,37	53	1,08	73	
14	5,45	34	3,27	54	0,96	74	
15	5,35	35	3,16	55	0,84	75	
16	5,24	36	3,05	56	0,73	76	
17	5,13	37	2,93	57	0,6	77	
18	5,02	38	2,82	58	0,49	78	
19	4,91	39	2,7	59	0,38	79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 11/02/09		
Teste: 04		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Temperatura, (°C): 29,0		
pH: 7,94		
OD, (mg/L): 6,20		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: Ácido Clorídrico (HCl)	Concentração, (%): 5	
pH de partida: 7,94		
pH desejável: 6,94		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 0,80		
pH ajustado (antes da alimentação): 6,85		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 420		
Temperatura, (°C): 27,0		
pH: 6,65		
Volume de alimentação, (mL): 25		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 27,2		
pH do lodo (após alimentação): 7,07		
pH do lodo (após aeração): 7,27		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 33,7		
pH lodo (final do teste): 7,07		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00	31,0	
15:30	34,0	
20:00	28,0	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 11/02/09							
Teste: 04							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	6,49	20	3,07	40	0,46	60	
1	6,27	21	2,9	41	0,33	61	
2	6,1	22	2,73	42	0,2	62	
3	6,05	23	2,66	43	0,07	63	
4	5,77	24	2,61	44		64	
5	5,59	25	2,44	45		65	
6	5,4	26	2,32	46		66	
7	5,22	27	2,16	47		67	
8	5,05	28	2,03	48		68	
9	4,89	29	1,89	49		69	
10	4,69	30	1,7	50		70	
11	4,52	31	1,61	51		71	
12	4,35	32	1,47	52		72	
13	4,19	33	1,34	53		73	
14	4,06	34	1,25	54		74	
15	3,89	35	1,13	55		75	
16	3,74	36	1	56		76	
17	3,68	37	0,86	57		77	
18	3,52	38	0,72	58		78	
19	3,34	39	0,6	59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 11/02/09		
Teste: 05		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Temperatura, (°C): 30,7		
pH: 7,64		
OD, (mg/L): 6,03		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: Ácido Clorídrico (HCl)		Concentração, (%): 5
pH de partida: 7,64		
pH desejável: 5,64		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 2,00		
pH ajustado (antes da alimentação): 5,80		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 420		
Temperatura, (°C): 27,0		
pH: 6,65		
Volume de alimentação, (mL): 25		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 30,7		
pH do lodo (após alimentação): 5,87		
pH do lodo (após aeração): 6,07		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 34,5		
pH lodo (final do teste): 6,23		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00	31,0	
15:30	34,0	
20:00	28,0	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 11/02/09							
Teste: 05							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	6,2	20	2,93	40	0,27	60	
1	6	21	2,79	41	0,15	61	
2	5,8	22	2,66	42	0,04	62	
3	5,65	23	2,52	43		63	
4	5,47	24	2,38	44		64	
5	5,27	25	2,25	45		65	
6	5,08	26	2,11	46		66	
7	4,9	27	1,97	47		67	
8	4,74	28	1,84	48		68	
9	4,55	29	1,72	49		69	
10	4,36	30	1,58	50		70	
11	4,21	31	1,45	51		71	
12	4,05	32	1,33	52		72	
13	3,93	33	1,18	53		73	
14	3,78	34	1,05	54		74	
15	3,6	35	0,92	55		75	
16	3,49	36	0,78	56		76	
17	3,35	37	0,65	57		77	
18	3,2	38	0,52	58		78	
19	3,06	39	0,4	59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 11/02/09		
Teste: 06		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Temperatura, (°C): 31,4		
pH: 7,69		
OD, (mg/L): 6,00		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: Ácido Clorídrico (HCl)		Concentração, (%): 5
pH de partida: 7,69		
pH desejável: 4,69		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 3,00		
pH ajustado (antes da alimentação): 4,66		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 420		
Temperatura, (°C): 27,0		
pH: 6,65		
Volume de alimentação, (mL): 25		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 31,4		
pH do lodo (após alimentação): 4,86		
pH do lodo (após aeração): 5,14		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 36,7		
pH lodo (final do teste): 5,27		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00	31,0	
15:30	34,0	
20:00	28,0	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 11/02/09							
Teste: 06							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	6,63	20	4,5	40	2,27	60	0,33
1	6,56	21	4,39	41	2,17	61	0,24
2	6,4	22	4,27	42	2,05	62	0,17
3	6,36	23	4,17	43	1,95	63	0,1
4	6,29	24	4,05	44	1,85	64	0,04
5	6,17	25	3,9	45	1,74	65	
6	6,10	26	3,83	46	1,64	66	
7	5,95	27	3,72	47	1,54	67	
8	5,8	28	3,59	48	1,43	68	
9	5,74	29	3,49	49	1,33	69	
10	5,6	30	3,37	50	1,23	70	
11	5,5	31	3,22	51	1,15	71	
12	5,4	32	3,1	52	1,03	72	
13	5,3	33	3,03	53	0,94	73	
14	5,16	34	2,92	54	0,84	74	
15	5,02	35	2,81	55	0,75	75	
16	4,9	36	2,7	56	0,66	76	
17	4,83	37	2,59	57	0,57	77	
18	4,72	38	2,45	58	0,49	78	
19	4,61	39	2,37	59	0,41	79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 11/02/09		
Teste: 07		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Temperatura, (°C): 31,3		
pH: 7,67		
OD, (mg/L): 6,25		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: não utilizada		Concentração:---
pH de partida: 7,67		
pH desejável:---		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): ---		
pH ajustado (antes da alimentação): ----		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 420		
Temperatura, (°C): 27,0		
pH: 6,65		
Volume de alimentação, (mL): 25		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 31,3		
pH do lodo (após alimentação): 7,67		
pH do lodo (após aeração): 7,78		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 32,5		
pH lodo (final do teste): 7,42		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00	31,0	
15:30	34,0	
20:00	28,0	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 11/02/09							
Teste: 07							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	6,46	20	3,1	40	0,46	60	
1	6,36	21	2,95	41	0,34	61	
2	6,19	22	2,81	42	0,22	62	
3	6	23	2,68	43	0,11	63	
4	5,8	24	2,54	44	0,01	64	
5	5,62	25	2,4	45		65	
6	5,43	26	2,26	46		66	
7	5,23	27	2,13	47		67	
8	5,03	28	2	48		68	
9	4,84	29	1,86	49		69	
10	4,65	30	1,73	50		70	
11	4,47	31	1,6	51		71	
12	4,3	32	1,47	52		72	
13	4,13	33	1,35	53		73	
14	3,98	34	1,2	54		74	
15	3,83	35	1,07	55		75	
16	3,68	36	0,95	56		76	
17	3,53	37	0,82	57		77	
18	3,39	38	0,7	58		78	
19	3,24	39	0,58	59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 12/02/09		
Teste: 08		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Temperatura, (°C): 28,3		
pH: 7,70		
OD, (mg/L): 6,57		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: não utilizada		Concentração:---
pH de partida: 7,70		
pH desejável:---		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): ---		
pH ajustado (antes da alimentação): ----		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 420		
Temperatura, (°C): 30,0		
pH: 6,08		
Volume de alimentação, (mL): 25		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 28,3		
pH do lodo (após alimentação): 7,79		
pH do lodo (após aeração): 7,89		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 32,0		
pH lodo (final do teste): 7,65		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	29,5	
15:30 h	32,0	
20:00 h	26,5	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 12/02/09							
Teste: 08							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	6,67	20	4,3	40	2,29	60	0,41
1	6,53	21	4,2	41	2,19	61	0,33
2	6,38	22	4,1	42	2,09	62	0,25
3	6,23	23	4	43	2	63	0,17
4	6,13	24	3,9	44	1,9	64	0,08
5	6,01	25	3,8	45	1,8	65	0,01
6	5,86	26	3,7	46	1,7	66	
7	5,71	27	3,6	47	1,6	67	
8	5,6	28	3,5	48	1,51	68	
9	5,5	29	3,4	49	1,42	69	
10	5,36	30	3,3	50	1,31	70	
11	5,23	31	3,2	51	1,21	71	
12	5,1	32	3,1	52	1,11	72	
13	4,99	33	3	53	1,04	73	
14	4,89	34	2,9	54	0,94	74	
15	4,79	35	2,78	55	0,86	75	
16	4,69	36	2,68	56	0,77	76	
17	4,59	37	2,59	57	0,67	77	
18	4,49	38	2,49	58	0,59	78	
19	4,4	39	2,39	59	0,51	79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 12/02/09		
Teste: 09		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Temperatura, (°C): 28,6		
pH: 7,78		
OD, (mg/L): 6,66		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: Ácido Clorídrico (HCl)		Concentração, (%): 5
pH de partida: 7,78		
pH desejável: 3,78		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 4,00		
pH ajustado (antes da alimentação): 3,71		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 420		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,07		
Volume de alimentação, (mL): 25		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 28,6		
pH do lodo (após alimentação): 3,80		
pH do lodo (após aeração): 4,18		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 29,0		
pH lodo (final do teste): 4,25		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	29,5	
15:30 h	32,0	
20:00 h	26,5	
Lodo coagulou próximo ao pH 4,5.		

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 12/02/09							
Teste: 09							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	7,18	20	6,71	40	6,07	60	5,38
1	7,14	21	6,66	41	6,03	61	5,35
2	7,11	22	6,64	42	6	62	5,3
3	7,09	23	6,61	43	5,97	63	5,26
4	7,05	24	6,58	44	5,94	64	5,22
5	7,02	25	6,56	45	5,91	65	5,18
6	7,02	26	6,51	46	5,88	66	5,15
7	7,01	27	6,47	47	5,82	67	5,11
8	7,01	28	6,44	48	5,79	68	5,08
9	6,96	29	6,41	49	5,76	69	5,05
10	6,93	30	6,4	50	5,72	70	5,01
11	6,9	31	6,36	51	5,68	71	4,98
12	6,87	32	6,34	52	5,64	72	4,94
13	6,86	33	6,31	53	5,61	73	4,9
14	6,84	34	6,28	54	5,59	74	4,87
15	6,86	35	6,25	55	5,56	75	4,85
16	6,84	36	6,22	56	5,51	76	4,83
17	6,81	37	6,17	57	5,48	77	4,8
18	6,75	38	6,15	58	5,45	78	4,77
19	6,74	39	6,1	59	5,41	79	4,74

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 12/02/09		
Teste: 10		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Temperatura, (°C): 26,0		
pH: 7,81		
OD, (mg/L): 6,61		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: Ácido Clorídrico (HCl)		Concentração, (%): 5
pH de partida: 7,81		
pH desejável: 4,36		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 3,5		
pH ajustado (antes da alimentação): 4,37		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 420		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,07		
Volume de alimentação, (mL): 25		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 25,2		
pH do lodo (após alimentação): 4,57		
pH do lodo (após aeração): 4,75		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 26,6		
pH lodo (final do teste): 4,95		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	29,5	
15:30 h	32,0	
20:00 h	26,5	
Lodo coagulou próximo ao pH 4,5.		
Clarificado com bom aspecto.		

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 12/02/09							
Teste: 10							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	7,67	20	6,58	40	5,38	60	4,17
1	7,62	21	6,52	41	5,31	61	4,11
2	7,59	22	6,46	42	5,26	62	4,05
3	7,53	23	6,4	43	5,19	63	3,99
4	7,48	24	6,38	44	5,13	64	3,93
5	7,43	25	6,32	45	5,07	65	3,87
6	7,38	26	6,26	46	5,01	66	3,81
7	7,32	27	6,19	47	4,95	67	3,75
8	7,27	28	6,12	48	4,89	68	3,69
9	7,22	29	6,05	49	4,83	69	3,63
10	7,16	30	5,99	50	4,77	70	3,57
11	7,1	31	5,93	51	4,71	71	3,51
12	7,05	32	5,86	52	4,65	72	3,45
13	6,99	33	5,8	53	4,59	73	3,39
14	6,93	34	5,74	54	4,53	74	3,33
15	6,88	35	5,69	55	4,47	75	3,27
16	6,82	36	5,62	56	4,41	76	3,21
17	6,76	37	5,56	57	4,35	77	3,15
18	6,7	38	5,49	58	4,29	78	3,09
19	6,64	39	5,43	59	4,23	79	3,03

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 12/02/09		
Teste: 11		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Temperatura, (°C): 27,5		
pH: 7,81		
OD, (mg/L): 6,60		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: não utilizada		Concentração:---
pH de partida: 7,81		
pH desejável:---		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): ---		
pH ajustado (antes da alimentação): ----		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 420		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,07		
Volume de alimentação, (mL): 25		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 27,5		
pH do lodo (após alimentação): 7,81		
pH do lodo (após aeração): 7,89		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 28,3		
pH lodo (final do teste): 7,59		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	29,5	
15:30 h	32,0	
20:00 h	26,5	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 12/02/09							
Teste: 11							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	7,2	20	4,89	40	3,43	60	2,03
1	7,08	21	4,81	41	3,36	61	1,96
2	6,96	22	4,73	42	3,3	62	1,91
3	6,84	23	4,65	43	3,23	63	1,84
4	6,74	24	4,57	44	3,16	64	1,78
5	6,62	25	4,49	45	3,09	65	1,72
6	6,48	26	4,41	46	3,02	66	1,64
7	6,34	27	4,33	47	2,95	67	1,58
8	6,23	28	4,26	48	2,88	68	1,52
9	6,11	29	4,18	49	2,81	69	1,46
10	5,96	30	4,13	50	2,74	70	1,4
11	5,85	31	4,06	51	2,67	71	1,34
12	5,73	32	3,99	52	2,6	72	1,28
13	5,62	33	3,92	53	2,53	73	1,22
14	5,51	34	3,84	54	2,46	74	1,13
15	5,4	35	3,78	55	2,39	75	1,07
16	5,29	36	3,71	56	2,32	76	1
17	5,19	37	3,64	57	2,25	77	0,94
18	5,09	38	3,57	58	2,18	78	0,88
19	4,99	39	3,5	59	2,11	79	0,82

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 13/02/09		
Teste: 12		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Temperatura, (°C): 23,7		
pH: 7,96		
OD, (mg/L): 7,69		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: não utilizada		Concentração:---
pH de partida: 7,96		
pH desejável:---		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): ---		
pH ajustado (antes da alimentação): ----		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 420		
Temperatura, (°C): 24,0		
pH: 6,20		
Volume de alimentação, (mL): 25		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 23,7		
pH do lodo (após alimentação): 7,94		
pH do lodo (após aeração): 7,93		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 28,5		
pH lodo (final do teste): 7,61		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	24,7	
15:30 h	25,0	
20:00 h	24,6	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 13/02/09							
Teste: 12							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	7,5	20	5,64	40	4,11	60	2,64
1	7,44	21	5,56	41	4,04	61	2,57
2	7,37	22	5,48	42	3,96	62	2,5
3	7,27	23	5,41	43	3,89	63	2,43
4	7,17	24	5,34	44	3,81	64	2,35
5	7,09	25	5,25	45	3,74	65	2,28
6	6,99	26	5,19	46	3,67	66	2,2
7	6,88	27	5,1	47	3,6	67	2,13
8	6,77	28	5,03	48	3,54	68	2,06
9	6,65	29	4,94	49	3,43	69	1,99
10	6,55	30	4,87	50	3,34	70	1,92
11	6,44	31	4,8	51	3,27	71	1,85
12	6,33	32	4,72	52	3,2	72	1,78
13	6,22	33	4,65	53	3,13	73	1,71
14	6,12	34	4,58	54	3,06	74	1,64
15	6,03	35	4,5	55	2,99	75	1,57
16	5,95	36	4,42	56	2,92	76	1,51
17	5,87	37	4,35	57	2,85	77	1,44
18	5,79	38	4,27	58	2,78	78	1,38
19	5,72	39	4,2	59	2,71	79	1,3

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 13/02/09		
Teste: 13		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Temperatura, (°C): 23,8		
pH: 7,93		
OD, (mg/L): 7,20		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Hidróxido de Sódio (NaOH)	Concentração, (%): 5	
pH de partida: 7,93		
pH desejável: 8,93		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 0,4		
pH ajustado (antes da alimentação): 9,01		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 420		
Temperatura, (°C): 24,0		
pH: 6,20		
Volume de alimentação, (mL): 25		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 23,7		
pH do lodo (após alimentação): 8,86		
pH do lodo (após aeração): 8,59		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 28,2		
pH lodo (final do teste): 8,34		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	24,7	
15:30 h	25,0	
20:00 h	24,6	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 13/02/09							
Teste: 13							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	7,73	20	5,2	40	3,49	60	1,88
1	7,59	21	5,1	41	3,41	61	1,8
2	7,45	22	5,01	42	3,33	62	1,71
3	7,32	23	4,9	43	3,25	63	1,62
4	7,19	24	4,82	44	3,07	64	1,54
5	7,08	25	4,73	45	3	65	1,46
6	6,94	26	4,65	46	2,93	66	1,38
7	6,80	27	4,57	47	2,86	67	1,3
8	6,68	28	4,49	48	2,79	68	1,22
9	6,56	29	4,39	49	2,72	69	1,14
10	6,44	30	4,31	50	2,65	70	1,06
11	6,28	31	4,25	51	2,58	71	0,98
12	6,11	32	4,17	52	2,51	72	0,9
13	6	33	4,11	53	2,44	73	0,82
14	5,89	34	4,02	54	2,37	74	0,74
15	5,74	35	3,93	55	2,29	75	0,66
16	5,64	36	3,84	56	2,21	76	0,58
17	5,48	37	3,75	57	2,13	77	0,5
18	5,41	38	3,66	58	2,05	78	0,42
19	5,3	39	3,57	59	1,97	79	0,34

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 13/02/09		
Teste: 14		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Temperatura, (°C): 23,8		
pH: 7,93		
OD, (mg/L): 7,20		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Hidróxido de Sódio (NaOH)	Concentração, (%): 5	
pH de partida: 7,93		
pH desejável: 9,93		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 1,5		
pH ajustado (antes da alimentação): 9,94		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 420		
Temperatura, (°C): 24,1		
pH: 6,43		
Volume de alimentação, (mL): 25		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 24,0		
pH do lodo (após alimentação): 9,83		
pH do lodo (após aeração): 9,59		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 28,3		
pH lodo (final do teste): 9,18		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	24,7	
15:30 h	25,0	
20:00 h	24,6	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 13/02/09							
Teste: 14							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	7,67	20	4,54	40	1,86	60	
1	7,53	21	4,39	41	1,76	61	
2	7,38	22	4,21	42	1,65	62	
3	7,24	23	4,06	43	1,54	63	
4	7,09	24	3,9	44	1,44	64	
5	6,92	25	3,75	45	1,32	65	
6	6,76	26	3,59	46	1,22	66	
7	6,59	27	3,44	47	1,12	67	
8	6,43	28	3,29	48	1,02	68	
9	6,29	29	3,15	49	0,92	69	
10	6,12	30	3,03	50	0,82	70	
11	5,97	31	2,88	51	0,73	71	
12	5,82	32	2,77	52	0,6	72	
13	5,67	33	2,63	53	0,47	73	
14	5,49	34	2,52	54	0,38	74	
15	5,36	35	2,4	55	0,27	75	
16	5,19	36	2,29	56	0,16	76	
17	5,02	37	2,18	57	0,05	77	
18	4,85	38	2,08	58		78	
19	4,7	39	1,98	59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 13/02/09		
Teste: 15		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Temperatura, (°C): 24,0		
pH: 7,93		
OD, (mg/L): 7,70		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Hidróxido de Sódio (NaOH)	Concentração, (%): 5	
pH de partida: 7,93		
pH desejável: 10,93		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 2,5		
pH ajustado (antes da alimentação): 10,93		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 420		
Temperatura, (°C): 24,1		
pH: 6,43		
Volume de alimentação, (mL): 25		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 24,0		
pH do lodo (após alimentação): 10,81		
pH do lodo (após aeração): 10,60		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 29,1		
pH lodo (final do teste): 9,90		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	24,7	
15:30 h	25,0	
20:00 h	24,6	
Produção de espuma na fase de ajuste do pH desejado, próximo ao pH 10.		

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 13/02/09							
Teste: 15							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	8	20	5,96	40	3,6	60	1,06
1	7,9	21	5,85	41	3,48	61	0,93
2	7,84	22	5,73	42	3,36	62	0,8
3	7,68	23	5,6	43	3,24	63	0,68
4	7,52	24	5,5	44	3,1	64	0,55
5	7,44	25	5,38	45	2,97	65	0,42
6	7,39	26	5,26	46	2,84	66	0,29
7	7,30	27	5,14	47	2,71	67	0,17
8	7,19	28	5,03	48	2,58	68	0,06
9	7,09	29	4,91	49	2,45	69	
10	7	30	4,8	50	2,35	70	
11	6,91	31	4,68	51	2,2	71	
12	6,82	32	4,56	52	2,09	72	
13	6,7	33	4,44	53	1,96	73	
14	6,6	34	4,32	54	1,83	74	
15	6,46	35	4,2	55	1,7	75	
16	6,35	36	4,08	56	1,57	76	
17	6,28	37	3,97	57	1,44	77	
18	6,2	38	3,86	58	1,31	78	
19	6,08	39	3,74	59	1,18	79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 13/02/09		
Teste: 16		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Temperatura, (°C): 24,0		
pH: 7,93		
OD, (mg/L): 7,70		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Hidróxido de Sódio (NaOH)	Concentração, (%): 5	
pH de partida: 7,93		
pH desejável: 11,93		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 10		
pH ajustado (antes da alimentação): 11,92		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 420		
Temperatura, (°C): 24,1		
pH: 6,43		
Volume de alimentação, (mL): 25		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 24,0		
pH do lodo (após alimentação): 11,92		
pH do lodo (após aeração): 11,80		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 25,1		
pH lodo (final do teste): 11,60		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	24,7	
15:30 h	25,0	
20:00 h	24,6	
Produção de muita espuma na fase de ajuste do pH desejado, próximo ao pH 10.		
Comportamento Tampão nos seguintes pH's: 10,93 / 11,58 / 11,82		

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 13/02/09							
Teste: 16							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	7,82	20	7,33	40	6,8	60	6,36
1	7,77	21	7,3	41	6,77	61	6,33
2	7,72	22	7,27	42	6,74	62	6,3
3	7,69	23	7,24	43	6,71	63	6,27
4	7,66	24	7,21	44	6,68	64	6,24
5	7,62	25	7,18	45	6,66	65	6,21
6	7,59	26	7,15	46	6,64	66	6,18
7	7,56	27	7,12	47	6,62	67	6,15
8	7,53	28	7,09	48	6,6	68	6,12
9	7,52	29	7,06	49	6,58	69	6,09
10	7,51	30	7,03	50	6,56	70	6,06
11	7,5	31	7	51	6,54	71	6,03
12	7,49	32	6,97	52	6,52	72	6
13	7,45	33	6,94	53	6,5	73	5,97
14	7,43	34	6,92	54	6,48	74	5,94
15	7,42	35	6,9	55	6,46	75	5,91
16	7,39	36	6,88	56	6,44	76	5,88
17	7,36	37	6,86	57	6,42	77	5,85
18	7,36	38	6,84	58	6,4	78	5,82
19	7,35	39	6,82	59	6,38	79	5,79

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 13/02/09		
Teste: 17		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Farmacêutica		
Temperatura, (°C): 23,8		
pH: 7,92		
OD, (mg/L): 7,50		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: não utilizada		Concentração:---
pH de partida: 7,92		
pH desejável:---		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): ---		
pH ajustado (antes da alimentação): ----		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 420		
Temperatura, (°C): 24,1		
pH: 6,43		
Volume de alimentação, (mL): 25		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 24,0		
pH do lodo (após alimentação): 7,92		
pH do lodo (após aeração): 7,98		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 26,6		
pH lodo (final do teste): 7,70		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	24,7	
15:30 h	25,0	
20:00 h	24,6	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 13/02/09							
Teste: 17							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	7,55	20	5,55	40	4,22	60	2,91
1	7,48	21	5,48	41	4,17	61	2,84
2	7,37	22	5,41	42	4,12	62	2,77
3	7,26	23	5,34	43	4,06	63	2,7
4	7,15	24	5,24	44	3,99	64	2,63
5	7,06	25	5,15	45	3,92	65	2,56
6	6,97	26	5,05	46	3,85	66	2,49
7	6,88	27	4,95	47	3,78	67	2,42
8	6,79	28	4,88	48	3,72	68	2,35
9	6,7	29	4,82	49	3,65	69	2,28
10	6,61	30	4,76	50	3,6	70	2,21
11	6,5	31	4,71	51	3,54	71	2,14
12	6,39	32	4,65	52	3,47	72	2,07
13	6,28	33	4,6	53	3,4	73	2
14	6,15	34	4,55	54	3,33	74	1,93
15	6,05	35	4,5	55	3,26	75	1,86
16	5,94	36	4,45	56	3,19	76	1,79
17	5,84	37	4,36	57	3,12	77	1,72
18	5,74	38	4,31	58	3,05	78	1,65
19	5,64	39	4,26	59	2,98	79	1,58

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 18		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (margarinas e biscoitos)		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 7,01		
OD, (mg/L): 6,60		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: não utilizada		Concentração:---
pH de partida: 7,01		
pH desejável:---		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): ---		
pH ajustado (antes da alimentação): ----		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,60		
Volume de alimentação, (mL): 06		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 28,0		
pH do lodo (após alimentação): 7,00		
pH do lodo (após aeração): 7,06		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 28,5		
pH lodo (final do teste): 7,08		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 18							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	7,04	20	5,08	40	3,18	60	1,24
1	6,93	21	4,98	41	3,08	61	1,14
2	6,81	22	4,89	42	2,99	62	1,04
3	6,76	23	4,79	43	2,89	63	0,94
4	6,73	24	4,7	44	2,8	64	0,84
5	6,61	25	4,6	45	2,7	65	0,74
6	6,51	26	4,51	46	2,61	66	0,64
7	6,38	27	4,41	47	2,51	67	0,54
8	6,29	28	4,32	48	2,42	68	0,44
9	6,2	29	4,22	49	2,32	69	0,34
10	6,1	30	4,13	50	2,23	70	0,24
11	5,98	31	4,03	51	2,13	71	0,14
12	5,86	32	3,94	52	2,04	72	
13	5,74	33	3,84	53	1,94	73	
14	5,67	34	3,75	54	1,84	74	
15	5,59	35	3,65	55	1,74	75	
16	5,48	36	3,56	56	1,64	76	
17	5,38	37	3,46	57	1,54	77	
18	5,27	38	3,37	58	1,44	78	
19	5,17	39	3,27	59	1,34	79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 19		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (margarinas e biscoitos)		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 7,01		
OD, (mg/L): 6,60		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: NaOH	Concentração: 5%	
pH de partida: 7,19		
pH desejável: 8,19		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 0,2		
pH ajustado (antes da alimentação): 8,31		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,60		
Volume de alimentação, (mL): 06		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 27,5		
pH do lodo (após alimentação): 7,97		
pH do lodo (após aeração): 7,70		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 29,0		
pH lodo (final do teste): 7,47		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 19							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	7,16	20	4,9	40	2,38	60	
1	6,94	21	4,76	41	2,25	61	
2	6,91	22	4,63	42	2,13	62	
3	6,84	23	4,5	43	2	63	
4	6,73	24	4,38	44	1,88	64	
5	6,59	25	4,25	45	1,75	65	
6	6,49	26	4,13	46	1,63	66	
7	6,36	27	4	47	1,5	67	
8	6,25	28	3,88	48	1,38	68	
9	6,13	29	3,75	49	1,25	69	
10	6,02	30	3,63	50	1,13	70	
11	5,92	31	3,5	51	1	71	
12	5,82	32	3,38	52	0,88	72	
13	5,69	33	3,25	53		73	
14	5,59	34	3,13	54		74	
15	5,5	35	3	55		75	
16	5,4	36	2,88	56		76	
17	5,23	37	2,75	57		77	
18	5,11	38	2,63	58		78	
19	5	39	2,5	59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 20		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (margarinas e biscoitos)		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 7,01		
OD, (mg/L): 6,60		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: NaOH		Concentração: 5%
pH de partida: 7,14		
pH desejável: 9,14		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 0,4		
pH ajustado (antes da alimentação): 9,10		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,60		
Volume de alimentação, (mL): 06		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 28,5		
pH do lodo (após alimentação): 8,58		
pH do lodo (após aeração): 8,46		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 29,0		
pH lodo (final do teste): 8,01		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 20							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	7,11	20	4,68	40	2,17	60	
1	7,04	21	4,56	41	2,04	61	
2	6,94	22	4,44	42	1,92	62	
3	6,8	23	4,29	43	1,79	63	
4	6,7	24	4,17	44	1,67	64	
5	6,54	25	4,04	45	1,54	65	
6	6,4	26	3,92	46	1,42	66	
7	6,28	27	3,79	47	1,29	67	
8	6,18	28	3,67	48	1,17	68	
9	6,08	29	3,54	49	1,04	69	
10	5,89	30	3,42	50	0,92	70	
11	5,77	31	3,29	51	0,79	71	
12	5,64	32	3,17	52	0,67	72	
13	5,52	33	3,04	53		73	
14	5,4	34	2,92	54		74	
15	5,28	35	2,79	55		75	
16	5,16	36	2,67	56		76	
17	5,04	37	2,54	57		77	
18	4,92	38	2,42	58		78	
19	4,8	39	2,29	59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 21		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (margarinas e biscoitos)		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 7,01		
OD, (mg/L): 6,60		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: NaOH		Concentração: 5%
pH de partida: 7,20		
pH desejável: 10,20		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 0,75		
pH ajustado (antes da alimentação): 10,27		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,60		
Volume de alimentação, (mL): 06		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 28,0		
pH do lodo (após alimentação): 10,19		
pH do lodo (após aeração): 9,63		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 30,0		
pH lodo (final do teste): 9,31		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 21							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	6,59	20	2,53	40		60	
1	6,3	21	2,31	41		61	
2	6,1	22	2,09	42		62	
3	5,93	23	1,89	43		63	
4	5,71	24	1,67	44		64	
5	5,52	25	1,47	45		65	
6	5,32	26	1,25	46		66	
7	5,14	27	1,05	47		67	
8	4,95	28	0,83	48		68	
9	4,75	29	0,63	49		69	
10	4,54	30	0,41	50		70	
11	4,36	31	0,21	51		71	
12	4,18	32		52		72	
13	3,97	33		53		73	
14	3,73	34		54		74	
15	3,49	35		55		75	
16	3,24	36		56		76	
17	3,08	37		57		77	
18	2,91	38		58		78	
19	2,67	39		59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 22		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (margarinas e biscoitos)		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 7,01		
OD, (mg/L): 6,60		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: NaOH		Concentração: 5%
pH de partida: 7,23		
pH desejável: 11,23		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 1,75		
pH ajustado (antes da alimentação): 11,28		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,60		
Volume de alimentação, (mL): 06		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 28,5		
pH do lodo (após alimentação): 11,19		
pH do lodo (após aeração): 11,03		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 30,0		
pH lodo (final do teste): 10,81		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	
Produção de espuma na fase de ajuste do pH desejado, próximo ao pH 10.		
Comportamento Tampão nos seguintes pH's: 10,80 e 11,50		

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 22							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	7,09	20	5,02	40	2,9	60	
1	6,94	21	4,91	41	2,8	61	
2	6,8	22	4,81	42	2,7	62	
3	6,7	23	4,71	43	2,6	63	
4	6,59	24	4,6	44	2,5	64	
5	6,52	25	4,49	45	2,4	65	
6	6,41	26	4,37	46	2,3	66	
7	6,32	27	4,25	47	2,2	67	
8	6,22	28	4,14	48	2,1	68	
9	6,12	29	4,04	49	2	69	
10	6,02	30	3,92	50	1,9	70	
11	5,92	31	3,8	51	1,8	71	
12	5,82	32	3,7	52	1,7	72	
13	5,72	33	3,6	53		73	
14	5,62	34	3,5	54		74	
15	5,53	35	3,4	55		75	
16	5,41	36	3,3	56		76	
17	5,32	37	3,2	57		77	
18	5,23	38	3,1	58		78	
19	5,13	39	3	59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 23		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (margarinas e biscoitos)		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 7,01		
OD, (mg/L): 6,60		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: NaOH		Concentração: 5%
pH de partida: 7,26		
pH desejável: 12,26		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 7,0		
pH ajustado (antes da alimentação): 12,04		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,60		
Volume de alimentação, (mL): 06		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 28,5		
pH do lodo (após alimentação): 12,06		
pH do lodo (após aeração): 11,99		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 29,8		
pH lodo (final do teste): 11,91		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	
Produção de muita espuma na fase de ajuste do pH desejado, acima do pH 10.		
Comportamento Tampão nos pH's acima de 10,00.		
Produção de odor desagradável quando o pH passou de 11,00.		

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 23							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	6,99	20	6,64	40	6,44	60	
1	6,93	21	6,63	41	6,43	61	
2	6,9	22	6,62	42	6,42	62	
3	6,85	23	6,61	43	6,41	63	
4	6,81	24	6,6	44	6,4	64	
5	6,77	25	6,59	45	6,39	65	
6	6,77	26	6,58	46	6,38	66	
7	6,76	27	6,57	47	6,37	67	
8	6,75	28	6,56	48	6,36	68	
9	6,75	29	6,55	49	6,35	69	
10	6,74	30	6,54	50	6,34	70	
11	6,73	31	6,53	51	6,33	71	
12	6,72	32	6,52	52	6,32	72	
13	6,71	33	6,51	53		73	
14	6,7	34	6,5	54		74	
15	6,69	35	6,49	55		75	
16	6,68	36	6,48	56		76	
17	6,67	37	6,47	57		77	
18	6,66	38	6,46	58		78	
19	6,65	39	6,45	59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 24		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (margarinas e biscoitos)		
Temperatura, (°C): 31,0		
pH: 7,28		
OD, (mg/L): 6,44		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: HCl		Concentração: 5%
pH de partida: 7,28		
pH desejável: 6,28		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 0,4		
pH ajustado (antes da alimentação): 6,20		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,40		
Volume de alimentação, (mL): 06		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 30,0		
pH do lodo (após alimentação): 6,12		
pH do lodo (após aeração): 6,42		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 30		
pH lodo (final do teste): 6,17		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 24							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	6,71	20	5,03	40	3,03	60	
1	6,69	21	4,93	41	2,93	61	
2	6,63	22	4,82	42	2,83	62	
3	6,58	23	4,73	43	2,73	63	
4	6,53	24	4,63	44	2,63	64	
5	6,45	25	4,53	45	2,53	65	
6	6,36	26	4,43	46	2,43	66	
7	6,26	27	4,33	47	2,33	67	
8	6,16	28	4,23	48	2,23	68	
9	6,04	29	4,13	49	2,13	69	
10	6	30	4,03	50	2,03	70	
11	5,92	31	3,93	51	1,93	71	
12	5,83	32	3,83	52	1,83	72	
13	5,71	33	3,73	53		73	
14	5,6	34	3,63	54		74	
15	5,5	35	3,53	55		75	
16	5,41	36	3,43	56		76	
17	5,32	37	3,33	57		77	
18	5,23	38	3,23	58		78	
19	5,12	39	3,13	59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 25		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (margarinas e biscoitos)		
Temperatura, (°C): 31,0		
pH: 7,28		
OD, (mg/L): 6,44		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: HCl		Concentração: 5%
pH de partida: 7,17		
pH desejável: 5,17		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 0,75		
pH ajustado (antes da alimentação): 5,14		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,40		
Volume de alimentação, (mL): 06		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 30,0		
pH do lodo (após alimentação): 5,20		
pH do lodo (após aeração): 5,50		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 30,7		
pH lodo (final do teste): 5,43		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 25							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	7,08	20	5,86	40	4,52	60	
1	7,05	21	5,8	41	4,45	61	
2	6,96	22	5,7	42	4,38	62	
3	6,88	23	5,64	43	4,31	63	
4	6,76	24	5,57	44	4,24	64	
5	6,76	25	5,5	45	4,17	65	
6	6,72	26	5,43	46	4,1	66	
7	6,7	27	5,39	47	4,03	67	
8	6,65	28	5,36	48	3,96	68	
9	6,56	29	5,29	49	3,89	69	
10	6,52	30	5,22	50	3,82	70	
11	6,47	31	5,15	51	3,75	71	
12	6,4	32	5,08	52	3,68	72	
13	6,38	33	5,01	53		73	
14	6,36	34	4,94	54		74	
15	6,21	35	4,87	55		75	
16	6,15	36	4,8	56		76	
17	6,07	37	4,73	57		77	
18	5,98	38	4,66	58		78	
19	5,92	39	4,59	59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 26		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (margarinas e biscoitos)		
Temperatura, (°C): 31,0		
pH: 7,28		
OD, (mg/L): 6,44		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: HCl		Concentração: 5%
pH de partida: 7,21		
pH desejável: 4,21		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 1,3		
pH ajustado (antes da alimentação): 4,20		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,40		
Volume de alimentação, (mL): 06		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 30,0		
pH do lodo (após alimentação): 4,23		
pH do lodo (após aeração): 4,61		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 30,0		
pH lodo (final do teste): 4,69		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 26							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	7,12	20	6,22	40	5,22	60	
1	7,12	21	6,17	41	5,17	61	
2	7,08	22	6,12	42	5,12	62	
3	7,03	23	6,07	43	5,07	63	
4	7	24	6,02	44	5,02	64	
5	6,99	25	5,97	45	4,97	65	
6	6,88	26	5,92	46	4,92	66	
7	6,84	27	5,87	47	4,87	67	
8	6,79	28	5,82	48	4,82	68	
9	6,74	29	5,77	49	4,77	69	
10	6,7	30	5,72	50	4,72	70	
11	6,66	31	5,67	51	4,67	71	
12	6,62	32	5,62	52	4,62	72	
13	6,55	33	5,57	53		73	
14	6,48	34	5,52	54		74	
15	6,42	35	5,47	55		75	
16	6,36	36	5,42	56		76	
17	6,31	37	5,37	57		77	
18	6,27	38	5,32	58		78	
19	6,24	39	5,27	59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 27		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (margarinas e biscoitos)		
Temperatura, (°C): 31,0		
pH: 7,28		
OD, (mg/L): 6,44		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: HCl		Concentração: 5%
pH de partida: 7,23		
pH desejável: 3,23		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 2,75		
pH ajustado (antes da alimentação): 3,20		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,40		
Volume de alimentação, (mL): 06		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 30,0		
pH do lodo (após alimentação): 3,25		
pH do lodo (após aeração): 3,42		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 29,5		
pH lodo (final do teste): 3,56		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	
Comportamento Tampão no pH 4,00.		

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 27							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	7,24	20	6,22	40	5,12	60	
1	7,2	21	6,16	41	5,06	61	
2	7,15	22	6,11	42	5,01	62	
3	7,11	23	6,05	43	4,95	63	
4	7,08	24	6	44	4,9	64	
5	7,02	25	5,94	45	4,84	65	
6	6,98	26	5,89	46	4,79	66	
7	6,92	27	5,83	47	4,73	67	
8	6,87	28	5,78	48	4,68	68	
9	6,82	29	5,72	49	4,62	69	
10	6,77	30	5,67	50	4,57	70	
11	6,71	31	5,61	51	4,51	71	
12	6,66	32	5,56	52	4,46	72	
13	6,6	33	5,5	53		73	
14	6,54	34	5,45	54		74	
15	6,49	35	5,39	55		75	
16	6,45	36	5,34	56		76	
17	6,4	37	5,28	57		77	
18	6,36	38	5,23	58		78	
19	6,31	39	5,17	59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 28		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (margarinas e biscoitos)		
Temperatura, (°C): 31,0		
pH: 7,20		
OD, (mg/L): 6,44		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: não utilizada		Concentração: ---
pH de partida: 7,20		
pH desejável: ---		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): ---		
pH ajustado (antes da alimentação): ---		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,40		
Volume de alimentação, (mL): 06		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 30,0		
pH do lodo (após alimentação): 7,17		
pH do lodo (após aeração): 7,23		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 29,1		
pH lodo (final do teste): 7,27		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 28							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	7,02	20	4,45	40	1,65	60	
1	6,88	21	4,31	41	1,51	61	
2	6,74	22	4,17	42	1,37	62	
3	6,56	23	4,03	43	1,23	63	
4	6,4	24	3,89	44	1,09	64	
5	6,31	25	3,75	45	0,95	65	
6	6,26	26	3,61	46	0,81	66	
7	6,23	27	3,47	47	0,67	67	
8	6,06	28	3,33	48	0,53	68	
9	5,91	29	3,19	49	0,39	69	
10	5,75	30	3,05	50	0,25	70	
11	5,71	31	2,91	51	0,11	71	
12	5,57	32	2,77	52		72	
13	5,43	33	2,63	53		73	
14	5,29	34	2,49	54		74	
15	5,15	35	2,35	55		75	
16	5,01	36	2,21	56		76	
17	4,87	37	2,07	57		77	
18	4,73	38	1,93	58		78	
19	4,59	39	1,79	59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 29		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (pães e bolos);		
Temperatura, (°C): 30,1		
pH: 8,24		
OD, (mg/L): 4,61		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: não utilizada		Concentração:---
pH de partida: 8,24		
pH desejável:---		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): ---		
pH ajustado (antes da alimentação): ----		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,60		
Volume de alimentação, (mL): 05		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 28,0		
pH do lodo (após alimentação): 8,24		
pH do lodo (após aeração): 8,54		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 29,2		
pH lodo (final do teste): 8,26		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 29							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	6,37	20	0,89	40		60	
1	6,06	21	0,62	41		61	
2	5,88	22	0,34	42		62	
3	5,63	23	0,08	43		63	
4	5,31	24		44		64	
5	5,06	25		45		65	
6	4,8	26		46		66	
7	4,48	27		47		67	
8	4,22	28		48		68	
9	3,98	29		49		69	
10	3,71	30		50		70	
11	3,41	31		51		71	
12	3,16	32		52		72	
13	2,86	33		53		73	
14	2,6	34		54		74	
15	2,29	35		55		75	
16	2,03	36		56		76	
17	1,7	37		57		77	
18	1,45	38		58		78	
19	1,16	39		59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 30		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (pães e bolos);		
Temperatura, (°C): 30,1		
pH: 8,33		
OD, (mg/L): 4,61		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: NaOH		Concentração: 5%
pH de partida: 8,33		
pH desejável: 9,33		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 0,5		
pH ajustado (antes da alimentação): 9,38		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,60		
Volume de alimentação, (mL): 05		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 28,0		
pH do lodo (após alimentação): 9,38		
pH do lodo (após aeração): 9,15		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 29,0		
pH lodo (final do teste): 8,93		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 30							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	6,44	20		40		60	
1	6,03	21		41		61	
2	5,67	22		42		62	
3	5,33	23		43		63	
4	5	24		44		64	
5	4,66	25		45		65	
6	4,27	26		46		66	
7	3,96	27		47		67	
8	3,66	28		48		68	
9	3,36	29		49		69	
10	3,06	30		50		70	
11	2,71	31		51		71	
12	2,41	32		52		72	
13	2,08	33		53		73	
14	1,75	34		54		74	
15	1,43	35		55		75	
16	1,08	36		56		76	
17	0,78	37		57		77	
18	0,45	38		58		78	
19	0,15	39		59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 31		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (pães e bolos);		
Temperatura, (°C): 30,1		
pH: 8,30		
OD, (mg/L): 4,61		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: NaOH		Concentração: 5%
pH de partida: 8,30		
pH desejável: 10,30		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 2,0		
pH ajustado (antes da alimentação): 10,39		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,60		
Volume de alimentação, (mL): 05		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 28,5		
pH do lodo (após alimentação): 10,35		
pH do lodo (após aeração): 10,19		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 29,2		
pH lodo (final do teste): 9,90		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 31							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	6,51	20		40		60	
1	6,12	21		41		61	
2	5,68	22		42		62	
3	5,28	23		43		63	
4	4,9	24		44		64	
5	4,50	25		45		65	
6	4,09	26		46		66	
7	3,69	27		47		67	
8	3,29	28		48		68	
9	2,89	29		49		69	
10	2,49	30		50		70	
11	2,09	31		51		71	
12	1,62	32		52		72	
13	1,21	33		53		73	
14	0,79	34		54		74	
15	0,38	35		55		75	
16	0,01	36		56		76	
17		37		57		77	
18		38		58		78	
19		39		59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 32		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (pães e bolos);		
Temperatura, (°C): 30,1		
pH: 8,27		
OD, (mg/L): 4,61		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: NaOH		Concentração: 5%
pH de partida: 8,27		
pH desejável: 11,27		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 5,00		
pH ajustado (antes da alimentação): 11,38		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,60		
Volume de alimentação, (mL): 05		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 28,0		
pH do lodo (após alimentação): 11,38		
pH do lodo (após aeração): 11,04		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 29,8		
pH lodo (final do teste): 10,89		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	
Produção de espuma na fase de ajuste do pH desejado, próximo ao pH 10;		
Comportamento Tampão a partir do pH: 10,50		

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 32							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	7,13	20	5,16	40	3,16	60	
1	7,03	21	5,06	41	3,06	61	
2	6,95	22	4,96	42	2,96	62	
3	6,83	23	4,86	43	2,86	63	
4	6,73	24	4,76	44	2,76	64	
5	6,60	25	4,66	45	2,66	65	
6	6,5	26	4,56	46	2,56	66	
7	6,4	27	4,46	47	2,46	67	
8	6,3	28	4,36	48	2,36	68	
9	6,2	29	4,26	49	2,26	69	
10	6,07	30	4,16	50	2,16	70	
11	6	31	4,06	51	2,06	71	
12	5,92	32	3,96	52	1,96	72	
13	5,81	33	3,86	53		73	
14	5,72	34	3,76	54		74	
15	5,65	35	3,66	55		75	
16	5,55	36	3,56	56		76	
17	5,44	37	3,46	57		77	
18	5,35	38	3,36	58		78	
19	5,26	39	3,26	59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 33		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (pães e bolos);		
Temperatura, (°C): 30,1		
pH: 8,28		
OD, (mg/L): 4,61		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: HCl	Concentração: 5%	
pH de partida: 8,28		
pH desejável: 6,28		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 4,85		
pH ajustado (antes da alimentação): 6,30		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,60		
Volume de alimentação, (mL): 05		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 28,5		
pH do lodo (após alimentação): 6,41		
pH do lodo (após aeração): 7,46		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 29,4		
pH lodo (final do teste): 7,09		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	
Comportamento Tampão já a partir do pH de partida.		
Foi observado uma elevação constante do pH do lodo durante o ajuste do pH ao pH desejável.		
Grande diferença entre o pH ajustado (antes da alimentação) e o pH após aeração.		

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 33							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	6,7	20	0,12	40		60	
1	6,32	21		41		61	
2	5,96	22		42		62	
3	5,62	23		43		63	
4	5,26	24		44		64	
5	4,91	25		45		65	
6	4,58	26		46		66	
7	4,25	27		47		67	
8	3,93	28		48		68	
9	3,6	29		49		69	
10	3,26	30		50		70	
11	2,94	31		51		71	
12	2,62	32		52		72	
13	2,3	33		53		73	
14	1,98	34		54		74	
15	1,67	35		55		75	
16	1,36	36		56		76	
17	1,05	37		57		77	
18	0,74	38		58		78	
19	0,43	39		59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 34		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (pães e bolos);		
Temperatura, (°C): 30,1		
pH: 8,33		
OD, (mg/L): 4,61		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: HCl		Concentração: 5%
pH de partida: 8,33		
pH desejável: 4,33		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 6,00		
pH ajustado (antes da alimentação): 4,86		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,60		
Volume de alimentação, (mL): 05		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 28,5		
pH do lodo (após alimentação): 4,95		
pH do lodo (após aeração): 5,22		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 28,7		
pH lodo (final do teste): 5,58		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	
Comportamento Tampão já a partir do pH de partida.		
Foi observado uma elevação constante do pH do lodo durante o ajuste do pH ao pH desejável.		

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 34							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	6,93	20	2,71	40		60	
1	6,68	21	2,52	41		61	
2	6,47	22	2,32	42		62	
3	6,28	23	2,13	43		63	
4	6,05	24	1,93	44		64	
5	5,82	25	1,74	45		65	
6	5,59	26	1,54	46		66	
7	5,36	27	1,35	47		67	
8	5,13	28	1,15	48		68	
9	4,90	29	0,96	49		69	
10	4,67	30	0,76	50		70	
11	4,48	31	0,57	51		71	
12	4,28	32	0,37	52		72	
13	4,08	33	0,18	53		73	
14	3,88	34		54		74	
15	3,69	35		55		75	
16	3,49	36		56		76	
17	3,3	37		57		77	
18	3,1	38		58		78	
19	2,91	39		59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 35		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (pães e bolos);		
Temperatura, (°C): 30,1		
pH: 8,31		
OD, (mg/L): 4,61		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: HCl	Concentração: 5%	
pH de partida: 8,31		
pH desejável: 3,31		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): 7,00		
pH ajustado (antes da alimentação): 3,60		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,60		
Volume de alimentação, (mL): 05		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 28,5		
pH do lodo (após alimentação): 3,73		
pH do lodo (após aeração): 4,33		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 29,3		
pH lodo (final do teste): 4,37		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	
Comportamento Tampão já a partir do pH de partida.		
Foi observado uma elevação constante do pH do lodo durante o ajuste do pH ao pH desejável.		

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 35							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	7,33	20	4,98	40	2,78	60	
1	7,22	21	4,87	41	2,67	61	
2	7,12	22	4,76	42	2,56	62	
3	6,99	23	4,65	43	2,45	63	
4	6,86	24	4,54	44	2,34	64	
5	6,73	25	4,43	45	2,23	65	
6	6,63	26	4,32	46	2,12	66	
7	6,50	27	4,21	47	2,01	67	
8	6,37	28	4,1	48	1,9	68	
9	6,24	29	3,99	49	1,79	69	
10	6,13	30	3,88	50	1,68	70	
11	6,02	31	3,77	51	1,57	71	
12	5,90	32	3,66	52	1,46	72	
13	5,78	33	3,55	53		73	
14	5,66	34	3,44	54		74	
15	5,53	35	3,33	55		75	
16	5,42	36	3,22	56		76	
17	5,31	37	3,11	57		77	
18	5,2	38	3	58		78	
19	5,09	39	2,89	59		79	

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO pH NO METABOLISMO DE LODOS ATIVADOS		
ESTUDO DE BANCADA - TABELA DE DADOS		
Data: 04/03/09		
Teste: 36		
DADOS DO REATOR DE MANUTENÇÃO (RM)		
Origem do lodo: Indústria Alimentícia (pães e bolos);		
Temperatura, (°C): 30,1		
pH: 8,30		
OD, (mg/L): 4,61		
DADOS DO TESTE		
AJUSTE DO pH		
Solução: não utilizada		Concentração:---
pH de partida: 8,30		
pH desejável:---		
Volume utilizado de solução alteradora de pH (p/ 500 mL de lodo): ---		
pH ajustado (antes da alimentação): ----		
ALIMENTAÇÃO DO REATOR TESTE		
DADOS DO ALIMENTO PADRÃO		
DQO (mg/L): 4300		
Temperatura, (°C): 28,0		
pH: 6,60		
Volume de alimentação, (mL): 05		
Temperatura do lodo do reator teste, (°C): 28,0		
pH do lodo (após alimentação): 8,30		
pH do lodo (após aeração): 8,59		
TESTE DE RESPIRAÇÃO		
Temperatura do lodo (final do teste), (°C): 29,3		
pH lodo (final do teste): 8,33		
OBSERVAÇÕES		
Temperatura Ambiente, (°C):		
10:00 h	31,0	
15:30 h	32,0	
20:00 h	29,5	

LEITURA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE O TESTE DE RESPIRAÇÃO							
Data: 04/03/09							
Teste: 36							
Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)	Tempo (min)	OD (mg/L)
0	6,48	20	0,96	40		60	
1	6,18	21	0,68	41		61	
2	5,85	22	0,43	42		62	
3	5,59	23	0,15	43		63	
4	5,35	24		44		64	
5	5,08	25		45		65	
6	4,83	26		46		66	
7	4,55	27		47		67	
8	4,26	28		48		68	
9	3,98	29		49		69	
10	3,73	30		50		70	
11	3,45	31		51		71	
12	3,16	32		52		72	
13	2,88	33		53		73	
14	2,63	34		54		74	
15	2,35	35		55		75	
16	2,06	36		56		76	
17	1,78	37		57		77	
18	1,53	38		58		78	
19	1,25	39		59		79	