

RELAÇÃO DQO/DBO₅ EM CONTRASTE A RELAÇÃO DBO_U/DBO₅ COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE DEGRADAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM UM SISTEMA DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO NO NORDESTE DO BRASIL.

Letícia Lacerda Freire⁽¹⁾

Bacharelanda em Engenharia Ambiental pelo IFCE – Campus Juazeiro do Norte (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará). Técnica em Meio Ambiente pelo CENTEC – Cariri (CE) (Centro de Ensino Tecnológico). Pesquisadora do Grupo de Pesquisa em Química, Microbiologia e Saneamento Ambiental (QUIMISAM/ IFCE – Campus Juazeiro do Norte).

Amanda Moreira de Sá

Bacharelanda em Engenharia Ambiental pelo IFCE – Campus Juazeiro do Norte (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará). Pesquisadora do Grupo de Pesquisa em Química, Microbiologia e Saneamento Ambiental (QUIMISAM/ IFCE – Campus Juazeiro do Norte).

Marise Daniele Maciel Lima

Bacharelanda em Engenharia Ambiental pelo IFCE – Campus Juazeiro do Norte (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará). Pesquisadora do Grupo de Pesquisa em Química, Microbiologia e Saneamento Ambiental (QUIMISAM/ IFCE – Campus Juazeiro do Norte).

Yannice Tatiane da Costa Santos

Mestre em Engenharia Sanitária com área de concentração em Saneamento pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária – UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte). Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo CEFET-CE (Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará). Pesquisadora do Grupo de Pesquisa em Química, Microbiologia e Saneamento Ambiental (QUIMISAM/ IFCE – Campus Juazeiro do Norte).

Endereço⁽¹⁾: Rua Deputado Furtado Leite 492 – Centro – Santana do Cariri – CE – CEP: 63190-000 – Brasil – Tel.: +55 (88) 999467639 – e-mail: leticia.l.freire@gmail.com.

RESUMO

O principal tipo de tratamento adotado para efluentes domésticos no Brasil é o de lagoas de estabilização, que visa prioritariamente estabilizar a matéria orgânica. As relações DQO/DBO₅ e DBO_U/DBO₅ possibilitam inferir características do efluente e do desempenho do tratamento. Para verificar o comportamento de tais correlações, realizou-se em 2015 quinze campanhas em um sistema de lagoas de estabilização, localizado no Nordeste do Brasil. Determinou-se valores de DQO, DBO e as relações citadas. Como resultados têm-se a semelhança de comportamento das relações com a concentração de matéria orgânica e com os coeficientes de degradação, determinados pelo Método de Thomas. As relações do efluente bruto e da etapa anaeróbia apresentaram comportamentos típicos. Na saída da etapa facultativa houve um aumento da relação DQO/DBO₅ e redução da DBO_U/DBO₅, em decorrência da estabilização de boa parte da matéria orgânica. Na etapa de maturação observou-se um aumento das duas relações, o que seria um indicativo de proliferação de biomassa fitoplanctônica devido às condições ambientais ou ainda devido às ligações ociosas no sistema, que reduzem a vazão, aumentando o TDH. A utilização das relações como ferramenta de análise do comportamento do desempenho da estação apresentou-se como uma metodologia com inferências importantes e de fácil aplicação.

PALAVRAS-CHAVE: DQO/DBO₅; DBO_U/DBO₅; Lagoas de estabilização.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de tratamento de esgoto predominante no Brasil são formados por arranjos de lagoas de estabilização, apesar da ascendente adoção de outras tecnologias com viabilidade de implantação, tais sistemas possuem alta eficiência e baixo custo, quando dimensionados e operados corretamente, por isso foram amplamente disseminados em países emergentes. Mas após implantados, problemas operacionais do sistema relacionados a falta de manutenção, podem comprometer o tratamento. Por seguir um princípio de tratamento biológico, a matéria orgânica é um dos principais parâmetros de controle do funcionamento da ETE e a partir

de sua quantificação é possível estabelecer correlações com outros fatores ambientais, tão quão importantes para o monitoramento.

Para quantificação indireta da matéria orgânica pode-se adotar parâmetros como a Demanda Química de Oxigênio (DQO) e/ou Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), ambas correspondem a fração orgânica total e a fração biodegradável, respectivamente. De importância equivalente têm-se a determinação da Demanda Última de Oxigênio (DBOu) que corresponde a DBO remanescente no dia zero ou ainda a fração total a ser degradada, geralmente em um período de 20 dias, valor considerado para efluentes domésticos. A DBOu também pode ser usada para dimensionar estações, e deve ser adotada para o dimensionamento visto que contempla a matéria orgânica total disponível que a estação trabalhará para remover. (VON SPERLING, 2005).

Uma análise das correlações entre esses valores pode representar o grau da biodegradabilidade do efluente, bem como a sua taxa de degradação, determinada principalmente pelo coeficiente de degradação (k_1), para o qual existem métodos de estimativas, baseados em modelagem matemática.

O município de Juazeiro do Norte está inserido na lista de municípios com o tratamento de esgotos por lagoas de estabilização do tipo australiano, com etapas de tratamento anaeróbio, formado por duas lagoas em paralelo conduzidos para um ponto de mistura, do qual seguem para duas lagoas facultativas, também em paralelo, se misturando e encaminhadas para a última lagoa maturação que finaliza o sistema.

As características climáticas do município favorecem a eficiência do tratamento, entretanto este vem enfrentando problemas relacionados a vazão e às concentrações de lançamentos do efluente final no corpo receptor, conforme relatado por Gomes, (2014), se referindo aos teores de coliformes totais termotolerantes e *Escherichia coli*. O estudo das relações entre as frações orgânicas dos efluentes tratados ao longo das lagoas auxilia na avaliação do desempenho do sistema como um todo, podendo verificar se há a remoção efetiva, além de gerar um cenário comparativo com os demais sistemas de lagoas citados pela literatura.

OBJETIVO

Avaliar as relações DQO/DBO₅ e DBOu/DBO₅ no estudo do desempenho da degradação de matéria orgânica no sistema de lagoas de estabilização (ETE Malvas – Juazeiro do Norte –CE), correlacionando-os com fatores interferentes de operação.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Estação de Tratamento de Esgoto do município de Juazeiro do Norte – Ceará, ETE Malvas, que atualmente opera com vazão aproximada de 56,86 L/s (Tabela 01), sendo projetada em 1992, para uma vazão de 260L/s.

Tabela 01: Dados do município de realização da pesquisa

Localização Geográfica	Pluviosidade	Temperaturas médias	Bacia hidrográfica	População
7°12'47''S 38°18'55''WGr	925,1mm	24 a 26°	Salgado	249.939

Fonte: IPECE, 2014.

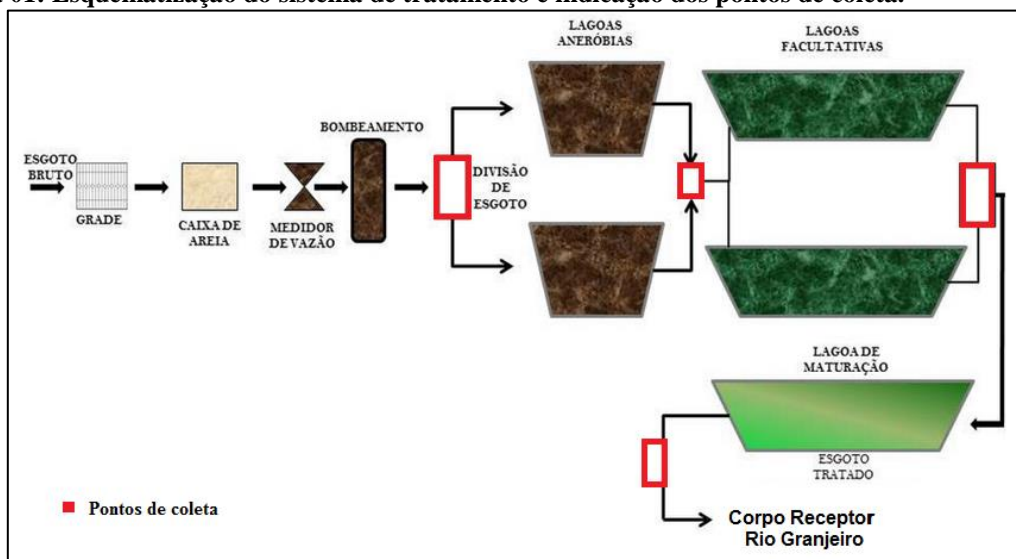
A Estação de Tratamento de Esgoto – ETE Malvas, recebe efluentes dos bairros Centro, São Miguel, Salesianos, Santa Tereza, Pio XII, Limoeiro, Vila Fátima, COHAB Almino Loiola, Franciscanos, Pirajá e Romeirão, além de cargas orgânicas oriundas das empresas imunizadoras de caminhões limpa-fossas.

O sistema analisado possui três etapas de tratamento, iniciando com duas lagoas de estabilização anaeróbias em paralelo, com um ponto de mistura, seguindo para duas facultativas de mesmo arranjo, seguida de uma lagoa de maturação. O corpo receptor do efluente tratado é o Rio Granjeiro.

Para o estudo, foram realizadas 15 campanhas de amostragem de quatro pontos de coleta de amostras, conforme ilustra o fluxograma da Figura 01. Procurou-se coletar amostras do efluente final de cada módulo operante, sendo os nomeados como Esgoto Bruto (EB), Saída do módulo Anaeróbio (SA), Saída do módulo

Facultativo (SF) e por fim, Saída do módulo maturação (SM) (Figura 02), compreendendo um período amostral de fevereiro a agosto de 2015.

Figura 01: Esquematização do sistema de tratamento e indicação dos pontos de coleta.



Fonte: Adaptado de GOMES, 2014.

Figura 02: Visualização das etapas de tratamento do sistema de lagoas de estabilização do município de Juazeiro do Norte.



Fonte: Autor, 2016.

Em relação às análises laboratoriais foram determinados DBO, DQO. O teste de DBO pelo método respirométrico, modelo BOD Hach TM II (Figura 03), sendo as amostras incubadas com uma temperatura padrão (20°C) em incubadora, além da quantificação dos valores das DBO exercida (y) nos dias 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7. Já para a DQO, adotou-se o método titulométrico por refluxação fechada (APHA, 2012), conforme pode ser visto na Figura 03b.

Figura 03: Apresentação das metodologias e equipamentos dos procedimentos laboratoriais. Em a: transferência de dados do BOD Hach TM II para computador. Em b: Titulação da DQO.



Fonte: Autor, 2016.

Para determinação da DBOu adotou-se a equação 1:

$$L_o = \frac{Y_t}{(1 - e^{-k_d t})} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

L_o = Demanda última de oxigênio (mgO_2/L)

Y_t = DBO (mgO_2/L) exercida no tempo t (dias)

K_d = Coeficiente de degradação de matéria orgânica (dia^{-1})

t = tempo (dias)

(Adaptado de VON SPERLING, 2005)

Para determinação do coeficiente de degradação (K_d), utilizou-se o método de Thomas, que a partir da equação de degradação de matéria orgânica de reações de primeira ordem, aplica-se uma modelagem matemática e estabelece uma correlação linear baseada no comportamento da DBO ao longo dos dias.

Além dessas etapas buscou-se dados de operação das lagoas (vazão, dimensões, TDHprojeto), afim de corroborar com o entendimento do comportamento das relações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação DQO/DBO₅ pode ser vista sob diferentes abordagens, seja considerando os percentuais de matéria orgânica biodegradável em um efluente bruto, ou ainda uma predominância de fração inerte após a estabilização dessa fração. Podendo ser uma indicação de lançamentos industriais, quando apresenta altos valores, indicando inclusive um tratamento por mecanismos físico-químicos para este tipo de efluente. Quando trabalhados com esgotos tipicamente domésticos, a quantificação de baixas relações, não indica especificamente a necessidade de tratamentos químicos, todavia, pode ser um indicativo de remoção da fração orgânica biodegradável por mecanismos de degradação biológica ou física.

Enquanto que a relação DQO/DBO₅, preocupa-se em expressar o grau de biodegradabilidade, a relação DBOu/DBO₅, indica a taxa de degradação desta fração orgânica degradável por microrganismos. Visto que de acordo com o fluxo (variações de temperatura, pressão, vazão e TDH, além das próprias características das moléculas) este material pode ser facilmente degradado ou não. Por estar no grupo de reações de primeira ordem, geralmente efluentes mais concentrados possuem maior coeficiente de degradação, portanto sua DBO₅ aproxima-se mais da DBOu, e apresenta uma relação baixa, essa relação aumenta a medida que a taxa de degradação reduz, ou seja a medida que a concentração diminui, por este motivo ela pode ser correlacionada com o tipo de efluente a ser trabalhado assim como uma consequência das variações da concentração de matéria orgânica em um sistema de tratamento de esgotos.

A partir dos valores predominantes encontrados das relações mencionadas é possível classificar o efluente em biodegradável, com biodegradabilidade regular ou inerte, de acordo com a figura 04. A classificação

mencionada para os casos estudados podem ser observados na figura 05 e 06. Adotou-se escalas de cores para melhor representação das categorias.

Figura 04: Classificação do efluente quanto ao seu grau de biodegradabilidade através da relação DQO/DBO₅.

Caráter do efluente	DQO/DBO ₅
Fração Biodegradável Predominante	<2,5
Fração Biodegradável regular (moderada)	2,5 < DQO/DBO < 3,5
Fração Inerte Predominante	> 3,5

Fonte: Adaptado de VON SPERLING, 2005.

Figura 05: Resultados das relações DQO/DBO₅ e classificação dos efluentes quanto ao grau de biodegradabilidade.

Número de amostras (n) =11	E.B	S.A.	S.F	S.M
Mínimo	1,24	2,82	3,54	5,68
Média	3,38	6,54	10,59	8,73
Máximo	6,18	11,38	20,82	12,57
<i>Desvio Padrão</i>	2,68	2,81	4,76	2,69

Fonte: Autor, 2016.

E.B – Efluente Bruto
 S.A – Saída do módulo anaeróbio
 S.F – Saída do módulo Facultativo
 S.M – Saída do módulo Maturação

A figura 06 apresenta as categorias elegidas para cada ponto de amostragem, contemplando o maior número de amostras para cada classe, no universo de 11 coletas. Percebe-se que a média representou adequadamente a classificação proposta anteriormente na Figura 05.

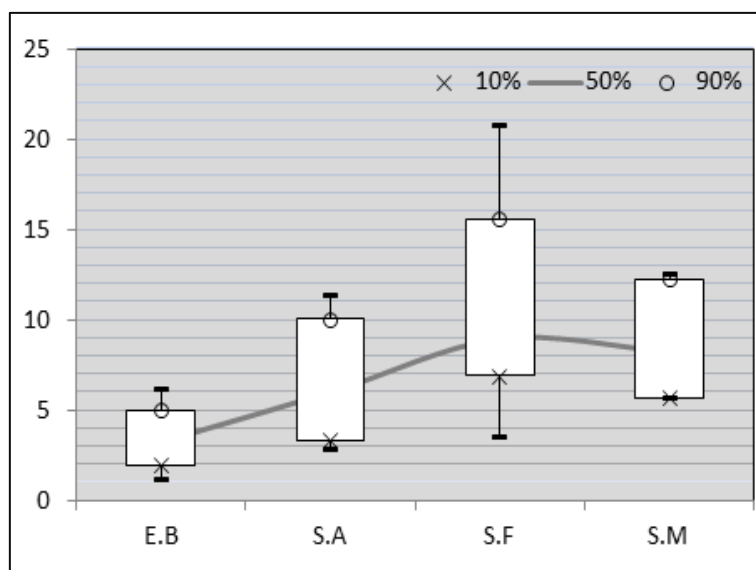
Figura 06: Classificação dos efluentes quanto aos resultados predominantes encontrados de quanto a DQO/DBO₅

SISTEMA	DQO/DBO
Efluente Bruto (E.B)	Biodegradabilidade regular
Saída Anaeróbia (S.A)	Fração Inerte Predominante
Saída Facultativa (S.F)	Fração Inerte Predominante
Saída Maturação (S.M)	Fração Inerte Predominante

Fonte: Autor, 2016.

Quanto a relação DQO/DBO₅, sobre uma perspectiva de acompanhamento, pode-se inferir, observando as variações ao longo do sistema, a partir da figura 07, que inicialmente o efluente bruto apresenta alta degradabilidade o que corresponde a sua origem (efluente doméstico + resíduos sépticos de carros limpa-fossas), na etapa posterior há uma considerável remoção de matéria orgânica visto que a relação DQO/DBO₅ aumenta consideravelmente na saída da lagoa anaeróbia, devido aos mecanismos de sedimentação e degradação anaeróbia, bem como na lagoa facultativa, esta principal responsável pela degradação aeróbia/anaeróbia da matéria orgânica. Tal constatação reflete que boa parte da matéria orgânica que chega ao sistema é de fato, removida. Na saída da maturação tem-se uma redução da relação, causada possivelmente pelo crescimento de biomassa, uma vez que as amostras analisadas não foram filtradas.

Figura 07. Variação da relação DQO/DBO₅, ao longo do tratamento.



Fonte: Autor, 2016.

A relação $DBOu/DBO_5$ expressa variações voltadas para a taxa de degradação, pois quanto maior a concentração do efluente, relaciona-se que maior será a velocidade com que esta será degradada, dependendo ainda se corresponde a uma fração biodegradável, obviamente, e solúvel, de fácil acesso para os microrganismos. Esta análise confere ao efluente outra caracterização quanto a origem, que pode ser dada pela referida relação ou pelos coeficientes de degradação de matéria orgânica. Tal caracterização permite classificar o efluente em esgoto concentrado, esgoto de baixa concentração, efluente primário, e efluente secundário, conforme apresentado na Figura 08. A classificação mencionada para os casos estudados podem ser observados na figura 09 e 10. Assim como na relação anteriormente apresentada, adotou-se escalas de cores para melhor representação das classificações.

Figura 08: Classificação do efluente quanto a relação $DBOu/DBO_5$

Origem	$DBOu/DBO_5$
Esgoto Concentrado	1,1 – 1,5
Esgoto de baixa concentração	1,2 – 1,6
Efluente primário	1,2 - 1,6
Efluente secundário	1,5 -,3,0

Fonte: Adaptado de VON SPERLING, 2005.

Figura 09: Resultados das relações $DBOu/DBO_5$ e classificação dos efluentes quanto a origem.

Número de amostras (n) =15	E.B	S.A	S.F	S.M
Mínimo	1,09	1,01	1,08	1,05
Média	1,11	1,69	1,40	1,35
Máximo	1,19	3,29	2,07	1,94
<i>Desvio Padrão</i>	0,028	0,716	0,311	0,256

Fonte: Autor, 2016.

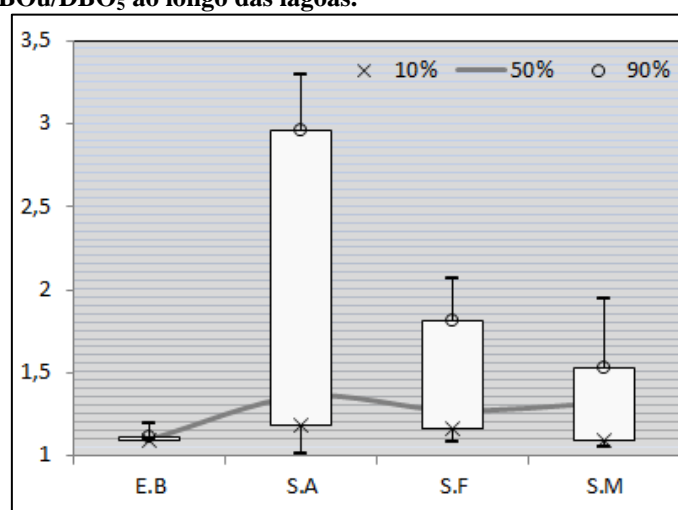
Figura 10: Classificação dos efluentes quanto aos resultados predominantes encontrados de quanto a $DBOu/DBO_5$

SISTEMA	$DBOu/DBO_5$
Efluente Bruto (E.B)	Esgoto Concentrado
Saída Anaeróbia (S.A)	Esgoto de baixa concentração
Saída Facultativa (S.F)	Esgoto primário
Saída Maturação (S.M)	Esgoto secundário

Fonte: Autor, 2016.

Quanto a relação DBO_u/DBO_5 ao longo do sistema, apresentada na figura 11, observa-se um comportamento semelhante nas duas etapas iniciais de tratamento, visto que inicialmente como a carga orgânica é elevada o efluente apresenta acelerada degradação, mas na saída da etapa seguinte, como boa parte da matéria orgânica já foi removida (cerca de 50 e 60%, segundo Jordão e Pessoa, 2009), a taxa de degradação reduz e a DBO_5 se distancia da DBO_u . No sistema de lagoas facultativas, apesar de haver também uma considerável remoção de matéria orgânica, a DBO_5 se aproxima da DBO_u porque as concentrações de matéria orgânica estão mais baixas e consequentemente a DBO remanescente no dia zero também. No final do sistema a queda da relação se assemelha ao cenário da relação DQO/DBO_5 e pode ser também uma indicação do aumento de biomassa na última etapa do tratamento.

Figura 11. Relação DBO_u/DBO_5 ao longo das lagoas.



Fonte: Autor, 2016.

Assim como há classificações do efluente quanto as relações, há ainda uma classificação semelhante a da DBO_u/DBO_5 , a partir dos valores de taxa de degradação de matéria orgânica. Conforme apresentado na figura 12. A classificação mencionada para os casos estudados podem ser observados na figura 13 e 14. A escala de cores da DBO_u/DBO_5 , foi mantida, visto que as denominações de classificação são as mesmas.

Figura 12: Classificação do efluente quanto a valores típicos de k_1 (base e, 20°C)

Origem	$k_1(d^{-1})$
Esgoto Concentrado	0,35 – 0,45
Esgoto de baixa concentração	0,30 – 0,40
Efluente primário	0,30 – 0,40
Efluente secundário	0,12 – 0,24

Fonte: Adaptado de VON SPERLING, 2005.

Figura 13: Classificação do efluente em quanto aos valores mínimos, máximos e médios do coeficiente de degradação determinados ao longo dos sistemas.

Número de amostras (n) =15	E.B	S.A	S.F	S.M
Mínimo	0,467	0,108	0,178	0,155
Média	0,540	0,210	0,375	0,423
Máximo	0,603	0,290	0,604	0,603
Desvio Padrão	0,048382	0,065881	0,158723	0,129449

Fonte: Autor, 2016.

Figura 14: Classificação do efluente quanto aos valores predominantes do coeficiente de degradação determinados ao longo dos sistemas.

SISTEMA	DBOu/DBO ₅
Efluente Bruto (E.B)	Esgoto Concentrado
Saída Anaeróbia (S.A)	Efluente secundário
Saída Facultativa (S.F)	Esgoto primário
Saída Maturação (S.M)	Esgoto Concentrado

Fonte: Autor, 2016.

Os valores de k_1 , também apresentaram semelhança em relação ao comportamento dos gráficos, no caso específico desta pesquisa, em termos médios, esses valores possuem maior correspondência com a relação DQO/DBO₅, podendo está correlacionado ao aumento da taxa de degradação em relação ao percentual biodegradável solúvel em cada sistema.

Teoricamente tanto a relação DQO/DBO₅ como a relação de DBOu/DBO₅, deveriam seguir crescente após o módulo facultativo, uma vez que nesse estágio a matéria orgânica biodegradável continuaria em decaimento, restando a fração inerte, do mesmo modo como a matéria orgânica já estaria praticamente estabilizada, os coeficientes de degradação seriam muito baixos, o que aumentaria a relação com a demanda última de oxigênio, entretanto este comportamento adverso pode ser indicativo de outros fatores a serem discutidos.

Pode-se associar o aumento de biomassa nos pontos S.F e S.M, pelo crescimento do fitoplâncton, muito comum em lagoas facultativas, e principalmente nas de maturação por suas condições de projeto em decorrência da finalidade de remoção de patógenos, sendo então rasas (profundidades < 1,5m), bem como pelas condições climáticas da região, já apresentadas na tabela 01 e que conferem uma temperatura média de 28°C no efluente, e altos níveis de radiação com longos períodos de exposição. Segundo Ribeiro (2007) a disponibilidade de nutrientes, em sistemas de tratamento por lagoas, é acelerada em regiões de clima tropical, pela alta incidência de radiação solar.

Aliados a esses fatores, a biomassa algal contribui na quantificação da DBO e DQO, sendo então categorizada como matéria orgânica biodegradável por se tratar de microrganismos vivos e mortos presentes, visto que as análises laboratoriais foram realizadas com as amostras brutas, não sendo filtradas em membrana ou filtros com porosidade de 0,60µm.

Outra problemática já bastante discutida nos estudos de saneamento são as ligações ociosas da rede coletora de esgoto da cidade, pois estas reduzem vazão de projeto, transformando estações bem projetadas em sistemas superdimensionados, interferindo no TDH real, como observado na tabela 02 e consequentemente nas reações de degradação. É válido ressaltar que aumento do TDH, também pode favorecer o crescimento de fitoplâncton.

Tabela 02. Vazão e TDH das lagoas de estabilização do município de Juazeiro do Norte.

Vazão média nos meses de coleta	Sistemas	TDH _{real} (d ⁻¹)	Volume das lagoas (m ³)	TDH _{projeto} (d ⁻¹) para Vazão de 260L/s
56,86 (L/s)	S.A	8,03842	39492,36	2,2
0,057(m ³ /s)	S.F	17,97684	88319,33	8,8
4912,951(m ³ /d)	S.M	16,79088	82492,76	4,0

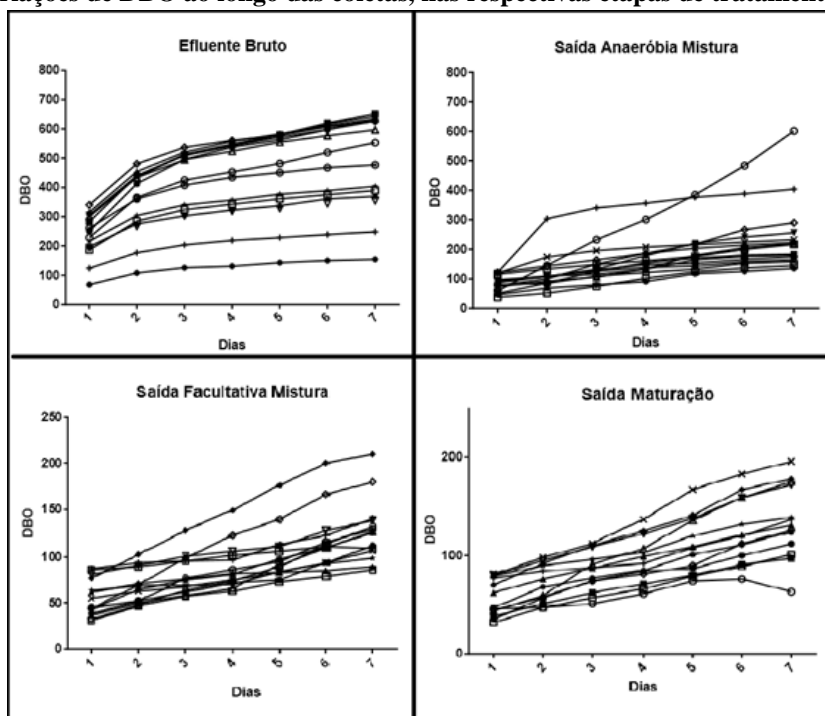
Fonte: Autor, 2016. (Material elaborado com base em dados fornecidos pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE)

Considerando que a vazão de projeto da estação é de 260L/s, no período amostral, esta representou apenas cerca de 22% deste total, o que evidencia possíveis problemas quanto a eficiência das etapas de tratamento.

Hoepfner (2007) afirma que o maior tempo de detenção hidráulica está correlacionado a maiores concentrações de clorofila “a”, a partir de estudos realizados em uma lagoa facultativa.

Retornando à avaliação da análise das relações com o desempenho do tratamento e contrapondo-as com as curvas de variação de concentração de DBO ao longo dos sistemas, e as variações de eficiência de remoção durante as coletas, apresentadas na figura 15 e na tabela 03, respectivamente, constata-se que as faixas de concentração variam em conformidade com as relações encontradas, uma vez que se têm o decaimento destas nas três etapas iniciais de tratamento e uma tendência de aumento expressivo na lagoa de maturação, decorrente dos aspectos discutidos anteriormente.

Figura 15: Variações de DBO ao longo das coletas, nas respectivas etapas de tratamento



Fonte: Autor, 2016.

Tabela 03: Variações de eficiência ao longo da estação de tratamento

	E.B/S.A	S.A/S.M	S.F/S.M	E.B/S.M
Máximo	77,03%	76,88%	19,89%	86,23%
Mínimo	5,68%	16,95%	16,85%	27,07%
Média	54,05%	46,39%	18,37%	68,23%
<i>Desvio padrão</i>	<i>22,52%</i>	<i>17,16%</i>	<i>1,52%</i>	<i>20,13%</i>

Fonte: Autor, 2016.

Albuquerque (2009) analisou a relação DQO/DBO₅ na estação de tratamento de esgoto de Peixinhos, em Olinda – PE, e constatou que a eficiência do tratamento biológico é diretamente proporcional a relação. Neste trabalho as correlações foram muito baixas em decorrência das eficiências negativas presenciadas nos diversos módulos.

A partir das análises descritas, confirma-se a adoção das correlações DQO/DBO₅ e DBO_u/DBO₅ como uma ferramenta importante na avaliação do desempenho de sistemas cuja principal finalidade é a atuação de mecanismos biológicos na degradação de matéria orgânica.

CONCLUSÃO

A vazão encontra-se bem menor do que a de projeto, o que causa deficiências no sistema pelo aumento do TDH.

É válido ressaltar que a produção fotossintética na lagoa de maturação é bem mais intensa, ocasionando, portanto, o crescimento excessivo da biomassa fitoplanctônica que também é contabilizada na análise de DBO, isso pode justificar o aumento das relações da lagoa facultativa para a lagoa de maturação.

Além de estabelecer relação com eficiência de remoção de matéria orgânica, as relações estudadas estão envolvidas com as taxas de reação de degradação, e possibilitam a classificação do efluente quanto ao grau de degradabilidade ou às condições de concentração.

As variações das relações de DQO/DBO₅ ao longo das lagoas foram equivalentes ao comportamento verificado em ETE's, com um desempenho típico de lagoas facultativas (10,59) e de maturação (8,73), devido ao crescimento de algas nesses dois sistemas, o que acarretou na elevação da relação quando esta deveria ser reduzida, pois as análises laboratoriais foram feitas com a amostra sem pré-filtração.

O mesmo cenário se reproduziu para as relações DBO_u/DBO₅, com coeficientes de degradação (K_1) crescentes no final do tratamento, sendo 0,375 d⁻¹ e 0,423 d⁻¹ para as lagoas facultativas e de maturação, respectivamente.

A utilização das relações como ferramenta de análise do comportamento da degradação de matéria orgânica possibilita uma visão geral do sistema e informações quanto as frações de matéria orgânica inerte e biodegradável e a taxa de degradação além de inferências com outros dados. Apresenta-se como uma metodologia com resultados importantes e de fácil aplicação.

RECOMENDAÇÕES

Para a situação operacional atual da ETE, sugere-se a adoção de pós-tratamento simplificado para remoção da biomassa de fitoplâncton, assim como ações corretivas quanto às ligações ociosas do sistema, por meio de atividades de educação sanitária ou cobrança tarifária, a depender dos níveis de respostas da população em um determinado tempo.

Quanto a investigação das correlações citadas, indica-se a realização de análise de fitoplâncton na lagoa de maturação, aliado a análise de DBO filtrada. A realização de testes hidráulicos para verificar o quão a vazão e o TDH, interferem nas taxas de degradação, também resultaria em dados importantes a serem analisados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22^a.ed. Washington D C. 2012.
2. ALBUQUERQUE, C. G. ; TAVARES, R. G. ; SILVA, V. P. ; BIONE, M. A. A. Relação entre os valores de DQO e DBO da estação de tratamento de esgoto de Peixinhos em Olinda - PE. In: IX JORNADA DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO, 2009, Recife. Anais da IX Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão. Recife: UFPRE, 2009. Disponível em < <http://www.eventosufpre.com.br/jepex2009/cd/resumos/r0549-3.pdf> > Acesso em :20.mar.2016 .
3. GOMES, J.P.M. Cinética de decaimento bacteriano no sistema de lagoas de estabilização da ETE Malvas – Município de Juazeiro do Norte-CE. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) Orientado(a): Yannice Tatiane da Costa Santos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2014.
4. HOEPPNER, A.F.S; CALIJURI,M.C; KELLNER,E; SANTOS,A.C.A. Comportamento de variáveis físicas e químicas e da eficiência de lagoas de estabilização em ambiente tropical (Vale do Ribeira de Iguape, SP). Escola de Engenharia de São Carlos, Catálogo USP – Hydraulics and Sanitation, 2007. Disponível em < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-31102008-132720/en.php>> Acesso em: 20.mar.2016.
5. IPECE. Instituto De Pesquisa e Estratégia Econômica Do Ceará. Perfil Municipal: Juazeiro do Norte. Fortaleza, 2014. Disponível em < http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2014/Juazeiro_do_Norte.pdf > Acesso em :11.fev.2016.

6. JORDÃO, E.P; PESSÔA, C.A. – Tratamento de esgotos domésticos. 5º edição- Rio de Janeiro, 2009, 940 p.
7. RIBEIRO, P.C Análise de fatores que influenciam a proliferação de cianobactérias e algas em lagoas de estabilização. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Engenharia Civil, domínio de área de Engenharia Ambiental e Sanitária) Orientado(a): Annemarie König. UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 2007. Disponível em < http://coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public_293.pdf> Acesso em: 22.mar.2016.
8. VON SPERLING, M Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.