

II-079 – COMPORTAMENTO DE ALGAS NAS ESCALAS NICTEMERAL/SAZONAL EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

Pedro Alves da Silva Filho⁽¹⁾

Engenheiro Civil e Sanitarista -UFRN (2000). Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2007). Doutorando em engenharia civil e saneamento ambiental – UFC. Professor assistente do curso de engenharia civil da UFRN

Fátima Bezerra Barbosa de Medeiros

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Potiguar – UnP (2002). Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN (2005). Bióloga da CAERN – Companhia de água e Esgoto do Rio Grande do Norte.

Ronaldo Stefanutti

Engenheiro agrônomo. Doutorado em ciência pela Universidade de São Paulo – USP. Professor do curso de pós-graduação da Universidade Federal do Ceará-UFC.

Ofélia de Lira Carneiro Silva

Engenheira civil – UFPB. Doutorado em engenharia civil e ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Professora adjunta do curso de engenharia da UFRN.

Erivaldo Mesquita de Oliveira

Engenheiro Civil e Sanitarista (UFRN). Engenheiro civil e sanitarista da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA/RN.

Endereço⁽¹⁾: Rua Desembargador José Gomes da Costa, 1887 – Cond. Sol e Mar, apto 102 Bl. B – Capim Macio – Natal/RN - CEP: 59082-140 - Brasil - Tel: +55 (84) 99149457/99549646 - e-mail: pedroasfilho@yahoo.com.br.

RESUMO

O presente trabalho enfocará a eficiência de lagoas de estabilização, com tempo de funcionamento de um ano no nordeste brasileiro. Como também avaliará o comportamento da sobrecarga para esta ETE tratando efluentes com característica predominantemente doméstica e o perfil nictemeral de algas presentes no reator ao longo do monitoramento. Os objetivos do trabalho são: diagnosticar o desempenho operacional da ETE com configuração Lagoa facultativa primária, seguida por duas lagoas de maturação, e a identificação e o comportamento das algas numa escala nictemeral na cidade de Mossoró/RN.

PALAVRAS-CHAVE: Lagoas de Estabilização, Avaliação operacional, sobrecarga orgânica, perfil nictemeral de algas.

INTRODUÇÃO

As lagoas de estabilização, como tratamento de esgoto, tiveram origem de forma accidental no início do século XX nos Estados Unidos. Estas serviam para receber despejos de animais, de usos domésticos de pequenas comunidades, e, accidentalmente, realizavam os fenômenos típicos e próprios de depuração dos esgotos. As primeiras pesquisas sobre lagoas de estabilização foram realizadas nos Estados Unidos, nos estados de Dakota do Norte e do Sul, no ano de 1948. Na América Latina, em 1958, na cidade de Cañas, na Costa Rica, foi construída a primeira lagoa experimental, destinada a tratar efluentes domésticos (FORERO e TALBOYS, 1971). Dois anos depois, em 1960, no Brasil, entrou em funcionamento a primeira lagoa projetada especificamente para receber e depurar esgoto bruto em São José dos Campos, SP, projetado de acordo com o sistema chamado “australiano”, sendo uma anaeróbia seguida de uma facultativa, com a finalidade de estabelecer parâmetros de projetos para outras lagoas, crédito cedido aos engenheiros Benoit Almeida Victoretti e Carlos Philipowsky. Em seguida vieram as de Cidade de Deus, no Rio de Janeiro. Já na década de 70, do século XX, ocorre, segundo Andrade Neto (1997, p. 145), a difusão das lagoas de estabilização em vários estados, tendo-se firmado como processo de tratamento de esgoto, devido à simplicidade e eficiência do processo ao baixo custo de construção e operação e às condições climáticas extremamente favoráveis.

As Figuras 1-2, detalha o funcionamento de lagoas de estabilização do tipo: facultativa e maturação. Extraída de (SILVA FILHO, 2007).

Os objetivos do trabalho são: diagnosticar o desempenho operacional da ETE com configuração Lagoa facultativa primária, seguida por duas lagoas de maturação, e a identificação e o comportamento das algas numa escala nictemeral na cidade de Mossoró/RN.

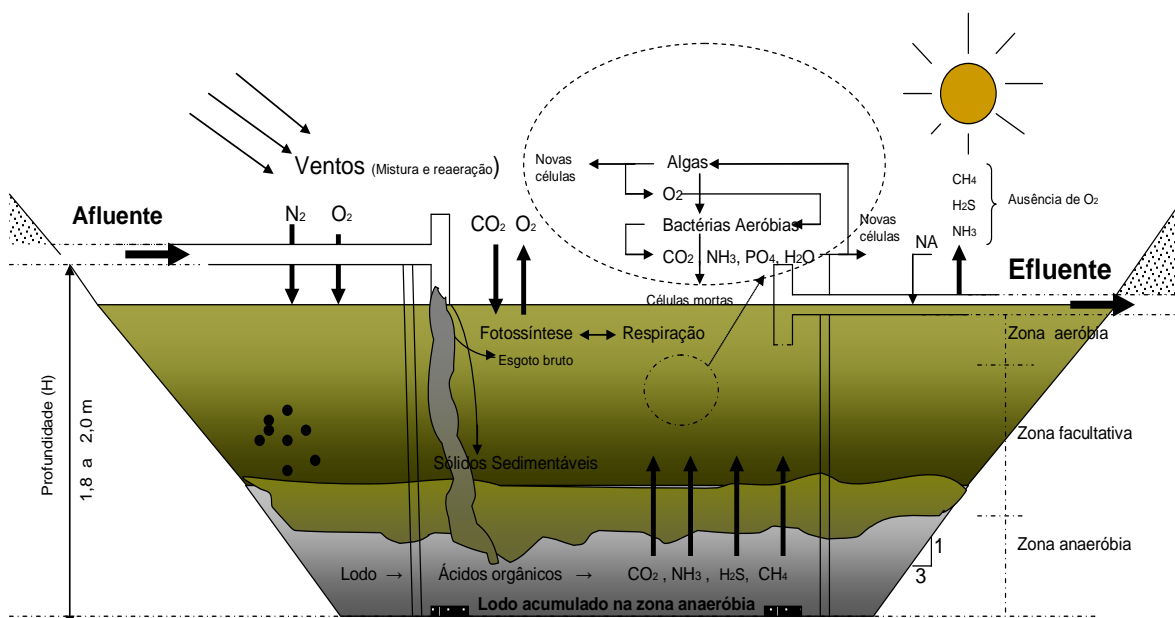


Figura 1: Detalhes de uma lagoa facultativa.

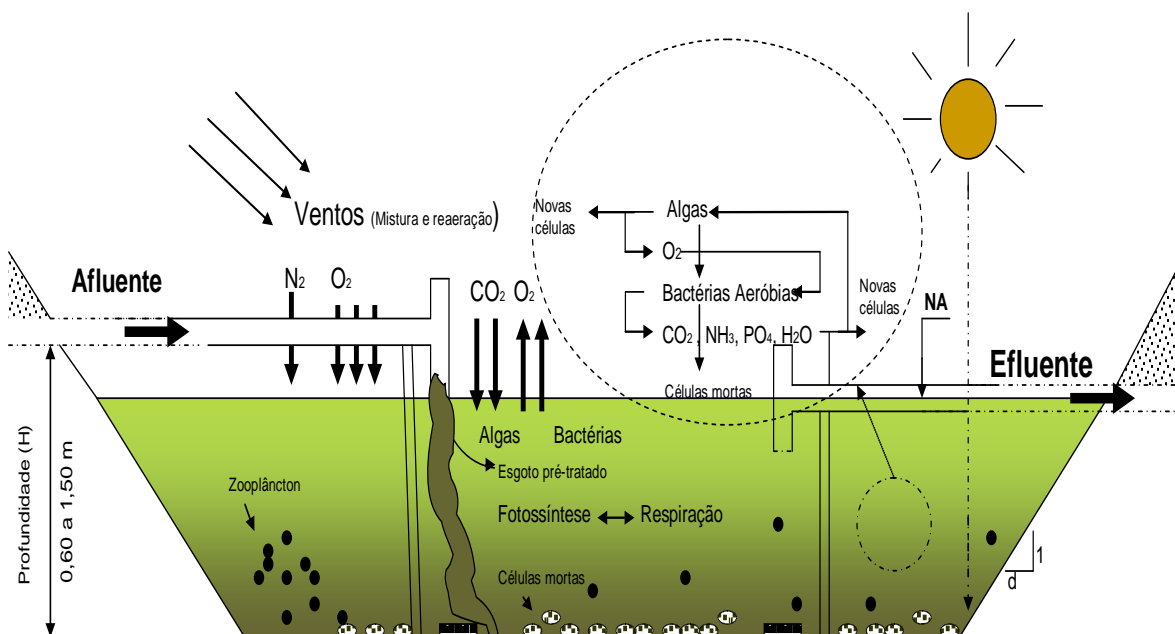


Figura 2: Detalhe de uma lagoa facultativa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da Área de Estudo

O sistema foi realizado na ETE Passagem de Pedras, localizada na zona leste de Mossoró/RN. O sistema é composto por três lagoas (01 Facultativa primária, seguida de duas lagoas de maturação), destinada ao tratamento de efluentes predominantemente domésticos.

Estas lagoas foram projetadas em dois módulos, onde cada módulo terá: uma série de três lagoas, sendo uma facultativa primária e duas de maturação, conforme detalha as Figuras 03 -04. As lagoas foram precedidas de caixas desarenadoras (02 unidades, sendo uma de reserva). No momento apenas uma ETE está em funcionamento.

O conjunto de lagoas foi projetado em dois módulos independentes, com a finalidade de se garantir, quando da paralisação de uma delas (para manutenção, por exemplo), o funcionamento do tratamento. Cada módulo foi projetado com capacidade para tratar a metade da vazão prevista.

A vazão de contribuição adotada foi a média, correspondendo a 51,98 l/s (vazão de projeto). Os parâmetros resultantes do processo de tratamento são os seguintes para esta vazão:

- DBO efluente na lagoa facultativa : 47,53 mg/l
- DBO efluente na lagoa de maturação : 12,90 mg/l
- Concentração de coliformes no efluente da lagoa facultativa : $2,5 \times 10^5$ CF/100 ml
- Concentração de coliformes no efluente da lagoa de maturação : 63,61 CF/100 ml

Os pontos de coletas para o monitoramento de um perfil de 24h, coletados a cada 6h são detalhados, conforme Figura 3.

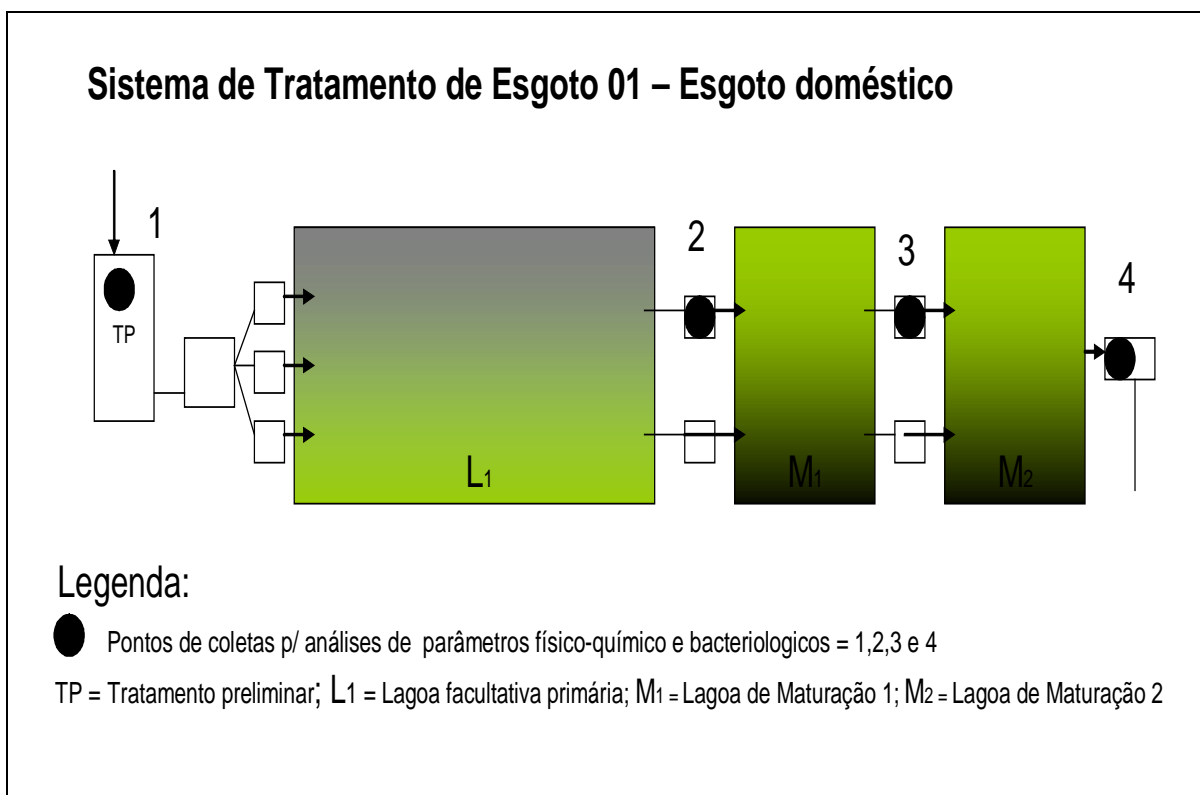


Figura 3: Detalhe da ETE Passagem de Pedras – Mossoró/RN.

A Figura 4, mostra a ETE Passagem de Pedras em funcionamento.



Figura 4: Vista da ETE Passagem de Pedras em funcionamento (A) e o novo sistema sendo construído (B).

As características da ETE Passagem de Pedras, está sintetizada na Tabela 1.

Tabela 1: Características da ETE Passagem de Pedras - Mossoró/RN

Lagoa	Comp. (m)	Larg. (m)	Prof. (m)	TDH (dias)
Facultativa	100,00	80,00	2,00	21,00
Maturação 1	40,00	80,00	1,80	5,00
Maturação 2	40,00	80,00	1,80	5,00

Os procedimento de coleta, obedeceram a um perfil de 24h, coletadas amostras em 4 pontos, conforme detalha a Figura 3, num intervalo de 06 horas. As amostras foram fixadas com lugol. Para a análise qualitativa, a amostra foi coletada diretamente do ambiente, uma vez que o mesmo encontrava-se altamente eutrofizados. Para a análise qualitativa (composição) de fitoplâncton: as populações foram identificadas, sempre que possível, utilizando técnicas apropriadas para análise das características morfológicas e morfométricas, com microscópio óptico, mas neste trabalho usamos o microscópio invertido olympus CKX 41, dotado com contraste de fase, filtros e equipamento fotográfico. Os sistemas de classificação adotados para as cianobactérias foram o de Komárek & Anagnostidis (1998) para o grupo Chroococcales, Anagnostidis & Komárek (2005) para Oscillatoriales e Komárek & Anagnostidis (1989) para Nostocales. Para as demais classes do fitoplâncton foram utilizadas as obras de Round (1971) para clorofíceas, Simonsen (1979) para diatomáceas e Bourrelly (1981, 1985) para outros grupos.

VARIÁVEIS ANALISADAS

Conforme detalha a Tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros físico - químico e bacteriológico, métodos usados e referências.

Parâmetros	Métodos	Referência
DBO	Frascos padrões	APHA et. al. (1998)
DQO	Refluxação fechada	APHA et. al. (1998)
Sólidos Sedimentáveis	Gravimétrico	APHA et. al. (1998)
Coliformes Termotolerantes	Membrana de filtração	APHA et. al. (1998)
<i>Clorofila a</i>	Extração por metanol	APHA et. al. (1998)
<i>Cor</i>	mgPt/L	APHA et. al. (1998)

RESULTADOS

Os resultados obtidos durante o perfil são os mostrados no Quadro 1.

Quadro 1 – Resultado do Perfil de 24h na ETE Passagem de Pedras – Mossoró/RN.

Nº Amostra	Hora	Ponto	pH	T(°C)	OD (mg/L)	SD (mg/L)	COR	CL "a" (µg/L)
1588	10:00	Esgoto bruto	7,35	30	-	0	243,0	-
1589	10:00	Efluente da lagoa facultativa	8,03	29	5,8	1,4	249,0	830,3
1590	10:00	Efluente da lagoa de maturação 1	10,60	28	11,0	0	135,0	1354,8
1591	10:00	Efluente da lagoa de maturação 2	9,89	28	13,7	0	103,0	1771,9
1592	14:00	Esgoto bruto	7,33	30	-	0	270,0	-
1593	14:00	Efluente da lagoa facultativa	7,91	28	3,5	0	229,0	960,5
1594	14:00	Efluente da lagoa de maturação 1	10,57	28	13,0	0	149,0	1030
1595	14:00	Efluente da lagoa de maturação 2	9,99	29	12,3	0,2	98,0	446,6
1596	18:00	Esgoto bruto	7,42	27	-	0	273,0	-
1597	18:00	Efluente da lagoa facultativa	7,92	27	2,0	0,5	253,0	967,1
1598	18:00	Efluente da lagoa de maturação 1	10,33	27	7,0	0,1	159,0	1096
1599	18:00	Efluente da lagoa de maturação 2	9,89	27	8,2	0	100,0	1567,8
1600	22:00	Esgoto bruto	7,37	25	-	0	298,0	-
1601	22:00	Efluente da lagoa facultativa	8,00	26	1,9	0,7	226,0	663,3
1602	22:00	Efluente da lagoa de maturação 1	10,42	25	5,8	0	101,0	1616,7
1603	22:00	Efluente da lagoa de maturação 2	9,72	25	6,3	0	89,0	1796,6

1604	02:00	Esgoto bruto	7,42	25	-	0	264,0	-
1605	02:00	Efluente da lagoa facultativa	7,90	25	-	0,2	242,0	1029
1606	02:00	Efluente da lagoa de maturação 1	10,27	25	2,3	0	180,0	1438,9
1607	02:00	Efluente da lagoa de maturação 2	9,68	25	3,5	0	108,0	2138,5
1608	06:00	Esgoto bruto	7,40	25	-	0	234,0	-
1609	06:00	Efluente da lagoa facultativa	7,93	26	-	0,2	235,0	689,7
1610	06:00	Efluente da lagoa de maturação 1	10,20	25	2,4	0	136,0	1627,6
1611	06:00	Efluente da lagoa de maturação 2	9,64	25	3,6	0	97,0	2635,5

Para os parâmetros analisados, temos as seguintes discussões acerca dos resultados encontrados:

- a) pH : Em todas as séries de lagoas e nos horários de coletas realizados, viu-se um crescimento no valor do pH, isto decorre do crescimento algal, ao longo dos reatores, embora o pico no valor do valor pH, deu-se nas lagoas de maturação 01.
- b) OD: Com o crescimento algal, ao longo dos reatores a tendência normal é que o oxigênio dissolvido aumente também, fato este encontrado em todos os reatores e nos intervalos estudados.
- c) T: A temperatura das lagoas sofreu pequenas variações no sistema, apresentando amplitudes de 25°C a 30°C, com maior valor para o esgoto bruto. O valor médio, está em conformidade com a temperatura da região litorânea do Brasil, que é entre 26°C a 29°C.
- d) Cor: Como trata-se de um sistema de tratamento de esgoto por processo puramente natural, o que demanda um excesso de crescimento de algas, a remoção de cor é quase insignificante, o que requer um tratamento a nível terciário para uma melhor remoção.
- e) SD: As lagoas de estabilização são eficientes na remoção de sólidos sedimentáveis, fato este comprovado ao longo dos reatores.
- f) Clorofila a: A clorofila-*a* é o único pigmento fotossintético comum a todos os grupos de algas, e pode ser um bom representante da abundância total dos organismos fotossintéticos. Os valores de Clorofila- *a* variaram de 446,6µg/L a 2635,5 µg/L. Sendo observados os maiores valores nas lagoas de maturação, onde o crescimento algal é maior, consequentemente a sua biomassa (Clorofila *a*) também.

No que refere-se a composição algal presente nas lagoas da ETE Passagem de Pedras, o Quadro 2, sintetiza as informações obtidas e a Figura 5, mostra os principais tipos de algas encontradas nos reatores.

O tipo encontrado em todos os reatores avaliados e nos horários de coletas realizados foram a do gênero *Microcystis sp* e, as menos encontradas foram as do gênero *Chlamydomonas sp* e *Coelastrum sp* e *Golenkinia sp*. Houve um pico de *Planktotrix sp* no ponto 4 as 10:00 horas.

Quadro 2 – Composição algal nos reatores da ETE Passagem de Pedras – Mossoró/RN.

		Ponto 2						Ponto 3						Ponto 4					
	Gêneros identificados	10h	14h	18h	22h	02h	06h	10h	14h	18h	22h	02h	06h	10h	14h	18h	22h	02h	06h
Cianobactérias	<i>Aphanocapsa</i> sp.		x	x	x		x		x	x	x				x	x			x
	<i>Chroococcales</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Chroococcus</i> sp.			x	x	x	x						x	x					
	<i>Geitlerinema</i> sp.	x	x	x	x	x			x	x	x				x			x	
	<i>Microcystis</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Planktothrix</i> sp.	x	x										x	x	x	x	x	x	
	<i>Pseudanabaena</i> sp.	x			x	x	x		x			x	x		x		x		x
Diató.	<i>Cyclotella</i> sp.			x	x	x			x										
	<i>Navicula</i> spp.			x	x	x													x
	<i>Nitzschia</i> sp.	x	x	x	x	x	x		x	x									
Clorófitas	<i>Chlorella</i> sp.	x	x	x	x	x				x		x	x						x
	<i>Coelastrum</i> sp.		x		x														
	<i>Golenkinia</i> sp.											x				x		x	
	<i>Monoraphidium</i> spp.				x	x	x	x		x	x				x			x	x
	<i>Scenedesmus</i> sp.		x	x					x						x	x			x
	<i>Oocystis</i> sp.	x					x												
	<i>Chlamydomonas</i> sp.				x	x													
Eugleno.	<i>Euglena</i> sp.	x						x								x			
	<i>Phacus</i> sp.	x	x					x		x	x	x					x		
	<i>Trachelomonas</i> sp.						x			x						x	x		
	Ponto 2 = Efluente da Lagoa Facultativa. Passagem das Pedras - Mossoró																		
	Ponto 3 = Efluente da Lagoa de maturação I - Passagem das Pedras - Mossoró																		
	Ponto 4 = Efluente da Lagoa de maturação II - Passagem das Pedras - Mossoró																		

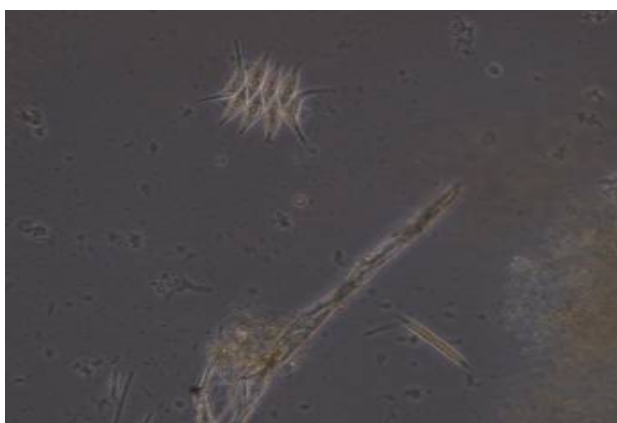


Foto 01 - *Scenedesmus* sp .

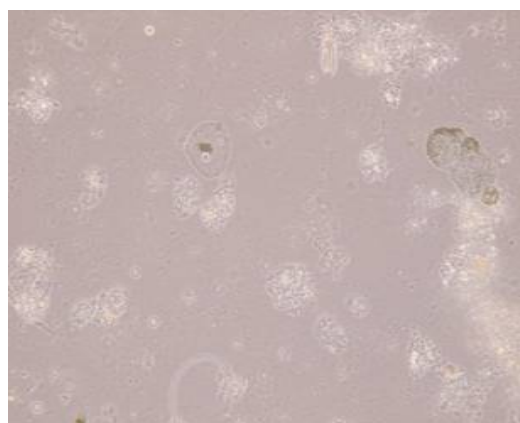


Foto 02 - *Microcystis* sp



Foto 03 - *Microcystis* sp. e *Pediastrum* sp.

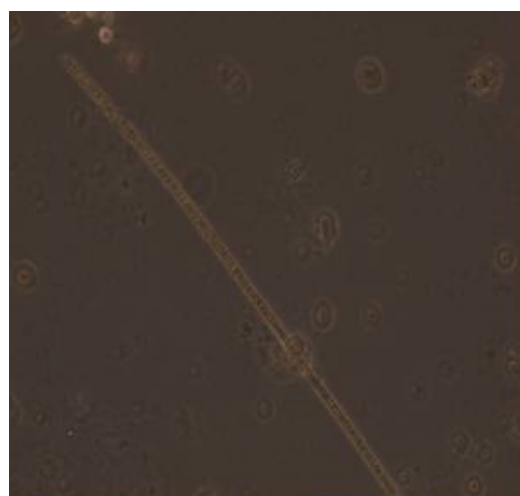


Foto 04 – *Oscillatoria* sp.

Figura 5: Principais gêneros de algas encontradas na ETE Passagem de Pedras – Mossoró/RN.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A ETE Passagem de Pedras encontra-se com adequada operação e com os parâmetros analisados, dentro dos padrões aceitáveis para esse tipo de tratamento de esgoto por processos puramente natural.

No que refere-se as algas, temos as seguintes considerações:

As cianobactérias (*Cyanophyceae*) são consideradas como organismos comuns em todas as estações e climas, apesar de serem sensíveis às mudanças abruptas, ainda que pequenas. Sua habilidade para estocar fósforo na forma de polifosfato e de fixar nitrogênio atmosférico permite que sobrevivam em águas de variados estados tróficos e mantenham seu crescimento durante períodos posteriores à deficiência desses nutrientes. Os distúrbios que provocam alteração do ambiente podem resultar em impactos neste grupo. Assim, é necessário duração da estabilidade do ambiente para o sucesso e domínio da classe *Cyanophyceae*. Sendo este os gêneros mais encontrados nos reatores da referida ETE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE NETO, C. O. Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários: experiência brasileira. Rio de Janeiro: ABES, 1997.
2. APHA et al.. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18. ed. New York : Public Health Association Inc, 1998.
3. FORERO, R. S. Lagunas de estabilización y otros sistemas simplificados para el tratamiento de aguas residuales. 2. ed. Lima: CEPIS, 1985.
4. KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokariota. Jena, Stuttgart: Süßwasserflora von Mitteleuropa, 1998. 548 p
5. SILVA FILHO, P. A . Diagnostico operacional de lagoas de estabilização. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Departamento de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.
6. TALBOYS, A. P. Lagunas de estabilización en américa latina. Lima: CEPIS, 1971