



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

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

II-015 - INFLUÊNCIA DA EFICIÊNCIA DE UM SISTEMA DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS NAS CONCENTRAÇÕES DE LIPÍDEO, PROTEÍNA E CARBOIDRATO.

Patrícia Bortoletto de Falco⁽¹⁾

Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos em 1997. Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo em 1999. Doutoranda na área de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Maria do Carmo Calijuri⁽¹⁾

Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos em 1982. Mestre em Ecologia e Recursos Naturais pela mesma Universidade em 1985. Doutora em Hidráulica e Saneamento, 1988, pela Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo e Livre-docente pela mesma Universidade em 1999. Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento e Presidente da Comissão de PG da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Adriana Cristina Poli Miwa⁽¹⁾

Licenciada em Ciências Exatas com habilitação em Química no ano de 2000, pela Universidade de São Paulo, campus São Carlos. Mestre em Hidráulica e Saneamento, na Escola de Engenharia de São Carlos (USP), em 2003. Doutoranda na área de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Endereço⁽¹⁾: Rua Conde do Pinhal, 2952, ap. 801 - Centro – São Carlos - SP - CEP: 13560-140 - Brasil - Tel: (16) 3371-7219



falco@sc.usp.br

RESUMO

A eficiência de um sistema de lagoas de estabilização precisa ser estudada de maneira a abranger os principais fatores controladores dos processos envolvidos na estabilização da matéria orgânica e como estes variam nas diferentes escalas de interesse e entre si. À medida que este conhecimento for sendo aperfeiçoado, a utilização de tais sistemas pode se tornar realmente vantajosa com a aplicação de tecnologias que visem acentuar suas características principais como o baixo custo operacional, capacidade de absorver aumentos de cargas hidráulicas e orgânicas e qualidade microbiológica do efluente final.

A escolha de quais variáveis são descritoras dos processos envolvidos também é uma questão importante, uma vez que devem retratar o mais fielmente possível as condições do sistema.

O presente trabalho foi realizado num sistema de lagoas de estabilização (ETE de Novo Horizonte, SP) que entrou em funcionamento em fevereiro de 1999 e é composto por três lagoas em série (lagoa anaeróbia, lagoa facultativa 1 e 2) e tratamento preliminar (gradeamento e caixa de areia). As coletas foram realizadas em ciclo de 24 horas, com intervalos de 6 horas, em quatro épocas do ano (maio, agosto e novembro de 2002 e fevereiro de 2003).

Os resultados obtidos apontam para a diversidade das condições de funcionamento. Foram observadas porcentagens de redução da matéria orgânica bastante diferenciadas entre as épocas do ano e as variáveis estudadas. A única variável que se apresentou dentro do esperado foi a DQO, enquanto o comportamento das demais forneceu indícios de que o

funcionamento da ETE não está sendo satisfatório como, por exemplo, as baixas razões DQO/DBO e as altas concentrações de lipídeos.

PALAVRAS-CHAVE: Efluentes sanitários, lagoas de estabilização, carboidrato, proteína e lipídeo.

INTRODUÇÃO

A utilização de lagoas de estabilização para tratamento de águas residuárias de origem doméstica tem aumentado muito nos últimos anos, talvez por serem sistemas adaptáveis, não necessitando de complicadas e caras tecnologias de desinfecção do efluente final (Pearson, 1996). No Brasil, os primeiros trabalhos começaram a ser descritos a partir de 1960 no estado de São Paulo, pelos engenheiros Benoit Almeida Victoretti e Carlos Philipowsky, e tiveram sua difusão para os demais estados a partir da década seguinte (Andrade Neto, 1997).

Desde os primeiros projetos até os dias de hoje, uma série de modificações foram implementadas sempre no sentido de acentuar as principais características de tais sistemas como: baixo custo operacional, capacidade de absorver aumentos de cargas (hidráulica e orgânica) e qualidade microbiológica do efluente. Além disso, os vários tipos de lagoas, resultantes de alterações das características operacionais (como: tempo de detenção hidráulico, profundidade e área superficial), podem ser combinados de forma a garantir a qualidade do tratamento final condizente com as necessidades locais, sejam para atingir o padrão de qualidade do corpo receptor ou para reutilização do efluente final.

No entanto, mesmo com tantos progressos, a complexidade dos processos relacionados à estabilização biológica da matéria orgânica implica na ausência de um método ideal de dimensionamento das funções de controle que englobe os vários fenômenos envolvidos. E muitos dos critérios utilizados não estão de acordo com a especificidade de cada local pois estão vinculados a normas e padrões que não condizem com a realidade. Além disso, muitas das variáveis utilizadas nos monitoramentos e trabalhos descritivos são generalistas e insuficientes para descrever os inúmeros processos que ocorrem nestes sistemas.

Com o intuito de trazer uma contribuição ao entendimento de quais fatores descrevem e estão relacionados ao funcionamento de sistemas de lagoas de estabilização, o presente trabalho teve como objetivos principais: **a)** estudar a eficiência de redução da matéria orgânica na ETE de Novo Horizonte (SP), em diferentes dias da semana e épocas do ano; **b)** avaliar a contribuição dos três constituintes principais da matéria orgânica (proteína, carboidrato e lipídeo) para a DBO remanescente no efluente final da ETE.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em um sistema de lagoas de estabilização (ETE de Novo Horizonte, SP) desenvolvido pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e está em funcionamento desde fevereiro de 1999. O sistema é constituído por tratamento preliminar (gradeamento e desarenador) e três lagoas em série (anaeróbia, facultativa 1 e facultativa 2). As características operacionais do sistema estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Características operacionais da ETE de Novo Horizonte – SP.

	Unidade	Lagoa Anaeróbia	Lagoa Facultativa 1	Lagoa Facultativa 2
Volume útil	m ³	19.951	39.018	32.916
Largura da Lâmina	m	68	111	88
Comprimento da Lâmina	m	83	219	224
Altura da Lâmina	m	3,5	1,7	1,8
Área média	ha	0,57	2,29	1,83
Taxa de Aplicação	kgDBO/ha/dia	2.835	246	142
Tempo de detenção hidráulico	dias	5	10	8

A amostragem foi realizada em quatro épocas do ano (maio, agosto, novembro de 2002 e fevereiro de 2003) ao longo de todo o sistema (afluente; lagoa anaeróbia; lagoa facultativa 1 e 2; efluente) e em dois dias da semana (quarta e quinta-feira), sempre por volta das 9 horas. A nomenclatura adotada para as diferentes unidades do sistema foi a seguinte: **E1**: afluente bruto; **E2**: saída da lagoa anaeróbia; **E3**: lagoa facultativa 1; **E4**: lagoa facultativa 2; **E5**: efluente final.

As variáveis mensuradas e os respectivos métodos estão descritos na Tabela 2. Análises descritivas e de regressão foram realizadas (ferramenta de estatística do Excel, versão 2000) com o objetivo de identificar a relação das variáveis indicadoras da concentração de matéria orgânica (DQO e DBO₅) e as frações solúveis (lipídeo, proteína e carboidrato).

Tabela 2: Variáveis e metodologia utilizadas.

Variável	Unidade	Metodologia
Temperatura da Água	°C	Sonda multi-parâmetros (YSI Modelo 556 MPS)
pH		Sonda multi-parâmetros (YSI Modelo 556 MPS)
DQO	mg/L	Eaton <i>et al.</i> (1995)
DBO ₅	mg/L	Eaton <i>et al.</i> (1995)
Proteína	mg/L	Lowry <i>et al.</i> (1951)
Carboidrato	mg/L	Dubois <i>et al.</i> (1956)
Lipídeo	mg/L	Postma & Stroes (1968)

RESULTADOS

Variação diária

Para avaliar se houve diferença entre os dois dias da semana (quarta e quinta-feira), a média foi calculada para cada variável nos quatro períodos estudados e também os valores máximos e mínimos (Tabela 3). As maiores DQO foram verificadas na quinta-feira, exceto na lagoa facultativa 1 (**E3**) e no efluente final (**E5**); no entanto, as maiores diferenças foram observadas no afluente bruto (**E1**), para os valores médios e mínimos, e também na lagoa anaeróbia (**E2**) e na facultativa 1 (**E3**), para os valores máximos. Para as demais variáveis, as diferenças foram mínimas, na maioria das estações de coleta. Algumas exceções podem ser observadas em **E1** (lipídeo e proteína), **E2** (lipídeo) e **E5** (proteína).

A temperatura da água também variou pouco entre os dois dias de coleta em cada período (Tabela 4). A maior diferença encontrada foi de aproximadamente 1 °C em **E1** (mai/02 e nov/02), em **E2** (ago/02 e nov/02) e **E3** (nov/02). A maior temperatura foi verificada em fev/03 (30,6 °C, **E1**) e a menor em ago/02 (23,0 °C, **E5**).

Por outro lado, os valores de pH variaram bastante entre os dois dias de coleta. A faixa de pH foi de 6,7 (**E1** e **E2**, mai/02 e **E2**, ago/02) a 8,0 (**E5**, mai/02), na quarta-feira e de 5,0 (**E1**, ago/02) a 7,9 (**E4** e **E5**, fev/03), na quinta-feira. Em mai/02, quinta-feira, o pH esteve abaixo de 6,7 em todas as estações de coleta e em fev/03, verificou-se os maiores valores desta variável (Figura 1).

Tabela 3: Média, máxima e mínima de DQO, Lipídeo, Proteína e Carboidrato (mg/L) entre os 4 períodos analisados, nos dois dias da semana (Quarta e Quinta-feira), na ETE.

Variável (mg/L)			E1	E2	E3	E4	E5
DQO	Média	qua	998	305	315	252	285
		qui	1208	375	276	277	274
	Max.	qua	1188	359	412	284	377
		qui	1382	471	305	326	323
	Min.	qua	737	257	229	158	137
		qui	1022	305	213	169	165
Lípideo	Média	qua	139	82	44	46	82
		qui	230	80	43	48	65
	Max.	qua	242	102	60	54	142
		qui	278	104	53	56	73
	Min.	qua	90	66	31	31	43
		qui	189	50	23	31	42

Variável (mg/L)			E1	E2	E3	E4	E5
Proteína	Média	qua	74	43	37	33	36
		qui	94	49	32	35	36
	Max.	qua	102	51	60	39	62
		qui	112	55	36	37	37
	Min.	qua	45	27	24	26	21
		qui	73	38	20	30	32
Carboidrato	Média	qua	19	8	11	12	13
		qui	21	8	10	13	15
	Max.	qua	24	9	15	14	21
		qui	27	12	11	14	17
	Min.	qua	16	7	7	9	7
		qui	18	7	6	11	12

Tabela 4: Temperatura da água (°C), nos 4 períodos estudados e nos 2 dias da semana (quarta e quinta-feira), na ETE.

Qua	mai/02	ago/02	nov/02	fev/03
E1	29,6	27,0	29,7	30,6
E2	28,1	26,2	27,0	30,3
E3	25,3	23,1	25,3	29,6
E4	25,1	23,1	25,2	30,1
E5	26,3	23,0	25,6	30,0

Qui	mai/02	ago/02	nov/02	fev/03
E1	29,3	26,7	29,3	30,5
E2	27,7	25,1	27,8	30,4
E3	25,4	23,2	23,9	29,4
E4	25,0	23,0	23,7	29,7
E5	25,5	23,0	24,2	30,1

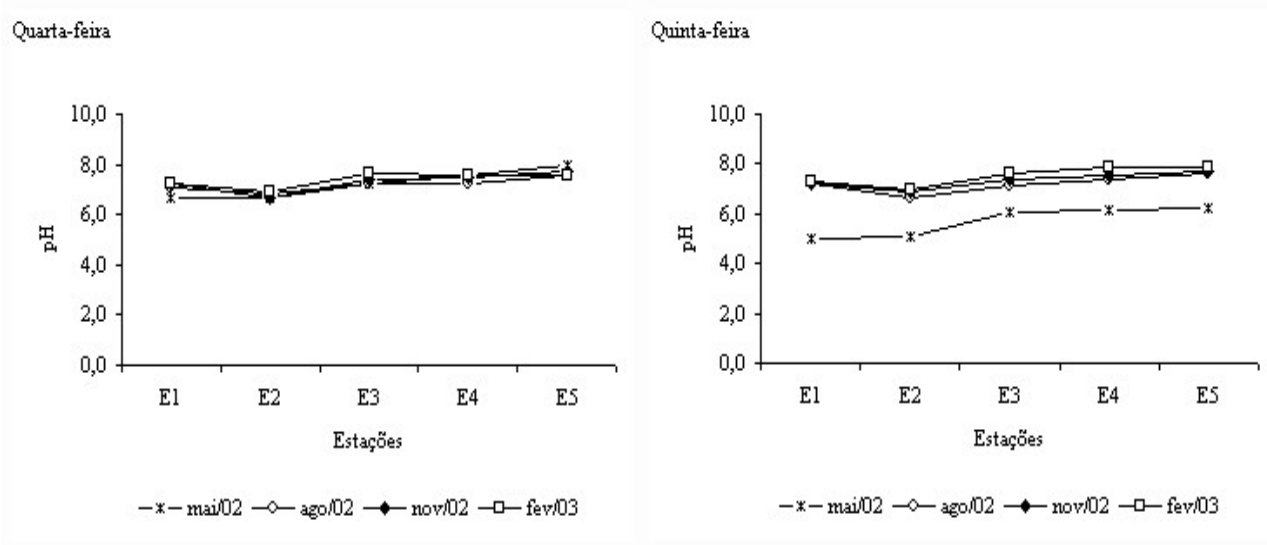


Figura 1: Valores de pH, nos 4 períodos de coleta, na ETE.

Variação sazonal

A variação sazonal para DQO (Figura 2) foi verificada, principalmente, em E1 e E5. No afluente bruto, esta variável esteve entre 1.285 mg/L (ago/02) e 880 mg/L (fev/03) e no efluente final, a variação esteve entre 392 mg/L (ago/02) e

151 mg/L (fev/03). Pela Figura 2 também pode ser observada a existência de dois períodos contrastantes: ago/02 – com as maiores DQO; fev/03 – com as menores DQO. E outros dois períodos bastante semelhantes (mai e nov/02).

A DBO₅ variou sazonalmente na maioria das estações de coleta (Figura 3). As maiores variações foram encontradas em **E1**: 1.000 mg/L (mai/02) a 492 mg/L (nov/02); **E2**: 372 mg/L (mai/02) a 147 mg/L (ago/02); **E4**: 278 mg/L (mai/02) a 81 mg/L (fev/03). Os períodos contrastantes verificados para DQO não foram nítidos para esta variável.

Dentre os três constituintes principais da matéria orgânica (Figura 4), a proteína foi a que apresentou variação sazonal em todas as estações de coleta. As variações encontradas foram: **E1**: 104 mg/L (fev/03) a 59 mg/L (nov/02); **E2**: 53 mg/L (ago/02) a 33 mg/L (nov/02); **E3**: 47 mg/L (ago/02) a 23 mg/L (nov/02); **E4**: 51 mg/L (ago/02) a 23 mg/L (fev/03); **E5**: 58 mg/L (ago/02) a 27 mg/L (fev/03). As concentrações de lipídeo apresentaram variação sazonal em **E1** (246 mg/L, nov/02 a 148 mg/L, mai/02) e **E5** (110 mg/L, ago/02 a 56 mg/L, fev/03). Carboidrato foi a fração que apresentou menor variação sendo que a mais acentuada foi verificada em **E5** (25 mg/L, ago/02 a 10 mg/L, fev/03).

Comparando os quatro períodos de coleta, os maiores valores de DQO e as maiores concentrações de proteína e carboidrato foram verificados em ago/02 e os menores em fev/03. Por outro lado, para DBO₅ e lipídeo não se observou um padrão e variaram entre as diferentes épocas do ano e as estações da ETE.

A contribuição das três frações da matéria orgânica dissolvida (Figura 5) foi a seguinte: **lipídeo > proteína > carboidrato**, para as 4 épocas do ano e os 2 dias da semana. Carboidrato apresentou a menor fração em todas as épocas analisadas, com máximo de contribuição de 11%, em ago/02 (**E5**, quarta-feira). A máxima contribuição de proteína foi de 43%, em ago/02 (**E1**, quarta-feira). Lipídeo apresentou as maiores porcentagens, com máximo de 80%, em nov/02 (**E1**, quarta-feira).

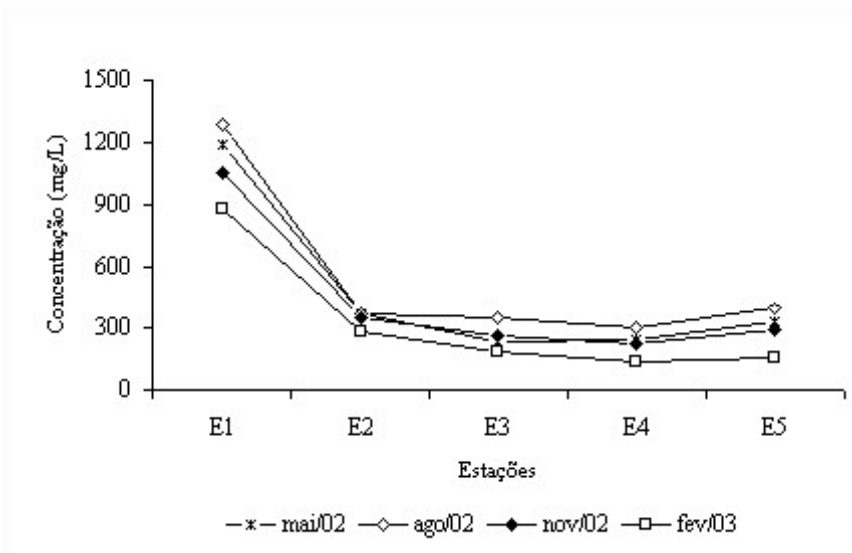


Figura 2: DQO (mg/L), nos 4 períodos de coleta, na ETE.

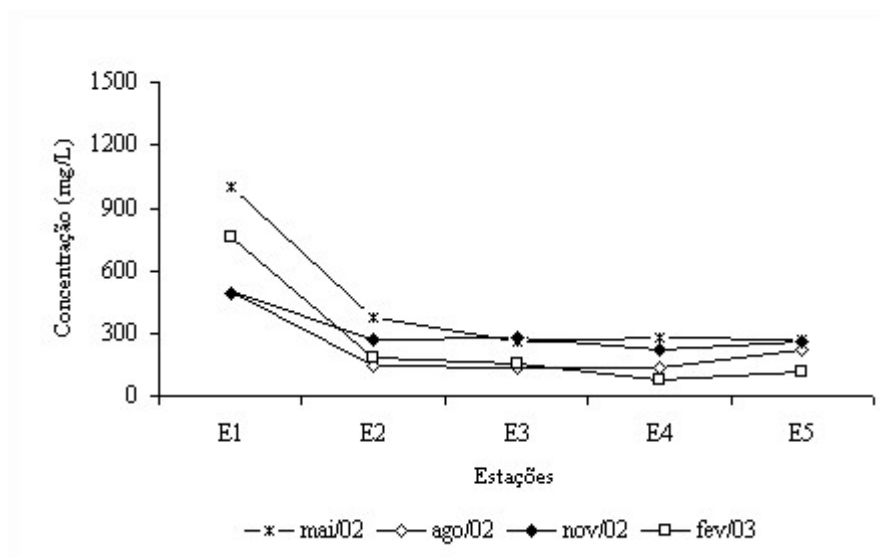


Figura 3: DBO₅ (mg/L), nos 4 períodos de coleta, na ETE.

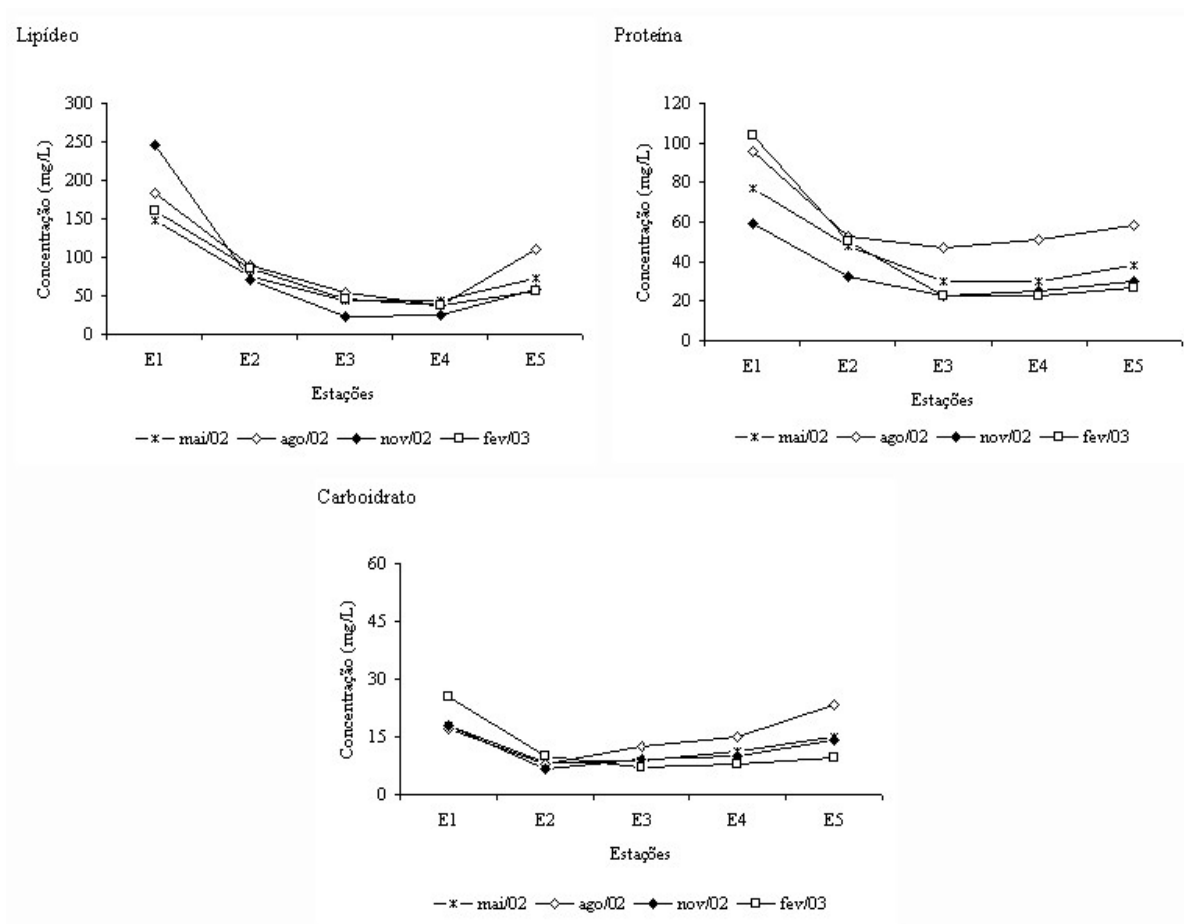


Figura 4: Lipídeo, proteína e carboidrato (mg/L), nos 4 períodos de coleta, na ETE.

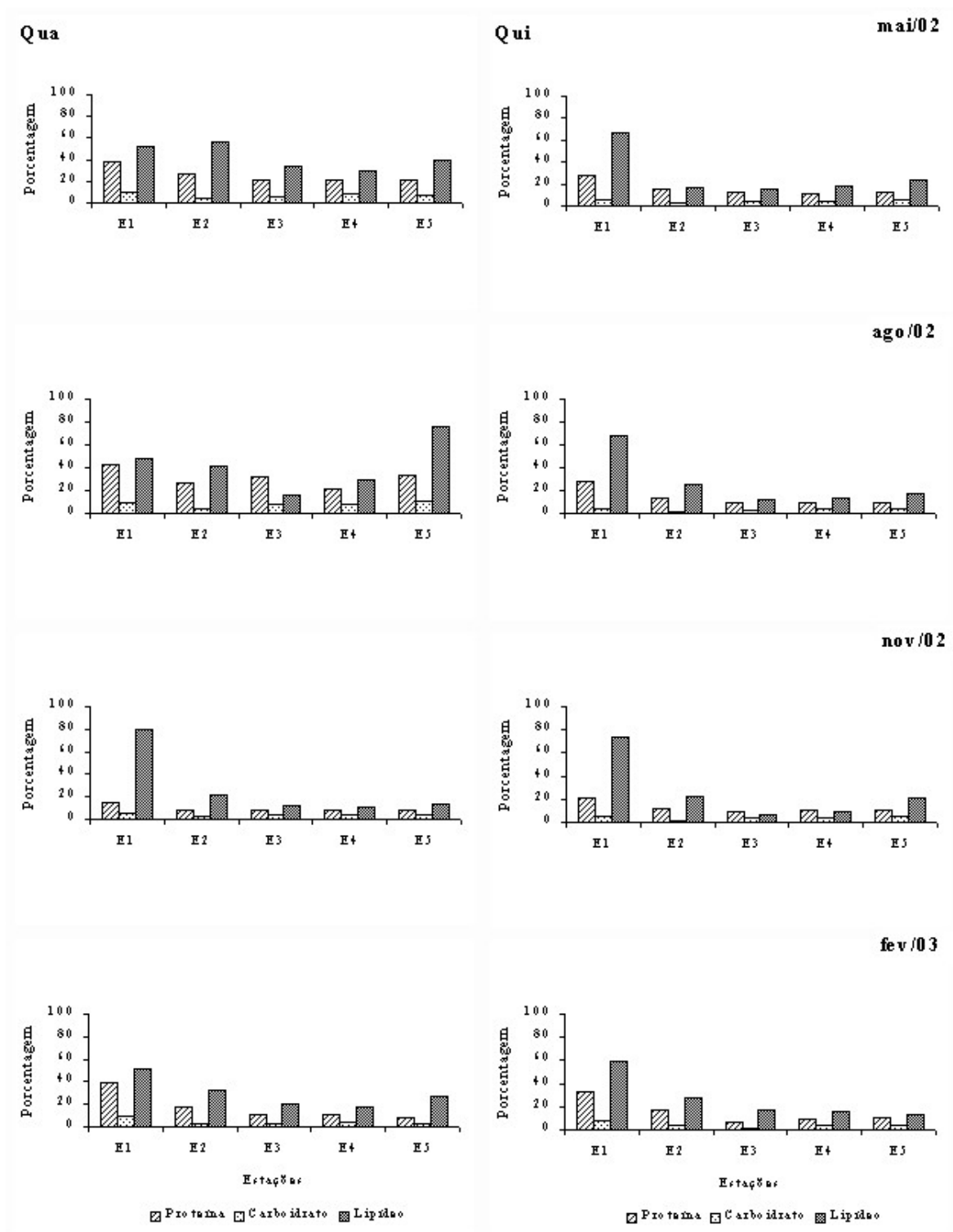


Figura 5: Porcentagem de contribuição de proteína, carboidrato e lipídeo, nos 4 períodos de coleta, na ETE.

Eficiência do sistema

As maiores porcentagens de redução das variáveis estudadas (Figuras 6 e 7) foram verificadas em fev/03, exceto para lipídeo. Esta variável apresentou maior redução em nov/02 (82 %). Em ago/02, foi observado aumento na concentração de carboidrato (quarta e quinta-feira) e de lipídeo (quarta-feira), no efluente final.

As faixas de redução das variáveis foram as seguintes para DQO: 67% (mai/02) a 81% (fev/03), na quarta-feira; e 71%

(ago/02) a 84% (fev/03), na quinta-feira. Para DBO_5 : 51% (nov/02) a 85% (fev/03), na quarta-feira; e 40% (nov/02) a 84% (fev/03), na quinta-feira. Para Proteína: 23% (ago/02) a 79% (fev/03), na quarta-feira; e 51% (nov/02) a 69% (fev/03), na quinta-feira. Para Carboidrato: 18% (mai/02) a 70% (fev/03), na quarta-feira; e 13% (nov/02) a 55% (fev/03), na quinta-feira. E para Lipídeo: 24% (mai/02) a 82% (nov/02), na quarta-feira; e 64% (mai/02) a 78% (fev/03), na quinta-feira.

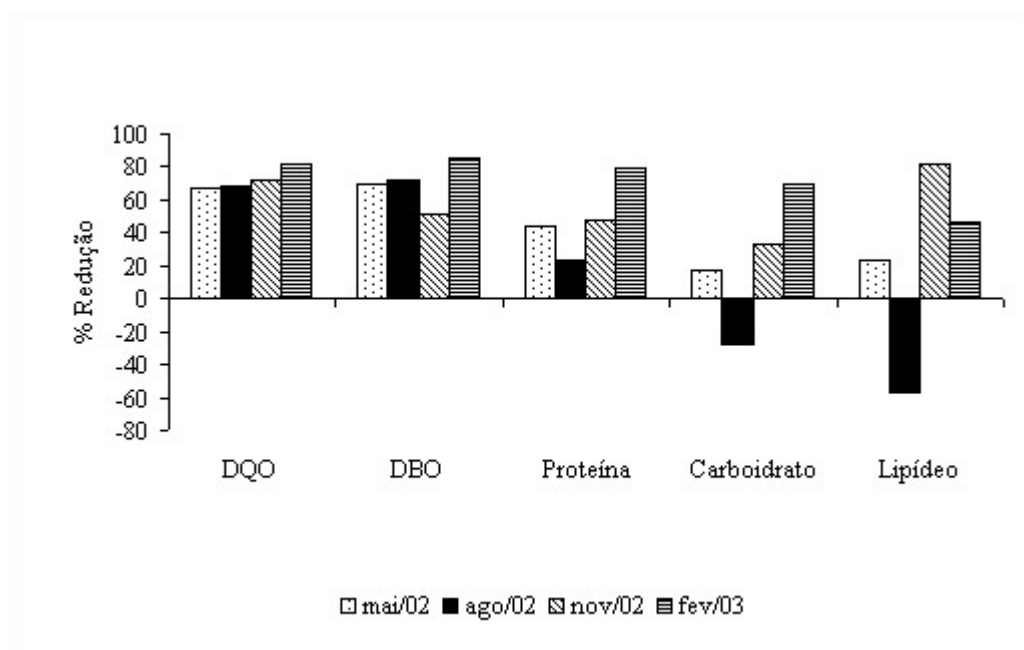


Figura 6: Porcentagem de redução (%) das variáveis, nos 4 períodos de coleta, na quarta-feira.

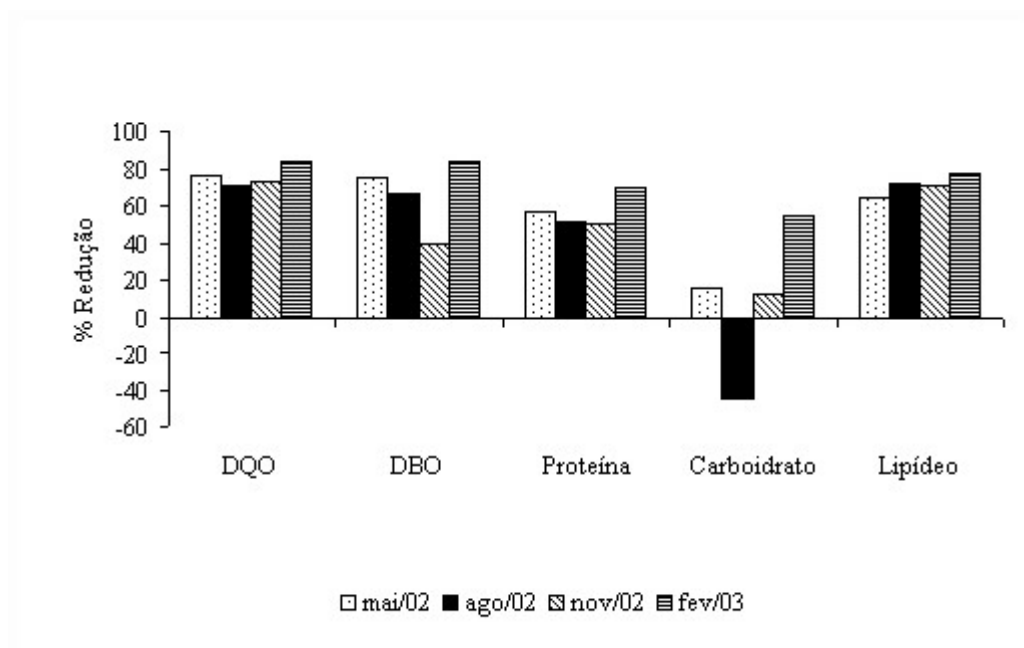


Figura 7: Porcentagem de redução (%) das variáveis, nos 4 períodos de coleta, na quinta-feira.

As maiores relações DQO/DBO_5 (Tabela 5) foram encontradas em ago/02, em todas as estações de coleta e nos dois dias da semana. O maior valor encontrado neste período foi 4,0 (E3, quinta-feira) e o menor foi 2,4 (E1, quarta-feira e E5, quinta-feira). O menor valor encontrado desta relação foi 0,8, em mai/02 (E2) e nov/02 (E3).

De acordo com von Sperling (1996), o esgoto doméstico bruto deve apresentar relação DQO/DBO_5 entre 1,7 e 2,4 e tendendo a aumentar à medida que o esgoto percorre as unidades da ETE pode chegar a valores superiores a 3,0 no efluente final. No presente trabalho, o máximo valor obtido no efluente final foi 2,7 (ago/02) e o menor foi 1,0 (mai/02 e nov/02).

Tabela 5: Relação DQO/DBO5 nos 4 períodos estudados e nos 2 dias da semana (quarta e quinta-feira), na ETE.

Quarta-feira	mai/02	ago/02	nov/02	fev/03	Quinta-feira	mai/02	ago/02	nov/02	fev/03
E1	1,4	2,4	1,8	1,1	E1	1,1	2,7	2,8	1,2
E2	0,8	2,5	1,3	1,3	E2	1,1	2,5	1,3	1,9
E3	1,1	3,8	2,0		E3	1,2	4,0	0,8	1,9
E4	1,2	2,5	1,0	1,7	E4	1,1	3,9	2,0	
E5	1,5	2,7	1,0	1,4	E5	1,0	2,4	1,2	1,2

A partir da matriz de correlação (Tabela 6), pode ser observado que na maioria dos períodos estudados houve correlação positiva entre DQO e DBO₅, exceto na quinta-feira, em nov/02. Neste mesmo período também não foi verificada correlação de DBO₅ com as demais variáveis.

Isto pode estar relacionado com o aumento da relação DQO/DBO no afluente bruto (2,8; Tabela 5) e, portanto, maior contribuição da fração inorgânica (dado não apresentado neste trabalho), menor porcentagem de redução de DBO₅ (40%; Figura 7) e a maior porcentagem de contribuição de lipídeo ($\cong$ 80%; Figura 5).

Tabela 6: Matriz de correlação (r de Pearson, $p < 0,05$ e $n: 8$ – exceto para DBO₅, $n: 6$) entre as variáveis estudadas (DQO, DBO, proteína, carboidrato, lipídeo, temperatura da água, pH) na ETE .

Qua								Qui						
Mai/02														
	DQO	DBO	Prot	Carb	Lip	T	pH	DQO	DBO	Prot	Carb	Lip	T	pH
DQO	1,00							1,00						
DBO	0,97	1,00						1,00	1,00					
Prot	0,93	0,99	1,00					0,99	1,00	1,00				
Carb	0,63	0,55	0,42	1,00				0,63	0,64	0,59	1,00			
Lip	0,41	0,54	0,63	-0,21	1,00			0,95	0,97	0,94	0,78	1,00		
T	0,79	0,87	0,92	0,16	0,77	1,00		0,90	0,91	0,93	0,33	0,77	1,00	
pH	-0,48	-0,67	-0,70	0,27	0,70	-0,68	1,00	-0,74	-0,74	-0,79	-0,11	-0,65	-0,87	1,00
Ago/02														
	DQO	DBO	Prot	Carb	Lip	T	pH	DQO	DBO	Prot	Carb	Lip	T	pH
DQO	1,00							1,00						
DBO	0,99	1,00						0,97	1,00					
Prot	0,80	0,80	1,00					0,86	0,94	1,00				
Carb	-0,01	-0,08	0,42	1,00				-0,02	0,16	0,18	1,00			
Lip	0,24	0,21	0,26	0,23	1,00			0,93	0,99	0,80	-0,09	1,00		
T	0,72	0,74	0,33	-0,47	0,31	1,00		0,83	0,85	0,72	-0,39	0,88	1,00	
pH	-0,23	-0,28	0,27	0,91	0,19	-0,67	1,00	0,01	-0,05	-0,01	0,73	-0,23	-0,48	1,00
Nov/02														
	DQO	DBO	Prot	Carb	Lip	T	pH	DQO	DBO	Prot	Carb	Lip	T	pH
DQO	1,00							1,00						

DBO	0,93	1,00						0,54	1,00					
Prot	0,97	0,94	1,00					0,98	0,50	1,00				
Carb	0,67	0,74	0,69	1,00				0,61	0,20	0,63	1,00			
Lip	0,97	0,89	0,97	0,58	1,00			0,96	0,44	0,97	0,62	1,00		
T	0,93	0,90	0,94	0,41	0,96	1,00		0,83	0,41	0,82	0,18	0,88	1,00	
pH	-0,29	-0,11	-0,29	0,44	-0,34	-0,53	1,00	-0,39	-0,39	-0,36	0,45	-0,40	-0,76	1,00
Fev/03														
	DQO	DBO	Prot	Carb	Lip	T	pH	DQO	DBO	Prot	Carb	Lip	T	pH
DQO	1,00							1,00						
DBO	1,00	1,00						1,00	1,00					
Prot	0,97	0,99	1,00					0,96	0,96	1,00				
Carb	0,95	0,98	0,96	1,00				0,92	1,00	0,95	1,00			
Lip	0,87	0,98	0,92	0,86	1,00			0,98	0,96	0,97	0,89	1,00		
T	0,07	-0,32	0,11	0,20	0,17	1,00		0,44	0,67	0,63	0,65	0,49	1,00	
pH	-0,18	-0,48	-0,25	-0,11	-0,23	0,83	1,00	-0,35	-0,31	-0,34	-0,07	-0,41	0,22	1,00

CONCLUSÕES

A eficiência de redução da matéria orgânica na ETE de Novo Horizonte foi bastante variável ao longo do período analisado, apresentando desde eficiência abaixo de 50% (Novembro/02) até acima de 80% (Fevereiro/03). Esta variação foi mais acentuada quando se observa a redução para os diferentes indicadores da matéria orgânica. Para DQO, a redução esteve dentro do esperado (67 – 84%), mas para DBO, proteína, carboidrato e lipídeo a redução foi variável sazonalmente (13%, carboidrato – 82%, lipídeo).

A relação DQO/DBO₅ encontrada neste trabalho esteve, via de regra, abaixo das estipuladas. Foram obtidos valores superiores a 3,0 na lagoa facultativa e próximas à 2,4 no efluente final. Este fato pode estar relacionado às altas concentrações de lipídeos encontradas. Neste trabalho foram verificadas relações contrárias quanto à contribuição das frações de proteína, carboidrato e lipídeo. Em média, as proporções encontradas para estas frações foram as seguintes:

Afluente bruto: **64%** Lipídeo; **29%** Proteína; **7%** Carboidrato.

Efluente final: **60%** Lipídeo; **32%** Proteína e **12%** Carboidrato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Andrade Neto, C.O. (1997). *Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários: experiência brasileira*. Abes. RJ. 301p.
2. Dubois, M.; Gilles, K.A.; Hamilton, J.A.; Rebers, P.A. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*. v.28. n.3. p, 350 – 356.
3. Eaton, A.D.; Clesceri, L.S.; Greenberg, A.E. (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association. 19 ed. USA. Washington.
4. LOWRY, O.H.; ROSEBROUGH, N. J.; FARR, A. L; RANDALL, R. J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* v. 193. p, 265-276.
5. Metclaf & Eddy, (1991). *Wastewater engineering – treatment disposal reuse*. 3ed. McGraw-Hill International Edition. 1334p.
6. Pearson, H.W. (1996). Expanding the horizons of pond technology and application in an environmentally conscious world. *Water Science and Technology*, n. 33, p. 7, p.1 – 9.
7. POSTMA, T.; STROES, J. A. P. (1968). Lipid screening in clinical chemistry. *Clinica Chimica Acta*. v. 22. p, 569-578.
8. von Sperling, M (1996). *Princípios do tratamento biológico de águas residuárias*. Vol. 3. *Lagoas de*

estabilização. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA). Universidade Federal de Minas Gerais. ABES. 140p.