

## **AVALIAÇÃO DO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DO SISTEMA DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE MARACANAÚ E DAS SUAS POTENCIALIDADES DE REÚSO**

**Tiago DANTAS (1); Reinaldo FONTES (2); Kelly RODRIGUES (3); Glória MARINHO (4); Ana Karine P. VASCONCELOS (5);**

- (1) Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, e-mail: [tiago\\_lima86@hotmail.com](mailto:tiago_lima86@hotmail.com)
- (2) Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, e-mail: [reinaldo77\\_fontes@yahoo.com.br](mailto:reinaldo77_fontes@yahoo.com.br)
- (3) Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, e-mail: [kelly@cefetce.br](mailto:kelly@cefetce.br)
- (4) Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, e-mail: [gloriamarinho@cefetce.br](mailto:gloriamarinho@cefetce.br)
- (5) Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, e-mail: [karine@cefetce.br](mailto:karine@cefetce.br)

### **RESUMO**

A escassez de água e o contínuo crescimento populacional, sobretudo em áreas urbanas, têm levado ao desenvolvimento de soluções mais sustentáveis. Nesse contexto, o reúso de águas, surge como ferramenta para o gerenciamento dos recursos hídricos, além da minimização da poluição hídrica. Este trabalho avaliou o tratamento de esgoto, doméstico e industrial, do Sistema Integrado do Distrito Industrial de Maracanaú-Ce, através do sistema australiano de lagoas de estabilização, além de aferir a sua potencialidade para reúso. Foram coletadas, semanalmente, amostras afluentes e efluentes do sistema, nos meses de agosto e setembro de 2007. Em seguida, foram analisadas as seguintes variáveis físico-químicas: pH, e sólidos totais, fósforo total (PT), amônia, nitrito, oxigênio dissolvido (OD) e Demanda Química de Oxigênio (DQO). Dentre os resultados encontrados destaca-se: o valor de pH que apresentou, média de 8,3, portanto de acordo com a legislação em vigor; os resultados de PT se apresentaram bastantes irregulares durante o tempo de estudo, sugerindo que existiu um aporte considerável de nutrientes no sistema; os valores encontrados para DQO confirmam o fato, pois observou-se picos de até 1046 mg O<sub>2</sub>/L, na lagoa anaeróbia. Sendo a remoção de matéria orgânica inferior a 70%; além disso, o nível de OD, não atende aos padrões da legislação vigente, que é de 5 mg/L O<sub>2</sub>; o sistema apresenta deficiência também na remoção de compostos nitrogenados, provavelmente por estar operando em sobrecarga. Com relação à capacidade de reúso conclui-se que o efluente, em questão, apresentou a possibilidade para fins não potáveis, tais como: regas de jardins residenciais, reservas contra incêndios, lavagem de veículos e irrigação de parques.

**Palavras-chave:** reúso de águas, lagoas de estabilização, município de Maracanaú.

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais mais preciosos no mundo. Caracterizada como fonte da vida, apresenta valor sócio-econômico e ambiental incalculável, sendo utilizada para produção de alimentos, produção industrial, dessedentação de animais, regulação da temperatura, meio de transporte, bem como para disposição final de efluentes industriais e domésticos.

Segundo von Sperling (1996), a distribuição de água no planeta está assim efetuada: água do mar com 97%, geleiras com 2,2% e água doce com 0,8%. Sendo que, desse total de água doce, 97% corresponde à água subterrânea e somente 3% corresponde à água superficial. Esses valores nos mostram, com clareza, a importância de preservar os recursos hídricos, evitando a contaminação dessa pequena parte que temos disponível.

Um dado alarmante é que esses 3% que temos disponíveis, encontram-se mal distribuídos (VON SPERLING, 1996). Como exemplo, podemos citar o Brasil, país de dimensões continentais, o qual possui uma grande quantidade de mananciais na região Norte, enquanto a região Nordeste enfrenta sérios problemas com o a distribuição de água.

A qualidade da água que consumimos, a cada dia torna-se menor, visto a baixa infra-estrutura de saneamento básico do Brasil somado à ganância de alguns grandes grupos empresariais que visam o lucro indiscriminado e não a manutenção do meio ambiente. Deste modo, o tratamento que poderia ser dado a efluentes industriais é deficitário ou inexistente levando a um sério grau de eutrofização dos corpos aquáticos onde este esgoto é lançado.

Considerando a escassez de água no planeta, a tecnologia do reúso vem se firmando como uma ferramenta de remediação desta problemática. Águas que já foram usadas anteriormente, em processos mais nobres (higiene pessoal, lavagem de roupas, etc.), podem ser utilizadas na irrigação, no resfriamento de máquinas, na aquíicultura ou nos recursos paisagísticos, reduzindo os desperdícios e dando mais vida útil as nossas reservas de água potável.

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece a classificação dos corpos aquáticos de água doce como: *Classe Especial* (usada após simples desinfecção), *Classe I* (usada após tratamento simplificado), *Classe II* (utilizada após tratamento convencional), *Classe III* (pode ser usada após tratamento convencional ou avançado) e *Classe IV* (não é utilizada para consumo humano).

Segundo Santiago (1999), a reutilização de águas residuárias minimiza o impacto da poluição nas águas superficiais, conservando fontes de água de maior valor, e, fazendo uso dos nutrientes contidos nessas águas para crescimento de plantas. Além de mobilizar a crescente conscientização ambiental na sociedade.

O município de Maracanaú faz parte da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) e possui uma população em torno de 200 mil habitantes, conforme o censo de 2007. Maracanaú sofreu um grande crescimento populacional, devido principalmente à construção de conjuntos habitacionais que, em sua maioria, recebe a classe trabalhadora de Fortaleza, expulsa pela falta de infra-estrutura urbana, sendo forçada a se abrigar na periferia do Distrito Industrial. Com esse crescimento populacional a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) foi criada para tratar o esgoto dos conjuntos habitacionais e indústrias, lançando seu despejo no Rio Maranguapinho.

Destarte essa pesquisa vem auxiliar a compreensão do sistema de lagoas de estabilização do município Maracanaú, avaliando o tratamento de esgoto e as potencialidades de reúso.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Tratamento de Água Residuária

Segundo von Sperling (1996), os processos biológicos repetem os processos naturais que acontecem em um corpo aquático após o lançamento de despejos. No corpo d'água a matéria orgânica (MO) é transformada em produtos mineralizados inertes por mecanismos naturais, sendo caracterizada assim a *autodepuração*. Em uma ETE, os mesmos fenômenos básicos ocorrem, diferindo, no caso, pela introdução de tecnologia. O

objetivo desta é fazer com que a *depuração* ocorra em condições controladas - controle da eficiência - e em taxas mais elevadas - de forma mais compacta.

Uma forma de tratamento de esgotos que se tornou popular em virtude de seus baixos custos de investimento e operacional é o sistema de *lagos de estabilização*, as quais têm a capacidade de absorver flutuações de cargas orgânicas e hidráulicas, aliada à efetiva remoção de microrganismos patogênicos, redução da carga orgânica e nutrientes (nitrogênio e fósforo). As lagoas de estabilização possuem diversas variantes, como: lagoas facultativas, anaeróbias facultativas, aeradas facultativas e aeradas de mistura completa. O mais comum é *Sistema Australiano*, formado por uma lagoa anaeróbia, uma facultativa e uma de maturação.

A *lagoa anaeróbia*, com profundidade da ordem de 4m a 5m, é utilizada para o tratamento de esgotos domésticos e despejos industriais predominantemente orgânicos. A estabilização da MO é mais lenta, já que as bactérias anaeróbias se reproduzem numa taxa vagarosa, por isso possuem uma eficiência na remoção da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) de 50% a 60%. A *lagoa facultativa* é a variante mais simples do sistema de lagoas de estabilização. Com cerca de 1,5m a 3m de profundidade caracteriza-se por uma camada superficial aeróbia, uma camada intermediária facultativa e uma camada mais profunda anaeróbia. A natureza do processo é lenta, necessitando de Tempos de Detenção Hidráulica (TDH) longos para que as reações completem-se, implicando em grandes requisitos de área. Já a *lagoa de maturação* possibilita um polimento no efluente de qualquer sistema de tratamento de esgotos. Com profundidade entre 0,8m e 1,5m o objetivo principal consiste na remoção de patógenos, atingindo elevadíssima eficiência, com até 99,99%, na remoção de coliformes e eliminação total de helmintos e cistos. (VON SPERLING, 1996).

## **2.2. Remoção de Nutrientes**

### **2.2.1. Fósforo**

O fósforo aparece em águas naturais devido principalmente as descargas de esgotos sanitários, acarretando desequilíbrios ao meio ambiente. A principal fonte de fósforo são os detergentes superfosfatados empregados em larga escala domesticamente. Alguns efluentes industriais apresentam fósforo em grandes quantidades. As águas drenadas em áreas agrícolas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais. (PIVELI, 1997).

Vasconcelos (2005) destaca que na ETE um dos principais mecanismos para remoção de fósforo se dá por assimilação, medida pela ação dos microrganismos e controle do pH.

### **2.2.2 Nitrogênio**

Segundo Amabis & Martho (2002), na natureza o ciclo do nitrogênio consiste na passagem do elemento nitrogênio de substâncias inorgânicas do ambiente para moléculas orgânicas constituintes dos seres vivos, e vice-versa.

O mecanismo de remoção do nitrogênio em lagoas de estabilização mais importante é a volatilização da amônia, ou seja, o desprendimento da amônia para a atmosfera. Este mecanismo tende a ter mais relevância em *lagos de maturação*, em função da sua profundidade reduzida, e conseqüente atividade fotossintética ao longo de toda a coluna d'água, freqüentemente atingem valores de pH bastante elevados (VON SPERLING, 1996).

## **2.3 Remoção de Matéria Orgânica**

MO é toda a substância pertinente ou própria dos compostos de carbono, contrapondo-se à matéria inorgânica, que é relativo aos compostos de qualquer elemento, exceto carbono. Ela pode ser determinada através de parâmetros indiretos, como a Demanda Química de Oxigênio (DQO) e a DBO, e removida, principalmente, no tratamento de nível secundário.

A decomposição da MO ocorre pela ação das bactérias presentes no próprio efluente, transformando-se em substâncias estáveis, ou seja, as substâncias orgânicas insolúveis dão origem a substâncias inorgânicas solúveis. Havendo oxigênio dissolvido, são as bactérias aeróbias que promovem a decomposição. Na falta do oxigênio, a decomposição é feita por bactérias anaeróbias. A atuação microbiana principia-se no próprio sistema de coleta e interceptação de esgotos, e atinge seu máximo na estação de tratamento (BORSOI *et al*, 1997).

## 2.4 Reúso de Águas

Reúso de água é um conceito criado pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 1958. Ele é uma ferramenta integrante de um plano de uso racional da água e do gerenciamento dos recursos hídricos. Essa tecnologia na agricultura data de cerca de 5000 anos atrás, na Grécia. Além deste, vários outros países relatam esta técnica. Em 1987, Calcutá era a cidade que apresentava maior superfície de tanques para o cultivo de peixes alimentados com esgotos brutos: cerca de 3000 ha produzindo 4 a 9 t/ha.dia de peixe que abastecia o mercado local (ARAÚJO, 2000).

De acordo com a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), por motivos de praticidade e facilidade, o reúso pode ser classificado em duas categorias, *potável* e *não potável* (Kreutz, 2006).

O *reúso potável* se subdivide em: *reúso potável direto*, que ocorre quando o esgoto restaurado, por meio de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável; o *reúso potável indireto* ocorre quando o esgoto, após tratamento, é disposto na coleção hídrica para diluição, purificação natural, seguido de captação para só então ser reutilizado, como água potável. O *reúso não potável* está assim classificado: *fins agrícolas, industriais, domésticos, recreacionais, manutenção de vazões de cursos d'água, aquíicultura e recarga de aquíferos*.

Kreutz (2006), diz que ao invés de ser dada ênfase para a busca de soluções para os problemas de poluição após os mesmos já terem sido criados, ou lançados no ambiente aquático, que é o usual, devem-se lançar alternativas que visem evitar que a poluição seja gerada, eliminando-se a necessidade de adoção de métodos para o seu controle, bem como a possibilidade de ocorrência de qualquer efeito adverso aos seres humanos e ao meio ambiente.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1. Caracterização da Área de Estudo

Maracanaú localiza-se no Estado do Ceará (3°52'37"S e 38°37'33"W, a 48m do nível do mar), Nordeste do Brasil, fazendo parte da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), distante 20 km, em linha reta, do centro da capital do Estado e fazendo fronteira com os municípios de Caucaia, Maranguape, Pacatuba, Itaitinga e Fortaleza.

Dados da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) afirmam que a ETE de Maracanaú é formada por uma série de cinco lagoas de estabilização, sendo a primeira anaeróbia (38.850m<sup>2</sup> e 4,5m de profundidade), a segunda facultativa (199.500m<sup>2</sup> e 2,5m de profundidade) e as três últimas de maturação (165.900m<sup>2</sup> e 1,5m de profundidade, cada uma), abrangendo uma área de 82 há.

Segundo a prefeitura do município (2007), o SIDI recebe, por sistemas distintos, o esgoto doméstico proveniente de sete conjuntos habitacionais (Timbó, Jereissate I e II, Novo Maracanaú, Acaracuzinho, Novo Oriente e Conjunto Industrial) e o despejo industrial, oriundo de setenta e cinco indústrias (têxteis, bebidas, alimentos, curtumes, papel etc.).

### 3.2. Coleta e análise de efluentes

Na análise de campo (laboratorial) foram realizadas coletas afluente e efluente semanalmente, no período de 07/08/2007 à 18/09 do mesmo ano, no turno da manhã. As análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia Ambiental (LATAM), do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará (CEFETCE). Os parâmetros estudados foram: pH, Oxigênio Dissolvido (OD), DQO, Amônia, Nitrito, Fósforo Total (PT) e Sólidos Suspensos (ST), de acordo com os padrões estabelecidos pelo Standard Methods (APHA, 1995).

#### 4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos das determinações físico-químicas do afluente e efluente no período de avaliação, de acordo com análise estatística.

**Tabela 1 - Análise estatística com valor mínimo, máximo, média e desvio padrão.**

Parâmetros	Unidade	Nº de amostras	Afluente			Efluente		
			Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
<b>pH</b>	-	7	7,2	8,05	7,51 ± 0,27	8,05	8,61	8,31 ± 0,16
<b>PT</b>	mg P/L	7	4,17	187,99	60,27 ± 68,27	4,64	126,99	54,74 ± 57,06
<b>NH<sub>3</sub></b>	mg NH <sub>3</sub> -N/L	7	2,35	5,18	3,8 ± 0,9	1,4	3,09	2,89 ± 0,14
<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	mg NO <sub>2</sub> /L	7	NDM*	0,14	0,06 ± 0,15	NDM	0,1	0,04 ± 0,08
<b>OD</b>	mg/L O <sub>2</sub>	7	0,7	2,28	1,53 ± 0,52	0,7	2,18	1,51 ± 0,53
<b>DQO</b>	mg O <sub>2</sub> /L	7	206	1046	694 ± 263	95	360,7	229 ± 92,3
<b>ST</b>	mg/L	7	10,2	5369	2374,4 ± 2067,5	313	9294	3912,1 ± 3219,4

\*NDM - Não Detectado pelo Método

##### 4.1. pH

De acordo com a Figura 1, observa-se que os valores médios de pH no afluente e efluente da ETE foram, respectivamente, 7,52 e 8,31.

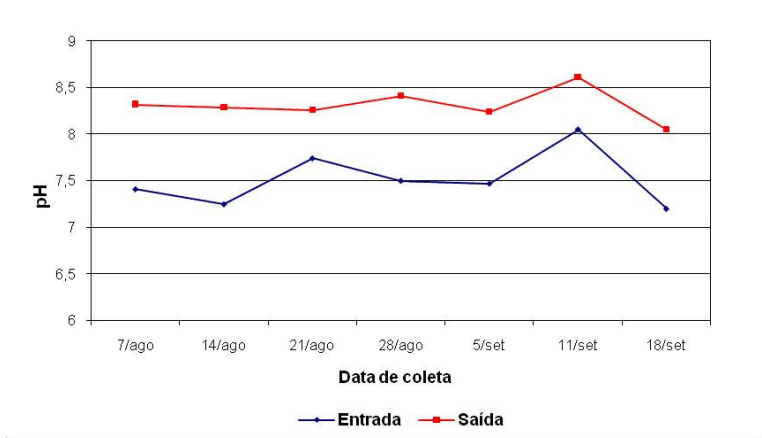


Figura 1 - Variação do pH do afluente e efluente da ETE do SIDI de Maracanaú, em 2007.

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água, diretrizes ambientais para o seu enquadramento e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, o padrão de lançamento de efluente de qualquer fonte poluidora, direta ou indiretamente, nos corpos aquáticos o pH deve possuir pH no interregno de 5,0 a 9,0. Portanto o efluente atende aos padrões estabelecidos.

#### 4.2. Fósforo Total

Os resultados da análise de fósforo total podem ser observados na Figura 2. Com valores afluentes oscilando entre 4,17 mg P/L e 187,99 mg P/L, e média de 60,3 mg P/L. Já o efluente apresentou o mínimo de 4,64 mg P/L e máximo de 126,99 mg P/L, com média de 54,7 mg P/L, com acréscimo de fósforo no sistema a partir do dia 28/08/2007.

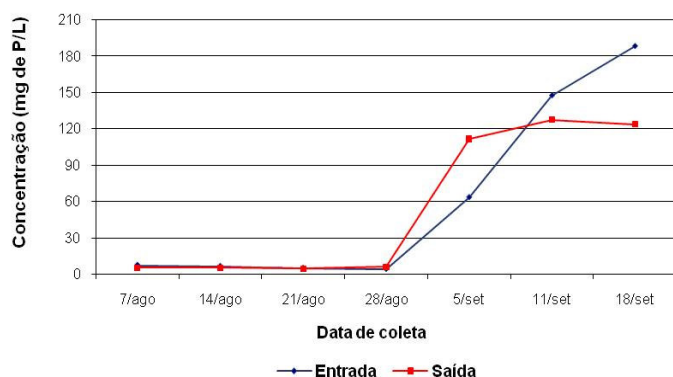


Figura 2 - Variação do pH do afluente e efluente da ETE do SIDI de Maracanaú, em 2007.

Ao relacionarmos os resultados obtidos com padrões estabelecidos na legislação em vigor para descarte de efluentes, CONAMA nº 357/2005, observou-se a grande discrepância, já que os mesmos extrapolam o padrão para ambientes lóticos em pelo menos 6.000 vezes, sugerindo um aporte considerável de nutrientes a ponto de não ser removido pelo tratamento o que favoreceu processo de eutrofização.

#### 4.3. Amônia

Na figura 3 encontra-se a distribuição temporal das concentrações de amônia afluente e efluente. Observa-se que o valor médio do afluente e efluente foi, respectivamente 3,8 mg  $\text{NH}_3\text{-N/L}$  e 2,46 mg  $\text{NH}_3\text{-N/L}$ . A remoção média no sistema foi de 64%, chegando até 79%.

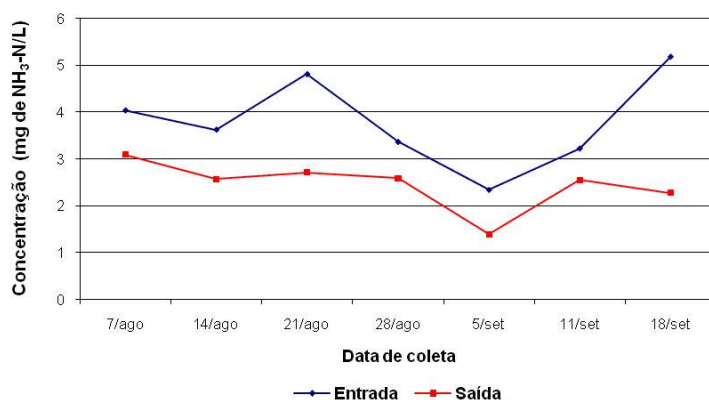


Figura 3 - Variação de amônia do afluente e efluente da ETE do SIDI de Maracanaú, em 2007.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que para corpos d'água de Classe II que tenham  $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$ , devem ter uma quantidade de nitrogênio amoniacal total de até 2,0 mg  $\text{NH}_3\text{-N/L}$ . Logo o sistema em estudo apresenta uma quantidade superior à apontada na legislação vigente.

#### 4.4. Nitrito

O valor máximo do afluente e do efluente foram respectivamente de 0,14 mg NO<sub>2</sub>/L e 0,1mg NO<sub>2</sub>/L, enquanto que os valores mínimos não foram detectados pelo método. Os valores médios de afluente e efluente foram 0,06 mg NO<sub>2</sub>/L e 0,04 mg NO<sub>2</sub>/L, respectivamente, conforme mostrado na Figura 4.

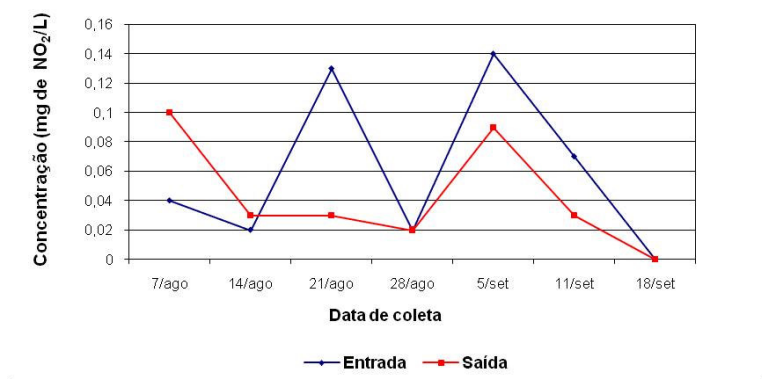


Figura 4 - Variação de nitrito do afluente e efluente da ETE do SIDI de Maracanaú, em 2007.

A irregularidade dos valores de nitrito sugere a possibilidade de um aporte de formas nitrogenadas no sistema. Silva (1994) assegura que a baixa concentração de bactérias nitrificantes somada a falta de suporte para fixação, tornam a nitrificação, em lagoas de estabilização, desprezível.

#### 4.5. Oxigênio Dissolvido

Observou-se na Figura 5 que o valor médio afluente de OD é 1,53 mg/L O<sub>2</sub>, enquanto que a média efluente é de 1,51 mg/L O<sub>2</sub>, portanto não atende ao padrão CONAMA nº 357/2005 para corpos hídricos Classe II, que deve ser maior que 5 mg/L O<sub>2</sub>.

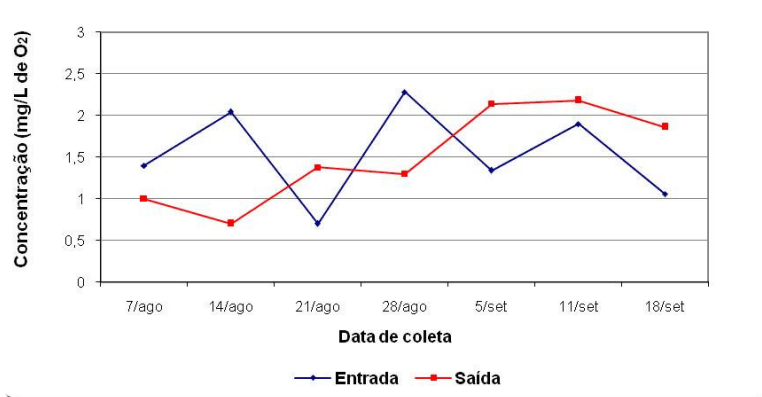


Figura 5 - Variação de OD do afluente e efluente da ETE do SIDI de Maracanaú, em 2007.

Segundo Costa & Marques (2005), o oxigênio da água provém de duas fontes principais: assimilação fotossintética e atmosfera. A ação de processos oxidativos como a respiração dos organismos animais e vegetais, e a decomposição de substâncias orgânicas, por atividade biológica ou química, podem ocasionar desde a diminuição do teor de oxigênio na água, até seu completo desaparecimento. Um aporte de carga orgânica, muito elevado, pode ter levado ao desequilíbrio do sistema.

#### 4.6. DQO

Conforme a Figura 6, a média de DQO afluente é de 694 mg O<sub>2</sub>/L, com variação entre 206 mg de O<sub>2</sub>/L e 1046 mg O<sub>2</sub>/L. Em contrapartida, o valor médio efluente é de 229 mg O<sub>2</sub>/L. A remoção média ficou em torno de 33%, chegando a atingir a marca de 89,9%.

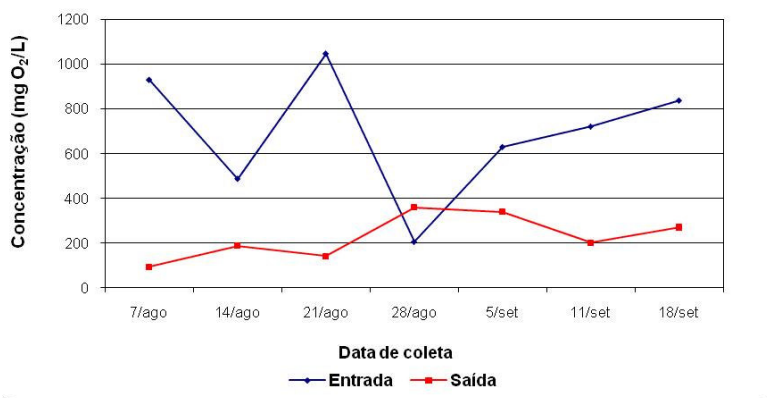


Figura 6 - Variação de DQO do afluente e efluente da ETE do SIDI de Maracanaú, em 2007.

A Resolução CONAMA 357/05 não cita limite para de lançamento para DQO. Entretanto utilizando como norteador a portaria 154/2002 da Superintendência de Meio Ambiente do Ceará (SEMACE), que estabelece o valor de 200mg O<sub>2</sub>/L de DQO para lançamento, verificamos que o efluente lançado no Rio Maranguapinho não atende as normas ambientais estabelecidas em nosso Estado.

Scalizi (2003) afirma que a relação de DBO<sub>5</sub>/DQO é de 7,5%. Pode-se inferir, então, que o valor médio efluente de DBO<sub>5</sub> do SIDI de Maracanaú é de 17,2 mg O<sub>2</sub>/L, estando fora do padrão vigente, que é menor ou igual a 5 mg O<sub>2</sub>/L.

#### 4.7. Sólidos Totais

Os resultados de sólidos totais se apresentaram bastante irregulares, com uma concentração média afluente de 2374,4 mg/L e uma média efluente de 3912,1 mg/L, conforme podemos observar na Figura 7.

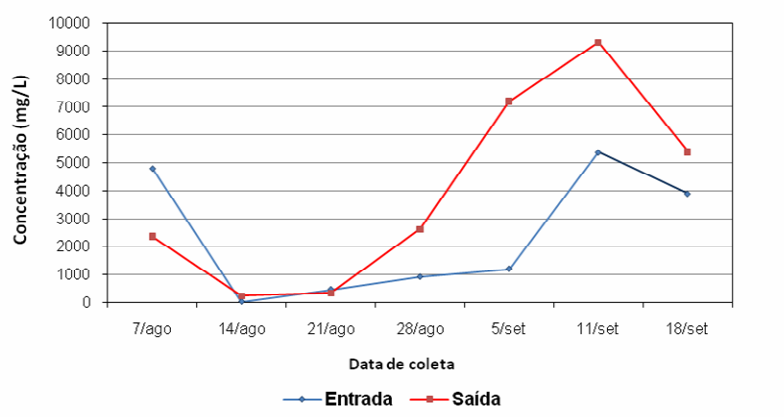


Figura 7 - Variação de ST do afluente e efluente da ETE do SIDI de Maracanaú, em 2007.

Segundo Ide (1998), o aumento de sólidos no efluente da ETE pode ser atribuído ao excesso de lodo na lagoa anaeróbia, provocando assoreamento das lagoas e redução na eficiência do tratamento.



## 5. CONCLUSÃO

- Os valores de pH encontram-se satisfatórios para o processo de tratamento empregado; o fósforo total está acima dos limites estabelecidos pela legislação vigente em até 6.000 vezes; o efluente final possui um considerável aumento no teor de substâncias nitrogenadas parcialmente oxidadas; o teor de OD na saída do efluente final está muito abaixo do esperado; Há um excesso no aporte de MO, medido na forma de DQO, no sistema; A lagoa anaeróbia está com excesso de lodo, provocando diminuição da eficiência do processo de tratamento.
- A ETE apresentou uma remoção próxima ao ideal, de MO e compostos nitrogenados.
- O efluente apresentou a possibilidade de reúso não potável, como: fins industriais, fins domésticos, irrigação de parques, enchimentos de lagos ornamentais, manutenção da vazão de cursos d'água. O ideal é uma análise mais detalhada do processo de nitrificação, pois no presente trabalho não foi realizado a análise de nitrato, logo não pode ser entendida por completo a oxidação do nitrogênio. É necessária, também, análise microbiológica e de metais pesados, para saber a real ação da lagoa de maturação e, posteriormente, para que fins essa água pode ser usada como potável.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMABIS, J. M. & MARTHO, G. R. **Fundamentos da Biologia Moderna** / José Mariano Amabis, Gilberto Rodrigues Martho. – 3. Ed. São Paulo: Moderna, 2002.

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19a edição. Washington: American Public Health Association, 1995.

ARAÚJO, L. F. P. **Reúso, com lagoas de estabilização, potencialidade no Ceará** / Lúcia de Fátima Pereira Araújo – Fortaleza: SEMACE, 2000. 132p.: il.

BORSOI, Z., CAMISÃO, M. L., LANARI, N., TORRES, S., GOMES, S. M. **Tratamento de esgoto: Tecnologias acessíveis**. Novembro, 1997. Informe Infra-Estrutura nº 16, Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br>>. Acesso em: 24/08/2007.

Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) disponível em: <<http://www.cagece.com.br>> acesso em: 29/08/2007.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 357/2005: disposições sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras**. Diário Oficial da União, n 148, p 63–65, Brasília, 2005.

COSTA, W. & MARQUES, M. B. **Avaliação preliminar da qualidade da água do Arroio Madureira e efluentes**. Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng., Ponta Grossa, **12** (1): 15-22, abr. 2006.

IDE, C. N. **Reuso de efluentes de lagoas de estabilização na produção de biomassa verde**. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1998.

KREUTZ, C. **Avaliação do consumo e das potencialidades de reúso da água em processo de uma agroindústria de vegetais**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2006.

PIVELLE, R. P. **Qualidade das Águas**. Manual de análises de físico-químicas de águas. São Paulo, 1997.

Prefeitura Municipal de Maracanaú. Disponível em: < <http://www.maracanau.ce.gov.br> > acesso em 29/08/2007.

SCALIZE, P. S. **Correlação entre os valores de DBO e DQO no afluente e efluente de duas ETEs da cidade de Araraquara.** Araraquara, 2003.

SILVA, F. J. A. da. **Estudo do ciclo do nitrogênio em lagoas de estabilização tratando esgotos domésticos no Nordeste do Brasil.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1994.

Superintendência de Meio Ambiente do Ceará (SEMACE). **Portaria nº. 154/2002: disposições sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras.** Diário Oficial do Estado, série 2, ano V, n. 148, p. 63–65, Fortaleza, 07 de agosto de 2002.

VASCONCELOS, A. K. P. **Tratamento de esgoto doméstico por infiltração subsuperficial no solo associado à produção de feijão [Vigna unguiculata (L.) Walp] e milho [Zea mays].** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Introdução a qualidade da águas e ao tratamento de esgotos.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 1996.