



II-443 - IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE DE ALGAS EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS (ETE – NAZARÉ DA MATA)

Edyjane Cavalcanti Ramos⁽¹⁾

Graduada em Engenharia Química pela Universidade Católica de Pernambuco - UNICAP. Técnica Operacional – Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA.

Ariadne de Nascimento Moura⁽²⁾

Doutora em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual Paulista. Professora Associada II do Departamento Biologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Cellyane Souza Lima⁽³⁾

Especialista em Zoologia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE. Técnica Operacional – Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA.

Bruno Ricardo Arantes Costa⁽⁴⁾

Graduado em licenciatura em Ciências Biológicas pela Faculdade Salesiano do Nordeste - FASNE.

Maria de Fátima Barbosa da Silva⁽⁵⁾

Graduada em Bacharel em Química pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Mestre em Química pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Coordenadora do Tratamento de Efluentes - Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA.

Endereço⁽¹⁾: Av.Comandante Manhães de Matos, S/N – Cabanga - Recife - PE – CEP 50090-430 - Brasil - Tel: (81) 3419 - 8786 – (81) 3419-8782 - e-mail: edyjaneramos@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho descreve o monitoramento da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) localizada no município de Nazaré da Mata-PE, 65 km de Recife, possuindo cerca de 30.467 habitantes. O tratamento de esgoto é compreendido por uma Grade de barra, uma caixa de areia, duas lagoas anaeróbias e uma lagoa facultativa. Através das análises físico-químicas verificou-se que a mesma apresentava elevadas concentrações dos nutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P) podendo causar intensa eutrofização na lagoa, por ser este ambiente propício para proliferação das algas. Este trabalho foi dividido em duas etapas: Na 1ª etapa, fez-se um estudo preliminar do tratamento caracterizando os esgotos da ETE, além de qualificar e quantificar as algas existentes no sistema de lagoas. As divisões de algas foram distribuídas em Chlorophyta (14 spp) Bacillariophyta (3 spp.), Cyanophyta (7 spp.), Euglenophyta (4 spp.) e Cryptophyta (1 sp.). No período seco observou-se uma espécie abundante *Oocystis lacustris* e no período chuvoso uma espécie dominante *Monoraphidium griffithii*. Na 2ª Etapa foi proposta uma alternativa para a redução dos nutrientes a fim de obter também uma redução das algas existente levando em consideração a alta presença de Cyanophyta em relação a Resolução do CONAMA 357/05. Foi montada uma unidade experimental dentro da lagoa facultativa constituída de quatro caixas em PVC com capacidade para 310L cada uma, cujo nível de esgoto foi regulado através de bóias instaladas. Cada caixa contendo o esgoto possuía uma associação diferente entre peixes e Lemnas. Na 1ª caixa foram adicionados peixes e Lemnas, na 2ª caixa apenas peixes, na 3ª caixa apenas Lemnas e na 4ª caixa, somente o esgoto. A tilápia (*Oreochromis niloticus*) foi escolhida por ser um peixe de fácil adaptação, inclusive a ambientes contaminados e as *Lemnaceae* são capazes de retirar nutrientes da água com grande eficiência. Observou-se uma redução dos nutrientes N e P e uma boa adaptação das tilápias ao meio.

PALAVRAS-CHAVE: Algas, Macrófitas, Peixes, Lagoas, Esgoto.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de lagoas de estabilização são considerados a forma mais simples para o tratamento dos esgotos essencialmente natural e com confiabilidade na operação. Elas são indicadas para regiões de clima quente e países em desenvolvimento, devido aos seguintes aspectos: clima favorável (temperatura e insolação elevadas), operação simples, necessidade de pouco ou nenhum equipamento e por possuir uma boa remoção de matéria orgânica e patogênica. Em decorrência, a área total requerida pelas lagoas facultativas é a maior dentre todos os processos de tratamento dos esgotos.

O processo consiste na retenção dos esgotos por um período longo e suficiente para os processos naturais de estabilização da matéria orgânica se desenvolver.



A construção é simples, envolvendo principalmente movimento de terra, e os custos operacionais são bem baixos, em comparação com outros métodos de tratamento. A eficiência é satisfatória, podendo chegar a níveis comparáveis à da maior parte dos tratamentos secundários.

O esgoto afluente (Esgoto bruto) entra em uma extremidade da lagoa e sai na extremidade oposta (Efluente). Ao longo desse percurso, que demora vários dias, uma série de mecanismos contribui para a purificação dos esgotos. Esses mecanismos ocorrem nas três zonas das lagoas, denominadas: zona anaeróbia, zona aeróbia e zona facultativa.

Há a necessidade da presença de oxigênio, o qual é suprido ao meio pela fotossíntese realizada pelas algas. Tem-se, assim, um perfeito equilíbrio entre o consumo e a produção de oxigênio e gás carbônico. Para a ocorrência da fotossíntese é necessária uma fonte de energia luminosa (representada pelo sol), baixa nebulosidade e uma elevada área de exposição para o melhor aproveitamento desta energia pelas algas. Além de ser essencial a existência de diversos grupos de bactérias responsáveis pela estabilização da matéria orgânica que possam sobreviver e proliferar tanto na presença quanto na ausência de oxigênio.

De acordo com a CETESB (1989) efluente de uma lagoa facultativa possui as características principais como a cor verde devida às algas, elevado teor de oxigênio, elevado pH e sólidos em suspensão. A legislação brasileira – Resolução CONAMA nº 357/2005 (Brasil, 2005) estabelece padrões de lançamento de efluentes e padrões das águas mantidos nos corpos d'água. Portanto, a densidade de cianobactérias é até 50000 cel/mL ou 5 mm³/L e a clorofila a até 30 µg/L. A presença de algas é usualmente mensurada na forma de clorofila a, pigmento apresentado por todos os vegetais, e principal parâmetro para a quantificação da biomassa algal (König, 2000). As concentrações de clorofila a em lagoas facultativas dependem da carga aplicada e da temperatura, mas usualmente se situam na faixa de 500 a 2000mg/l (Mara et al, 1992).

Existem estudos relacionados a pós-tratamento de efluentes de lagoas de estabilização utilizando macrófitas que são plantas aquáticas capazes de retirar nutrientes da água com grande eficiência e reduzir a quantidade de sólidos em suspensão (CAICEDO et al., 2000). Em sistemas de tratamento com lemnáceas, a remoção do nutriente ocorre pela absorção direta da planta (até 50%), pela ação de microorganismos fixados nas raízes e pela volatilização da amônia (KORNER e VERMAAT, 1998). Os vegetais da família Lemnaceae podem ser utilizados como rica fonte de alimentos para peixes e outros animais (SKLICORN et al., 1991). Neste contexto, estudos relacionados à utilização de plantas aquáticas na dieta de tilápias estão sendo realizados. Estas são seres onívoros podendo alimentar-se de zooplâncton e Fitoplâncton. Peixe de fácil adaptação, inclusive a ambientes contaminados, a tilápia (*Oreochromis niloticus*) tem potencial para integrar sistemas de biomonitoramento, que permitirão, por exemplo, conhecer a qualidade da água de um rio. As tilápias são reconhecidamente as espécies que melhor se adaptam a diferentes condições de qualidade da água. São tolerantes a baixas concentrações de oxigênio dissolvido, convivem com uma faixa bastante ampla de acidez e alcalinidade na água, crescem e até mesmo se reproduzem em águas salobras e salgadas e toleram altas concentrações de amônia tóxicas comparadas à maioria dos peixes cultivados. Estas foram características decisivas para a utilização desta espécie nas condições adotadas no presente trabalho (TAVARES; et al 2008).

MATERIAIS E MÉTODOS

Primeira etapa: Amostragem

As amostras para a identificação e quantificação das algas, foram coletadas em dois períodos, seco e chuvoso, nos pontos correspondentes a esgoto bruto (EB), lagoa anaeróbia 01 (L1), lagoa anaeróbia 02 (L2), lagoa facultativa (L3) e corpo receptor (CR), segundo o esquema da Figura 01. Enquanto que as análises físico-químicas foram realizadas nos meses Outubro, Novembro, Dezembro 08 e Abril 09.

A caracterização consistiu na determinação de 08 (oito) parâmetros físico-químicos, segundo a metodologia recomendada pelo Standard Methods for Water and Wastewater (1998). Os parâmetros foram os seguintes: pH (potenciômetro), Oxigênio Dissolvido (Winkler, 1888), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Química de Oxigênio filtrada (DQO), Sólidos Suspensos Totais (SST), Nitrogênio Total e Fósforo Total.

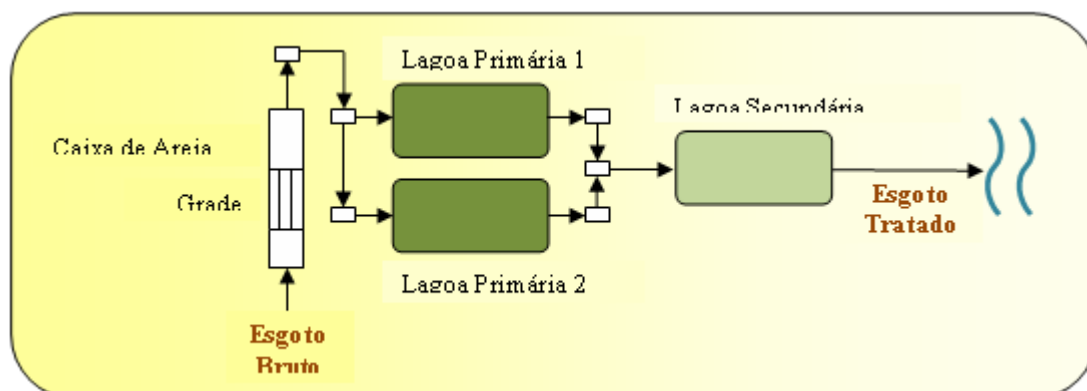


Figura 01: Esquema da Estação de Tratamento de Esgotos em Nazaré da Mata-PE.



Figura 02: Chegada da ETE.



Figura 03: Coleta do Esgoto Bruto.



Figura 04: Coleta da Saída da Lagoa 2.



Figura 05: Lagoa 3.

Identificação e Densidade das Algas

Para a realização das análises quantitativas e qualitativas das algas foram coletadas amostras da ETE Nazaré nos meses de outubro de 2008 e abril de 2009. A análise quantitativa foi avaliada através de dois métodos distintos. Um com o auxílio de microscópio óptico comum equipado com câmara clara e ocular de medição e o outro, através da extração da Clorofila-a. Os organismos foram identificados a partir da análise das características morfológicas e morfométricas, com o auxílio de bibliografia especializada. A quantificação do fitoplâncton foi realizada através do método de Uthermohl (1958) e a contagem através dos campos aleatórios.

Quantificação - Procedimento Experimental para a Clorofila-a

O método empregado para quantificar a biomassa das algas foi através da Clorofila-a. Nesta análise, as amostras das lagoas são filtradas em papel de fibra de vidro e maceradas. Adicionou-se pequena quantidade da solução saturada de carbonato de magnésio em acetona. Realizou-se a centrifugação das amostras e é retirado o sobrenadante. Em seguida, foi realizada a leitura no espectrofotômetro.

Segunda etapa: Construção da unidade piloto para controle da proliferação das algas

Nesta etapa, a proposta consiste na construção de uma unidade piloto para estudo da qualidade do efluente quando submetido a espécies “macrófitas aquáticas”.

A unidade piloto foi implantada na própria ETE, próximo à lagoa de maturação, conforme pode ser observado na Figura 08.

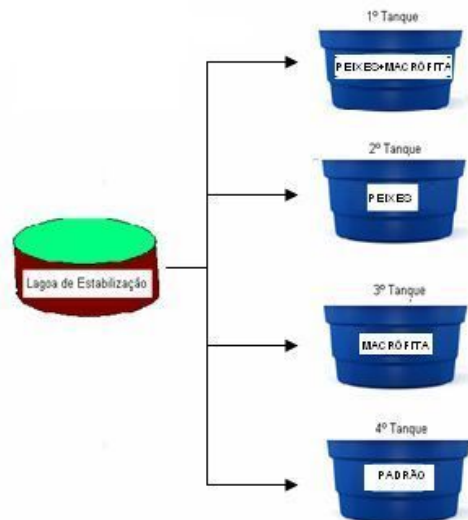


Figura 06: Esquema da Unidade Piloto.



Figura 07: Instalação e posicionamento dos Tanques



Figura 08: Inserção das Tilápias e Macrófitas nos tanques



Figura 09: Retirando as Tilápias



Figura 10: As Tilápias após 47 dias

Nesse trabalho foram utilizados *Lemnaceae*, por apresentar maiores taxas de crescimento entre as demais, e uma boa remoção de sólidos suspensos. Quinzenalmente, as amostras foram coletadas e os parâmetros físico-químicos, analisados, a fim de serem comparados com os da lagoa de maturação.

RESULTADOS OBTIDOS

VALORES ABIÓTICOS

A Tabela 01, mostra o aumento do pH e oxigênio dissolvido (OD) nas lagoas 2 e 3, além da redução dos nutrientes fósforo e nitrogênio, devido a presença das algas.

Em relação aos demais parâmetros observam-se uma remoção de DBO para os meses citados de 88%, 98% e 67% e também, uma boa remoção de sólidos suspensos.



Tabela 01: : Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados nas Lagoas de Estabilização da ETE Nazaré da Mata no período de outubro/2008 a abril/2009.

PERÍODO	COLETA	Temp (c°)	pH	OD mg O ₂ /L	DBO mg O ₂ /L	DQO mg O ₂ /L	S.Suspensos mg /L	Fósfor o mg /L	Nitrogêni o mg /L	Clorofila - a μ/g
out/08	EB	28	7,4	0,0	192	821	277	7,7	71,2	*
nov/08		29	6,7	0,0	320	866	333	2,87	37,5	*
dez/08		30	7,6	0,0	418	961	217	18,4	103,5	*
abr/08		28	7,5	0,0	113	247	245	*	*	*
out/08	LG 01	27	7,8	0,0	144	243	172	8,2	45,7	1041,43
nov/08		27	7,6	0,0	120	506	249	4,86	38,2	1499
dez/08		28	8,3	0,0	73	468	114	10,8	55,6	733,3
abr/08		27	7,9	0,0	67	225	128	*	*	722,49
out/08	LG 02	28	8,1	2,6	67	192	121	6,3	29,1	820,79
nov/08		28	8	1,5	30	192	69	1,28	22,9	123
dez/08		28	8,7	1,1	11	33	13	7,78	32	220
abr/08		27	8,2	2,6	27	134	95	*	*	116,23
out/08	LG 03	27	10,5	8,8	63	170	32	2,7	2,1	695
nov/08		30	10,2	12,0	30	209	91	0,47	0,99	182
dez/08		29	10,3	2,0	9	53	16	1,91	0,97	228
abr/08		29	9,7	9,9	9	47	40	*	*	159,51
out/08	CR	27	10,0	8,5	60	160	30	*	*	600
abr/09		29	10,0	8,6	12	50	20	*	*	151

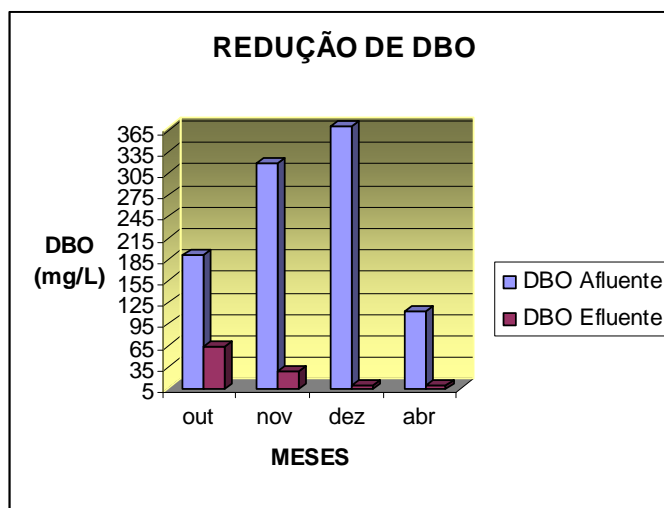


Figura 11: Redução de DBO

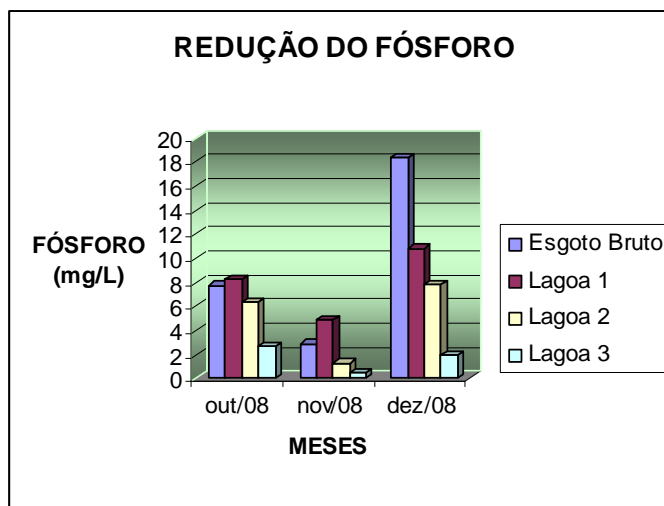


Figura 12: Redução de Fósforo

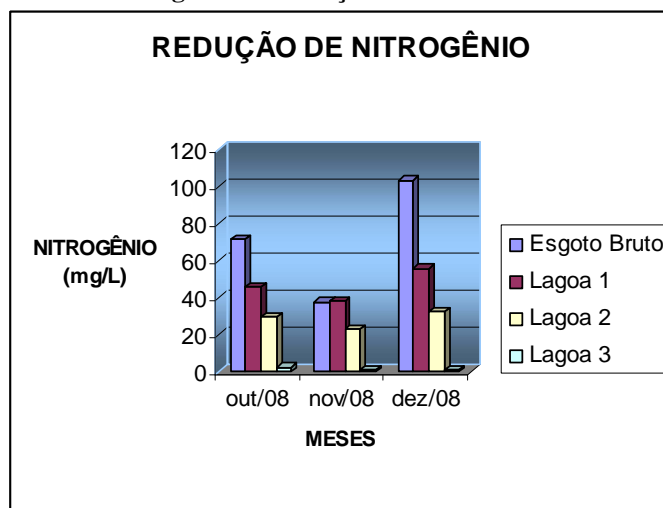


Figura 13: Redução de Nitrogênio

De acordo com a Tabela 02, a amostra A que contém PEIXES + MACRÓFITAS e a amostra B que contém apenas MACRÓFITAS, houve uma redução na DBO, na DQO, nos sólidos suspensos, fósforo e nitrogênio. Já na amostra C que contém apenas as MACRÓFITAS, houve redução de DBO e DQO, no entanto os sólidos suspensos aumentaram, além do fósforo e do nitrogênio. Na AMOSTRA D (somente esgoto-Padrão), houve redução da DBO, dos sólidos suspensos, mas a DQO aumentou, e o fósforo e o nitrogênio ficou um pouco acima dos demais.



Tabela 02: Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados na unidade experimental, instalada na lagoa facultativa da ETE Nazaré da Mata, nos meses de abril e maio/2009.

PERÍODO	Amostra	Temp °C	pH	OD mg O ₂ /L	DBO mg O ₂ /L	DQO mg O ₂ /L	Sólidos Suspensos mg /L	Fósforo mg /L	Nitrogênio mg /L	Clorofila µg/L
27/3/2009	A	32	9,5	5,6	55	257	204	22,90	8,48	265,00
2/4/2009		33	4,2	8,5	21	101	60	11,20	5,66	78,01
15/4/2009		33	9,9	13,9	35	154	88	2,89	4,95	341,29
22/4/2009		30	10,4	13,0	16	119	30	1,43	4,17	434,12
27/3/2009	B	32	9,4	7,5	*	244	120	5,33	7,07	62,80
2/4/2009		33	1,6	7,9	24	224	87	3,38	6,79	44,68
15/4/2009		33	9,3	9,6	34	157	84	0,94	4,95	443,68
22/4/2009		30	10,1	9,8	18	123	45	3,87	4,73	289,42
27/3/2009	C	33	9,6	8,9	25	143	46	2,40	4,95	99,44
2/4/2009		33	8,4	9,6	21	109	55	4,84	1,78	170,65
15/4/2009		32	9,2	8,8	36	138	55	4,84	4,66	99,29
22/4/2009		30	9,7	6,1	16	132	52	3,38	4,73	166,10
27/3/2009	D	32	9,8	8,9	*	105	40	9,23	3,39	99,66
2/4/2009		31	5,0	9,5	29	114	63	3,38	3,11	111,94
15/4/2009		32	9,5	11,8	35	133	77	4,35	6,36	368,60
22/4/2009		30	9,7	10,0	16	132	24	4,35	5,29	161,55

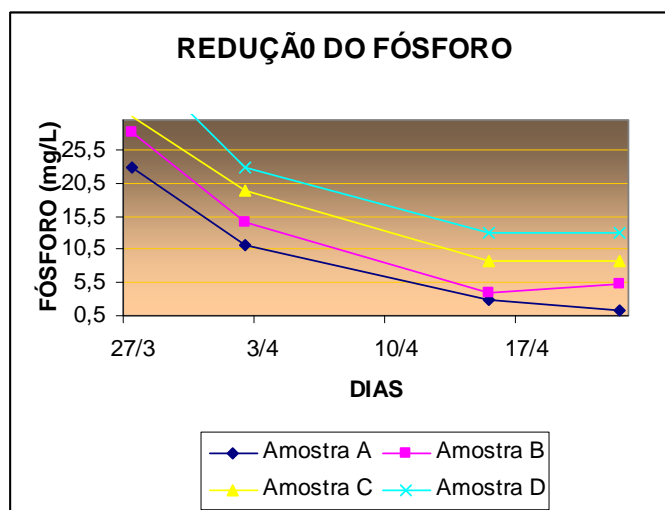


Figura 14: Redução de Fósforo

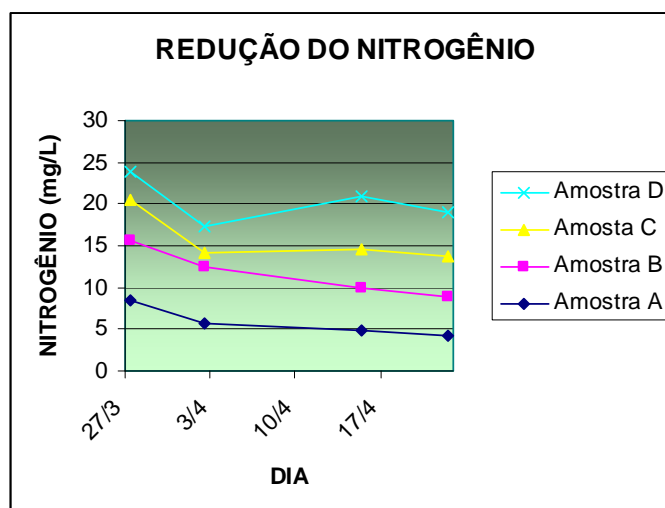


Figura 15: Redução de Nitrogênio

VALORES BIÓTICOS

Com relação à identificação das espécies, foram identificadas 21 espécies em ambos os períodos seco e chuvoso, conforme Tabela 2. No período seco, a menor riqueza de espécie (4spp) foi verificada na Lagoa com esgoto bruto assim como no período chuvoso (5spp), certamente, ocorreu por ter condições anóxicas e serem, portanto, não propícias ao desenvolvimento do fitoplâncton.

Com o decorrer do tratamento a diversidade das espécies foi aumentando, possivelmente, por causa da qualidade da água com o decorrer do tratamento. Segundo Koning (1984) o Gênero *Euglena* possui tolerância a cargas orgânicas além de ser mais abundante em lagoas de tratamento de esgotos sanitários.

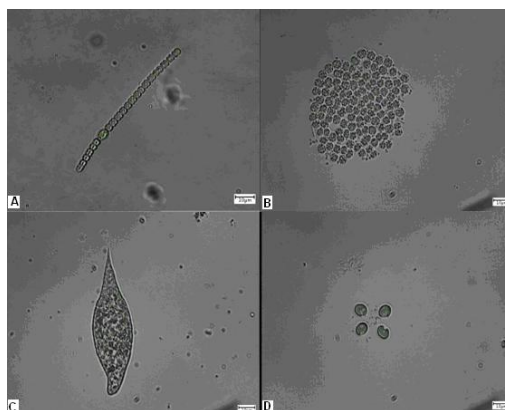


Figura 16: Espécies encontradas na Estação de Tratamento de Esgoto – ETE de Nazaré da Mata. A. *Anabaena* sp., B. *Microcystis aeruginosa*, C. *Euglena próxima*, D. *Dictyosphaerium ehrenbergianum*.


Tabela 3. Espécies de Algas na Estação de Tratamento de Esgoto – ETE de Nazaré da Mata.

Nº	ESPÉCIES	PERÍODO SECO					PERÍODO CHUVOSO				
		LOCAIS DE OCORRÊNCIA					LOCAIS DE OCORRÊNCIA				
		E.B	L1	L2	L3	C.R.	E.B	L1	L2	L3	C.R.
	CYANOPHYTA										
1	<i>Anabaena</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
2	<i>Geitlerinema</i> sp.	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+
3	<i>Merismopedia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
4	<i>Microcystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
5	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kutzing) Kutzing	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-
6	<i>Phormidium</i> sp.						+	-	-	-	-
7	<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) <i>Anagnostidis</i> e Komárek	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
	BACILLARIOPHYTA										
8	<i>Aulacoseira</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
9	<i>Gomphonema</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
10	<i>Pinnularia</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
	CHLOROPHYTA										
11	<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
12	<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
13	<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-
14	<i>Closterium</i> sp.	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+
15	<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Nägeli	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
16	<i>Micractinium pusillum</i> Frenesius	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+
17	<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk) Kom-Legn	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+
18	<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M. Smith) Komárková-Legnerová	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-
19	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-
20	<i>Oonephris obesa</i> (W. West) Fott	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
21	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
22	<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemmermann	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
23	<i>Scenedesmus opoliensis</i> Richter	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
24	<i>Spirogyra</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	EUGLENOPHYTA										
25	<i>Euglena acus</i> Ehrenberg	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-
26	<i>Euglena proxima</i> P.A. Dangeard	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-
27	<i>Phacus</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
28	<i>Trachelomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
	CHRYSTOPHYTA										
29	<i>Mallomonas caudata</i> Ivanov	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-



Com relação à densidade de fitoplâncton no período seco (Figura 17), foi verificado que a divisão Chlorophyta foi a mais representativa com 76% da densidade total, seguida pelas Cyanophyta (12%), Euglenophyta (7%) e Bacillariophyta (5%). No período chuvoso a densidade das Chlorophyta continuou alta com (90%), seguida pelas Cyanophyta (8%), Euglenophyta (1%) e Bacillariophyta (1%).

Ressalta-se o predomínio, no período seco, de Chlorophyta em relação a Cyanophyta provavelmente devido à disponibilidade de nutrientes. Segundo Esteves (1998), as *Cyanophyceae* são consideradas os principais organismos fixadores de N nos ambientes aquáticos e geralmente predominam quando há maior disponibilidade de N em relação a P. Observa-se que a proporção de N para P é maior nas lagoas e diminui em direção ao efluente final (Tabela 1). Além do seu hábito planctônico e tamanho diminuto, com aparecimento rápido desde o início do tratamento.

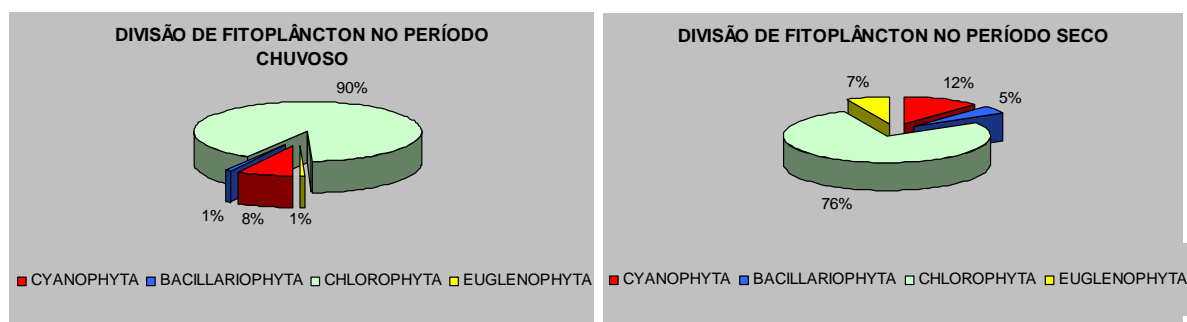


Figura 17: Densidade de Fitoplâncton no período seco e chuvoso.

Foi registrado 1 táxon abundante no período seco *Oocystis lacustris* e no período chuvoso na divisão Chlorophyta observou-se 1 táxon predominante o *Monoraphidium griffithii*.

De acordo com a Resolução do CONAMA 357/05 o lançamento de efluentes é caracterizado por classes de águas que no nosso estudo é a classe II. Onde o número de células não pode exceder a densidade de cianobactérias até 50000 cel/mL ou 5 mm3/L. Verificou-se, portanto, que no período seco atingimos 36.749 cel/mL e no período chuvoso 227.037 cel/mL.

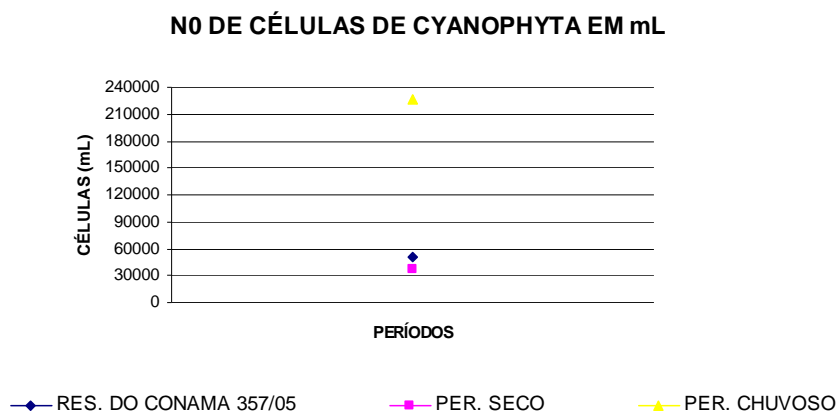


Figura 18: Nº de células em mL da Divisão Cyanophyta

De acordo com a Resolução do CONAMA 357/05 o número de células da Divisão Cyanophyta está excedendo na saída do esgoto tratado (Efluente). Na Figura 19 mostra os números de células das espécies de Cyanophyta existente na Lagoa 3 e no Corpo Receptor durante o período seco e chuvoso. Verifica-se, no entanto, que no período chuvoso as *Microcystis* sp. proliferam-se por conta da diluição da lagoa, pois a mesma se adapta melhor.



CYANOPHYTA

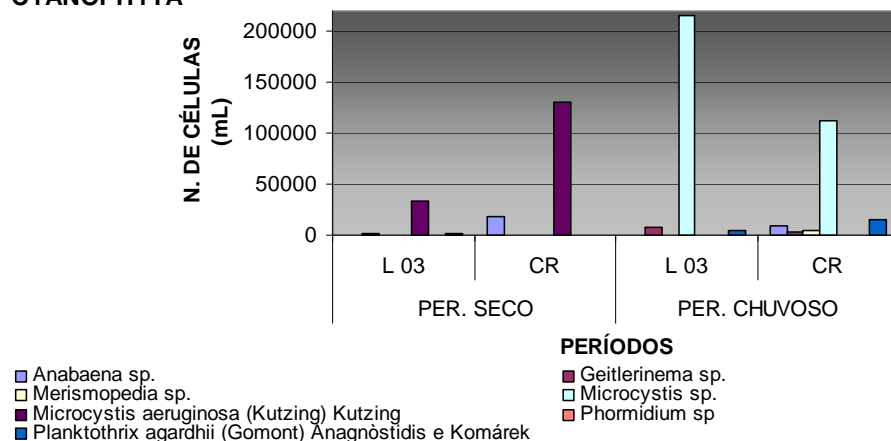


Figura 19: N° de células em mL da Divisão Cyanophyta da L 03 e CR nos períodos seco e chuvoso

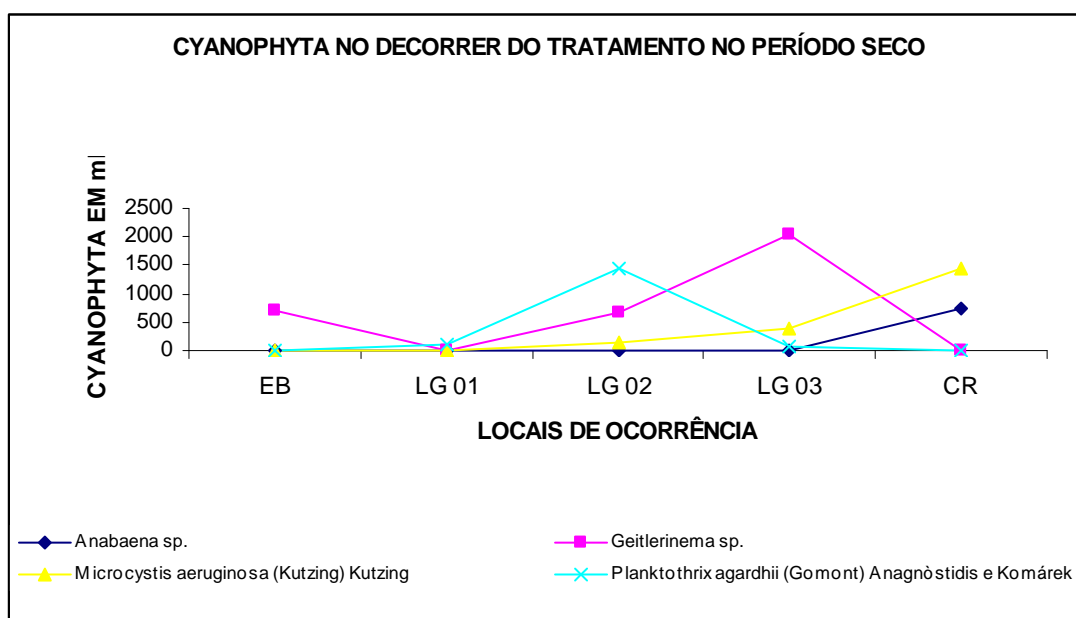


Figura 20: N° de células em mL da Divisão Cyanophyta no período seco

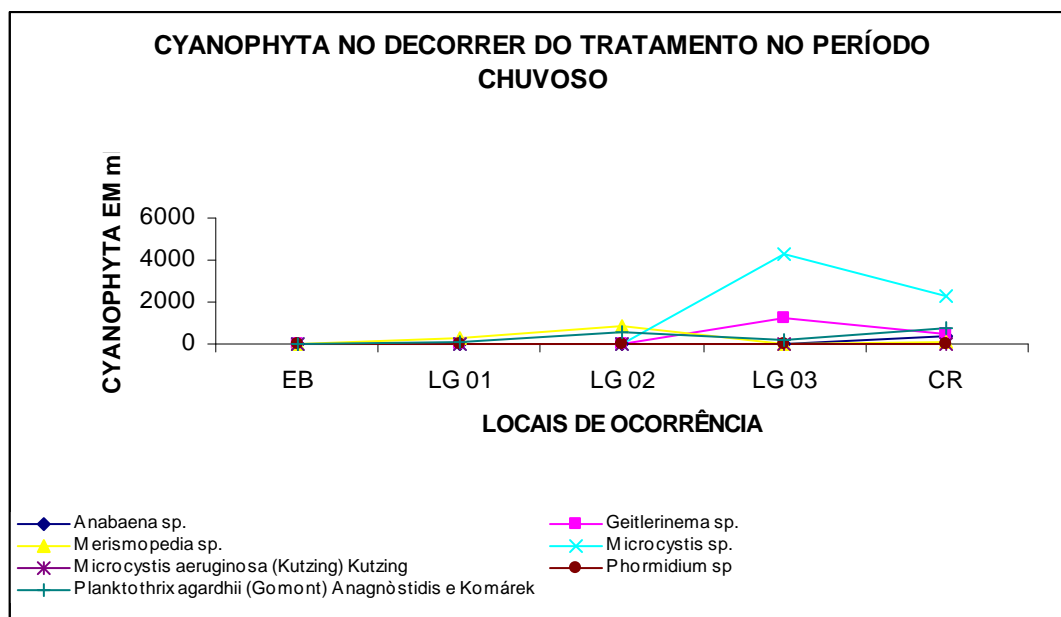


Figura 21: N° de células em mL da Divisão Cyanophyta no período chuvoso

CONCLUSÕES

De acordo com as análises realizadas e com os resultados obtidos no monitoramento da ETE, verificou-se a influência das algas na qualidade dos esgotos tratados pelas lagoas de estabilização. Os parâmetros não estão de acordo com a Resolução do CONAMA nº357/05 no que diz respeito a pH, DBO, Clorofila-a, densidade de cianobactérias, fósforo e nitrogênio. O projeto mostrou-se, com inclusão dos peixes, o controle de infestação de larvas as quais atraem os insetos, fenômeno indesejável para uma ETE. Verificando-se portanto que os peixes contribuíram para este equilíbrio. Como o objetivo principal desse trabalho consistia em controlar a quantidade de algas presentes nas lagoas, e os sistemas contendo PEIXES foram os únicos que reduziram a quantidade de nutrientes utilizados pelas algas, conclui-se que os PEIXES podem ser uma alternativa indireta para o controle das mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AWWA/APHA/WEF, Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20 th edition, 1998;
2. CAICEDO, J.R., VAN DER STEEN, N.P., ARCE, O.; GIJZEN, H.J. 2000. Effect of total ammonia nitrogen concentration and Ph on growth of duckweed (*Spirodella polirrhiza*). Wat. Res. 34:15, 3829-3835.
3. ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2ª Ed. Interciência, Rio de Janeiro, RJ, 602, 1998.
4. GIORDANE, S. Possibilidades de reúso dos efluentes domésticos gerados nas Bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira - Região de Curitiba-Paraná Sanare. Revista Técnica da Sanepar, Curitiba, v.19, n.19, p. 06-14, jan./jun. 2003.
5. KONING, A. Ecophysiological studies on some algae and bacteria of waste stabilization ponds. Doctor Thesis. University of Liverpool. Liverpool, 1984.
6. KÖRNER, S & VERMAAT, J.E. 1998. The relative importance of *Lemna gibba*, bacteria and algae for the nitrogen and phosphorus removal in duckweed – covered domestic wastewater. Water Research. 32: (12) 3651-366.
7. PEREIRA, L. Cultivo de peixes em efluentes domésticos provenientes de lagoas de estabilização. 22º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Joinville - Santa Catarina 19 a 19 de Setembro 2003.
8. SANT'ANNA, C.L., Chloroccales (Chlorophyceae) do Estado de São Paulo, Brasil. Germany: Stauss & Cramer, 1984, 348p.
9. TAVARES, F.A., Influência da *Lemna* no Tratamento de Efluentes Líquidos de Suinocultura e sua Utilização como Fonte Alternativa de Alimento para Tilápias, Dissertação de Mestrado, 2004.



10. TAVARES, L.B.M.J. Reúso de efluentes domésticos na produção de tilápias – aspectos sanitários. XXXI CONGRESO INTERAMERICANO AIDIS Santiago – CHILE Centro de Eventos Casa Piedra 12 – 15 Octubre de 2008.
11. UTHERMOHL, H. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton - Methodic. Internationalen Vereinigug für theoretische und angewandte, Limnologie, v.9 p.1-38. 1958.
12. VON SPERLING, M., Lagoas de Estabilização, 2ª edição, 2002.