



## II-385 - CORRELAÇÃO ENTRE DBO E DQO EM ESGOTOS DOMÉSTICOS PARA O MUNICÍPIO DE CASCAVEL, PARANÁ

**Eliane Hermes<sup>(1)</sup>**

Tecnóloga Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Mestranda em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE).

**Fabio Orssatto<sup>(2)</sup>**

Tecnólogo Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Mestrando em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Prof. Substituto da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

**Marcio Antonio Vilas Boas<sup>(3)</sup>**

Engenheiro Agrícola e Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Prof. Adjunto, RHESA/CCET, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel – PR.

**Simone Damasceno Gomes<sup>(4)</sup>**

Engenheira Agrônoma pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP). Doutora em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Prof. Adjunto, RHESA/CCET, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel – PR.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Universitária 2069 – Jardim Universitário - Cascavel - PR - CEP: 85814-110 - Brasil - Tel: (45) 3220-3262 - e-mail: [elianehermes@yahoo.com.br](mailto:elianehermes@yahoo.com.br)

### RESUMO

Os esgotos sanitários municipais são constituídos basicamente de uma mistura de água e sólidos orgânicos e minerais. Sua composição média aponta para 99,9 % de água e 0,1 % de sólidos compostos de matéria orgânica em suspensão e dissolvida. A utilização dos resultados da demanda química de oxigênio (DQO) para estimar os valores da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) além de reduzir os custos operacionais, diminui o tempo de tomada de decisões sobre medidas de correção operacional, bem como permite a definição de parâmetros de projeto que sejam condizentes com a realidade local. Observa-se que quanto mais forte for o esgoto, maior a razão entre DQO e DBO ( $r = DQO/DBO$ ), indicando provavelmente contribuição de origem industrial para os maiores valores de  $r$ , sendo que valores típicos de  $r$  para esgotos sanitários não tratados estão na faixa entre 1,25 e 3,30, sendo que se superiores a 2,0, indicam nitidamente contribuição industrial. O objetivo desta pesquisa foi estudar a correlação entre os parâmetros de DQO e DBO na entrada e saída da estação de tratamento de esgoto (ETE). Os dados foram obtidos em uma estação de tratamento de esgoto na cidade de Cascavel-Paraná, entre os meses de janeiro de 2005 a junho de 2006. Os pontos de coleta localizam-se no início e final da estação, antes do lançamento do efluente ao corpo receptor. Para o esgoto bruto (afluente), a equação de regressão apresentou  $r$  igual a 0,987 o qual indica que a  $DBO_5$  pode ser substituída pelo parâmetro DQO. Já para o efluente, a equação de regressão linear apresentou  $r$  igual a 0,76 o que também pode ser considerado elevado. A redução do valor de  $r$ , pode ser justificada pelo fato do esgoto sofrer um tratamento biológico, diminuindo assim a fração biodegradável o qual é representado pela DBO. Aplicando o teste de correlação de Pearson, verifica-se que existe uma interdependência forte entre os parâmetros  $DBO_5$  e DQO, tanto para o afluente quanto para o efluente os quais apresentaram coeficientes iguais a 0,993 e 0,872, respectivamente, reafirmando os resultados obtidos através da regressão linear.

**PALAVRAS-CHAVE:** RALF, Regressão Linear, Matéria Orgânica.

### INTRODUÇÃO

O lançamento contínuo sem o devido tratamento dos efluentes gerados não tratados, acarreta na estabilização da matéria orgânica, e com esta criam condições anaeróbias, eliminando assim a vida de microrganismos, peixes e vegetais, tornando este corpo receptor inadequado para a maioria das utilizações (JACHETTI, 2005).

A poluição causada por esgotos sanitários constitui uma parcela muito pequena em relação à dos esgotos industriais. Os esgotos sanitários municipais são constituídos basicamente de uma mistura de água e sólidos



orgânicos e minerais. Sua composição média aponta para 99,9 % de água e 0,1 % de sólidos compostos de matéria orgânica em suspensão e dissolvida (em estado coloidal e solução), como: proteínas, carboidratos e gorduras e inorgânica: areia, sais e metais, bem como microrganismos (DAVID, 2002).

O tratamento do esgoto coletado no Paraná é predominantemente executado através de estações de tratamento que utilizam Reatores Anaeróbios de Lodo Fluidizado (Ralf), usados para o atendimento de pequenas comunidades ou para o tratamento descentralizado do esgoto em cidades médias e grandes.

O Ralf é uma unidade compacta, pois utiliza apenas 2% da área que seria necessária para a utilização de uma lagoa facultativa, ou 20% da área de um tratamento aeróbio. Não necessita de nenhum tipo de energia complementar, gerando uma quantidade de biogás (gás metano), que pode ser utilizado para fins energéticos. (AISSE, 2002).

Para a determinação de oxigênio necessário para a oxidação das impurezas contidas nos esgotos, criou-se o teste da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) sendo a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar, através de processos bioquímicos, a matéria orgânica carbonácea. Sendo assim, um ótimo indicador indireto do carbono orgânico biodegradável. A demanda química de oxigênio (DQO) também é uma indicação indireta do teor de matéria orgânica presente, porém, utiliza-se um agente oxidante químico forte ao invés de bactérias, como acontece na DBO.

A utilização dos resultados de DQO para a estimativa dos valores de DBO além de reduzir os custos operacionais, diminui o tempo de tomada de decisões sobre medidas de correção operacional, bem como permite a definição de parâmetros de projeto que sejam condizentes com a realidade local. Descreve-se, também, a aplicação de metodologia para a avaliação do grau de correlação entre esses parâmetros, com objetivo de verificar sob quais hipóteses as análises de DQO podem substituir as de DBO no monitoramento desses sistemas (SILVA & MENDONÇA, 2003).

A tabela 1 apresenta os valores típicos utilizados como referência para as relações entre os parâmetros de DQO e DBO<sub>5</sub>.

**Tabela 1: Valores típicos de DQO e DBO em esgoto doméstico bruto.**

| Parâmetro                | Característica dos esgotos (mg. L <sup>-1</sup> ) |           |            |
|--------------------------|---|-----------|------------|
|                          | Forte   | Médio     | Fraco      |
| DQO                      | 1000  | 500       | 250        |
| DBO <sub>5</sub>         | 400   | 220 a 300 | 130 a 200  |
| r = DQO/DBO <sub>5</sub> | 2,5   | 1,7 a 2,3 | 1,25 a 1,9 |

Fonte: Adaptado de JORDÃO & PESSOA (1995).

Observa-se que quanto mais forte for o esgoto, maior a razão entre DQO e DBO ( $r = DQO/DBO$ ), indicando provavelmente contribuição de origem industrial para os maiores valores de r.

Já de acordo com CRITES & TCHOBANOGLIOUS (1998), valores típicos de r para esgotos sanitários não tratados estão na faixa entre 1,25 e 3,30, sendo que se superiores a 2,0, indicam nitidamente contribuição industrial. Se os valores foram superiores mesmo a 3,0, os despejos poderão conter componentes tóxicos e haverá dificuldade para a aclimação de microrganismos aeróbios responsáveis pela degradação da matéria orgânica, prejudicando as condições operacionais do tratamento. Portanto, esse último número deve servir como limite máximo para o aceite de efluentes industriais, podendo ser utilizado inclusive como critério para o recebimento de caminhões com cargas industriais.

Este trabalho teve por finalidade estudar a correlação entre os parâmetros de demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) na entrada e saída da estação de tratamento de esgoto (ETE).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A estação de tratamento de esgoto em questão localiza-se no município de Cascavel, Paraná a qual é constituída por um sistema de gradeamento, desarenador ciclônico, calha parshall, dois RALF's em paralelo,



um polimento final físico-químico de floculação e decantação laminar sendo usado o cloreto férrico como coagulante, calha parshall e desinfecção. Essa estação deverá atender até 2010 uma população de aproximadamente 45.000 habitantes com uma vazão média de  $80 \text{ L s}^{-1}$ .

Os reatores possuem um diâmetro superficial de 26 metros, um diâmetro de fundo de 14 metros e altura útil de 6 metros. Os pontos de coleta foram à entrada do efluente na estação (antes do gradeamento) e a saída da desinfecção (antes de atingir o corpo receptor). A figura 1 ilustra o local do experimento.



**Figura 1: Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).**

Fonte: GOOGLE EARTH (2008).

Foi avaliada a correlação entre os parâmetros de demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO). O custo para a realização de uma análise de DBO é de cerca de 4,5 vezes o custo para uma análise de DQO. O tempo necessário para a obtenção de resultados em análises de DBO é de 05 dias, enquanto o de DQO é de 02 horas (SILVA, 1997).

As análises laboratoriais empregadas estão de acordo com o “Standard Methods for Examination of Water and Wastewater” publicado pela APHA (1998). Os dados utilizados no estudo foram coletados de janeiro de 2005 a junho de 2006.

Para a determinação da correlação entre DQO e  $\text{DBO}_5$  realizou-se uma regressão linear para obter a equação correspondente a relação entre os dois parâmetros além da aplicação do coeficiente de correlação de Pearson citado por CRESPO (2002) que classifica como forte uma correlação entre 0,6 e 1 ; fraca uma correlação entre 0,3 e 0,6 e muito fraca uma correlação entre 0,3 e 0,0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 descreve a análise estatística da DQO e  $\text{DBO}_5$  afluente e efluente.



Tabela 2: Análise descritiva dos dados.

| Parâmetro                       | Média | Desvio Padrão | Coefficiente de variação | Mínimo | Máximo |
|---------------------------------|-------|---------------|--------------------------|--------|--------|
| <b>DBO<sub>5</sub> afluente</b> | 446,6 | 184,3         | 41,27                    | 300    | 800    |
| <b>DQO afluente</b>             | 1021  | 485           | 47,48                    | 583    | 1940   |
| <b>DBO<sub>5</sub> efluente</b> | 39,67 | 15,42         | 38,86                    | 24,30  | 93,30  |
| <b>DQO efluente</b>             | 96,83 | 30,23         | 31,22                    | 51     | 187    |

Os valores para DQO e DBO<sub>5</sub> afluente são similares aos descritos na Tabela 1. Através da análise descritiva dos dados verifica-se que a DBO<sub>5</sub> afluente variou de 300 a 800 mg. L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub> apresentando uma amplitude igual a 500 mg. L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub>. A DQO afluente apresentou amplitude igual a 1537 mg. L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub>. Já a DBO<sub>5</sub> efluente apresentou amplitude igual a 69 mg. L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub> e a DQO efluente apresentou amplitude igual a 136 mg. L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub>. Tanto os valores do afluente quanto do efluente apresentaram elevado coeficiente de variação, com dados não homogêneos, segundo CRESPO (2002).

A eficiência de remoção da matéria orgânica após o afluente passar por uma sistema anaeróbio foi de aproximadamente 91%, sendo este valor superior a faixa entre 60 e 90% apresentada por VON SPERLING (1996) considerando-se o mesmo sistema de tratamento.

A relação DQO/DBO<sub>5</sub> varia também à medida que o esgoto passa pelas diversas unidades da estação de tratamento. A tendência para a relação é de aumentar, devido à redução da fração biodegradável, ao passo que a fração inerte permanece aproximadamente inalterada. Assim, o efluente final do tratamento biológico possui valores da relação DQO/DBO<sub>5</sub> usualmente superiores a 3,0 (VON SPERLING, 1996). Como pode ser observado na Tabela 2 esta relação é inferior a 3, não correspondendo com a literatura citada anteriormente podendo-se dizer que o efluente ainda é biodegradável.

A Figura 2 apresenta o gráfico da regressão linear correspondente aos dados de DQO e DBO<sub>5</sub> do esgoto afluente e a Figura 3 os dados de DQO e DBO<sub>5</sub> do esgoto efluente.

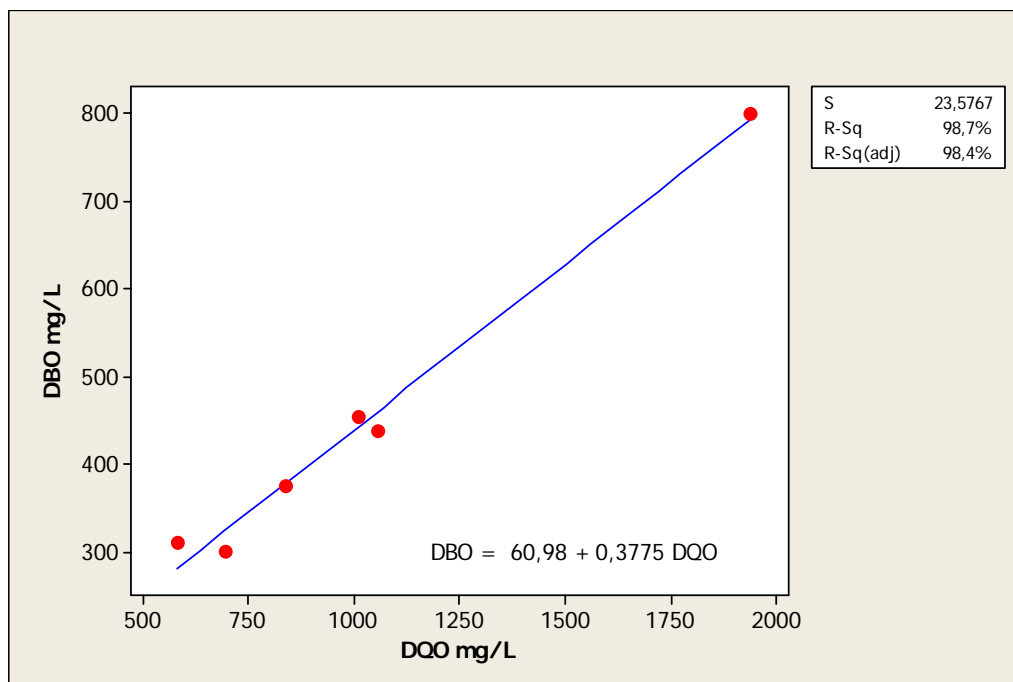
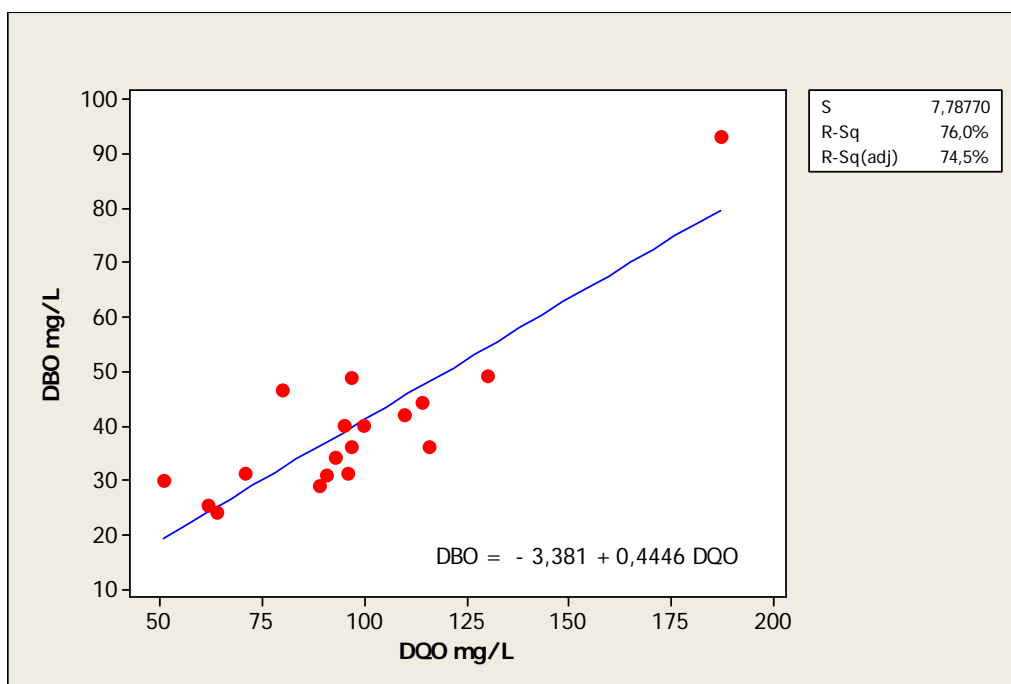


Figura 2: Regressão linear do esgoto afluente.



**Figura 3: Regressão linear do esgoto efluente.**

Para o esgoto bruto (afluente), a equação de regressão apresentou  $r$  igual a 0,987 o qual indica que a  $DBO_5$  pode ser substituída pelo parâmetro DQO. Já para o efluente, a equação de regressão linear apresentou  $r$  igual a 0,76 o que também pode ser considerado elevado. A redução do valor de  $r$ , pode ser justificada pelo fato do esgoto sofrer um tratamento biológico, diminuindo assim a fração biodegradável o qual é representado pela  $DBO_5$ .

Aplicando o teste de correlação de Pearson, verifica-se que existe uma interdependência forte entre os parâmetros  $DBO_5$  e DQO, tanto para o afluente quanto para o efluente os quais apresentaram coeficientes iguais a 0,993 e 0,872, respectivamente, reafirmando os resultados obtidos através da regressão linear.

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O estudo fornece subsídios para a estimativa de  $DBO_5$  a partir de resultados de análise de DQO tanto para esgoto bruto, como para efluentes de reatores anaeróbios com pós-tratamento físico-químico;

Análises estatísticas dos resultados obtidos nos controles de rotina do sistema selecionado indicaram a possibilidade de substituição de análises de  $DBO_5$  por análises de DQO, a um nível de confiança de 95% tornando possível a redução de custos laboratoriais para monitoramento de estações de tratamento de esgoto doméstico;

Em caso de pesquisa ou de necessidade de grande precisão de resultados, recomenda-se a utilização das análises de  $DBO_5$ .

## AGRADECIMENTOS

Ao PGEAGRI-UNIOESTE pelo apoio financeiro e infra-estrutura. A CAPES e ao CNPq pela concessão das bolsas de mestrado.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AISSE, M. M. Avaliação do sistema reator Ralf e flotação por ar dissolvido no tratamento de esgoto sanitário. *Sanare*. v.17, n.17, p. 49-58, 2002.
2. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). *Standard methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20 ed. Estados Unidos da América, 1998.
3. CRESPO, A. A. *Estatística fácil*. 17. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2002.
4. CRITES, R.; TCHOBANOGLOUS, G. *Small and decentralized wastewater management systems*. Boston: Ed. McGraw-Hill, 1998. 1084 p.
5. DAVID, A. C. *Secagem térmica de lodo de esgoto. Determinação da umidade de equilíbrio*. São Paulo. 2002. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2002.
6. GOOGLE EARTH. ETE. Disponível em: <<http://earth.google.com>> Acesso em: 05 out.2008.
7. JACHETTI, D. M. *Estudo da Microfauna Presente no Tratamento de Efluentes de uma Empresa Curtidora de peles bovinas – Bioindicadores de lodo ativado*. Monografia, UNISC, Campos Santa Cruz do Sul, 2005.
8. JORDÃO, E.P. & PESSOA, C.A. *Tratamento de Esgotos Domésticos ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Rio de Janeiro, Brasil, 1995.
9. SILVA, S. R.; AGUIAR, M. M.; MENDONÇA, A. S. F. *Correlação entre DBO e DQO em esgotos domésticos para a região da grande Vitória – ES, XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*. 1997. Anais. Local, 1997.
10. SILVA, S. A. *Tratamento biológico de águas residuárias – lagoas de estabilização*. Rio de Janeiro: ABES, 1979. 140 p.
11. SPERLING, M. V. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 2º Edição. Belo Horizonte: Segrac Editora e Gráfica, 1996.