

## EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DE COLIFORMES NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE ILHÉUS (BAHIA).

**Isabela Barreto de Mendonça Fontes**

Geógrafa. Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Santa Cruz / PRODEMA. Vice-Presidente da Cooperativa de Crédito Rural Grapiúna Ltda. Av. do Cinquentenário, 799, Centro, 45600-004, Itabuna, Bahia.  
isabelafontes\_25@hotmail.com

Quintino Reis de Araújo

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia/Manejo de Solos, Pesquisador da CEPLAC e Professor Titular da Universidade Estadual de Santa Cruz / DCAA, CP 07, 45.600-970, Itabuna, Bahia. quintino@cepec.gov.br

### RESUMO

Os esgotos apresentam em sua composição, além da grande quantidade de matéria orgânica, microrganismos patogênicos e substâncias químicas tóxicas, que quando não tratados adequadamente na Estação de Tratamento de Esgoto - ETE lançarão no corpo receptor poluentes prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. Este estudo foi desenvolvido na ETE de Ilhéus, Bahia, e teve como objetivo analisar a eficiência da ETE, quanto aos níveis de coliformes. Foram avaliados coliformes totais e coliformes fecais – *Escherichia coli*. Com base nas análises realizadas, foi possível constatar que apesar de a ETE ter alcançado o índice de eficiência na remoção de coliformes, ela ainda lança no seu corpo receptor (estuário do rio Cachoeira) um alto percentual desses elementos, em índices não permitidos conforme Resoluções 20/86 e 274/2000 do CONAMA.

**Palavras-chave:** efluente de esgotos, estuário, *Escherichia coli*.

### EFFICIENCY OF THE STATION OF SEWER TREATMENT OF ILHÉUS (BAHIA, BRAZIL) RELATED TO THE COLIFORMS.

### ABSTRACT

The sewers composition, when not appropriately treated, has great organic matter content, including poisonous chemical substances and microorganisms, like the coliforms that means pollutant to the health and environment. This study was carried out in Ilhéus county (14°47'58" S and 39°04'42" W), to search about its main station of sewer treatment - ETE related to the coliform levels. The total coliforms and the faecal coliforms (*Escherichia coli*)

had been evaluated. Based on the accomplished data, it was observed that, in spite of ETE has reached the efficiency index on the coliform removal, it throws in the estuary of Cachoeira river, a great content of coliforms, that isn't allowed for the criteria of the Resolutions 20/86 and 247/2000 (Brazilian Council to Environment).

**Key-words:** effluent of sewers, estuary, *Escherichia coli*

---

## INTRODUÇÃO

O município de Ilhéus está inserido na Região Cacaueira (Sudeste) do estado da Bahia, ocupa uma área de 1.712 Km<sup>2</sup> e possui uma população de 222.127 habitantes (IBGE, 2000). É uma das áreas de maior dinamismo antrópico do Estado, e passa por problemas comuns a todos os centros urbanos, e um dos fatores deste crescimento, certamente é a crise cacaueira, resultando em êxodo rural, aumento da economia turística, e a criação do Distrito Industrial.

Numa cidade, grande parte da água distribuída nas edificações transforma-se em esgoto, o qual deve ser coletado e tratado antes de ser lançado no solo ou em corpos d'água. Os diversos tipos de esgotos possuem diferentes características, variando em função dos usos da água como exemplo citam-se os hospitalares, industriais e os domésticos.

Os excrementos humanos podem causar, em ecossistemas aquáticos, além de problemas sanitários diretos aqueles relacionados a problema de eutrofização a médio e longo prazo, uma vez que na sua composição podem-se detectar consideráveis concentrações de fósforo e nitrogênio, dentre outros elementos, além dos componentes microbiológicos.

Segundo o Plano de Adequação Ambiental e Gestão de Águas nas Bacias dos Rios Almada e Cachoeira em Ilhéus - BA (BRASIL, 1999), em 1975 foi implantado pela Empresa Baiana de Água e Saneamento S. A. – EMBASA um sistema de esgotamento sanitário na área central da cidade de Ilhéus, que atendia cerca de 50.000 habitantes, sendo o seu destino final o estuário dos rios Cachoeira e Fundão ou Itacanoeira.

Visando uma melhoria do sistema de captação de esgotamento sanitário e com a finalidade de amenizar os impactos ambientais negativos das águas servidas, o Projeto Executivo de Esgotamento Sanitário da Cidade de Ilhéus (BAHIA, 2001), previu a

implantação de três Sub-Sistemas independentes (Centro, Pontal e Distrito), e a Estação de Tratamento dos Esgotos – ETE, objeto desta pesquisa.

Um corpo d'água sendo receptor do lançamento de esgotos pode incorporar a si toda uma gama de agentes transmissores de doença. Este fato não gera um impacto à biota do corpo d'água em si, mas afeta alguns dos usos preponderantes a ele destinados, tais como abastecimento de água potável e balneabilidade (Mota, 1997; Von Sperling, 1996).

As ETEs, caso não respeitem o tempo de permanências dos resíduos nos tanques e sejam receptoras de resíduos industriais e hospitalares, estarão lançando no corpo receptor, poluentes prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. E, por atender parte significativa da cidade de Ilhéus, o sistema de esgotamento sanitário atual, do qual a ETE faz parte, pode interferir na qualidade ambiental e em consequência na qualidade de vida das comunidades que vivem às margens do rio Cachoeira, em muitos casos associadas com a pesca e a mariscagem.

Esta avaliação integra um estudo maior que pretende realizar uma avaliação do real cumprimento da função da ETE, analisando o seu objetivo principal de tratar o material poluente, devolvendo ao meio ambiente e o rio Cachoeira, pois se espera que as avaliações realizadas neste estudo contribuam com proposições que reduzam a incidência de doenças de veiculação hídrica, a poluição da água e do solo, aumentando a produtividade da pesca e mariscagem para a população local. Esta condição se reflete em toda a comunidade que convive com o ambiente e usuários que consumem os produtos dali explorados.

O presente trabalho apresenta a análise específica acerca dos níveis de coliformes totais e coliformes fecais (*Escherichia coli*), avaliando a eficiência da ETE de Ilhéus no tratamento destes microrganismos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A Estação de Tratamento de Esgotos (14°47'58" S e 39°04'42" O) localiza-se no km 03 da rodovia Ilhéus - Itabuna, entre as margens da rodovia e o rio Cachoeira. Para as avaliações escolheram-se cinco pontos de coleta de amostras, tomando-se como referência à localização da ETE:

**Ponto A = caixa de distribuição da estação (14° 47' 48''S e 39° 05' 10''O)**

Ponto de entrada do afluente na estação, constitui-se de uma caixa de distribuição em forma de corredor, pequeno, de tijolos e cimento, com aproximadamente 2,5 metros de comprimento e 1,0 de largura, finalizando em uma bifurcação com chicanas de aço, a qual distribui os resíduos líquidos para os dois tanques de aeração.

**Ponto B = lagoa de aeração (14° 47' 52''S e 39° 05' 12''O)**

Construída na parte alta da estação, com tamanho de cada uma das duas lagoas, de 65 x 125 m por 5,00 m de profundidade com lâmina útil-esgoto de 4,50 m e tempo de retenção do líquido de 4,1 dias. Nesta lagoa é efetuado o tratamento secundário do efluente, através do sistema de aeração mistura completa.

**Ponto C = saída da ETE - lagoa de polimento / decantação (14° 47' 55''S e 39° 05' 27''O)**

Tem em cada uma das duas lagoas 75 x 280 m por 2,00 m de profundidade com lâmina útil-esgoto de 1,50 m e permanência de esgoto de 4,5 dias. As margens são inclinadas e reforçadas com tijolos e cimento.

**Ponto D (14° 47' 32''S e 39° 05' 44''O)**

Situado à margem esquerda no sentido nascente – foz, dista aproximadamente 980 m à montante do lançamento da ETE no rio Cachoeira.

**Ponto E (14° 47' 57''S e 39° 04' 56''O)**

Localizado à margem esquerda do rio Cachoeira, no sentido nascente – foz, situado a 1.050 m a jusante da estação.

As amostras para as análises microbiológicas foram coletadas no rio Cachoeira ao nível de maré de 0.2 unidade, entre os horários de 9:00 às 13:00 horas, às margens do rio e na ETE, entre os horários de 12:00 às 14:00 na entrada do afluente, na lagoa de aeração e no ponto de saída da lagoa sedimentação (decantação). Coletaram-se sessenta amostras distribuídas nas quatro estações do ano, com triplicatas em cada ponto, seguindo-se recomendações de Pelczar Jr *et al.* (1996) e a técnica recomendada pelo Guia da CETESB (Agudo *et al.*, 1987).

Escolheram-se os índices de Coliformes totais e Coliformes fecais – *Escherichia coli* pois, sendo termotolerante e de habitat do trato intestinal de humanos e outros animais de sangue quente, conforme os Guias da Organização Mundial da Saúde de 1995, satisfazem as exigências de um indicador ideal de poluição.

Para a análise bacteriológica escolheu-se a técnica da membrana filtrante (Apha, 1992), metodologia proposta por Pelczar Jr *et al.* (1996) e Silva *et al.* (2000), por ser um método de análise quantitativo que permite determinar o número de unidades formadoras de colônias (UFC) dos microrganismos alvo, em 24 h a 44,5° - 45,5° C, baseado na filtração de um determinado volume através de um filtro membrana com poro de 0,45µm.

Com os resultados das análises bacteriológicas, fez-se o comparativo com valores estipulados pelas Resoluções N.º 20/86 e 274/2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (Brasil, 1986; Brasil, 2000), que especificam Normas e Padrões de Potabilidade de Água destinada ao consumo humano, a partir de teste qualitativo da avaliação de Presença/Ausência (P/A) de bactéria do grupo coliformes em 100 ml.

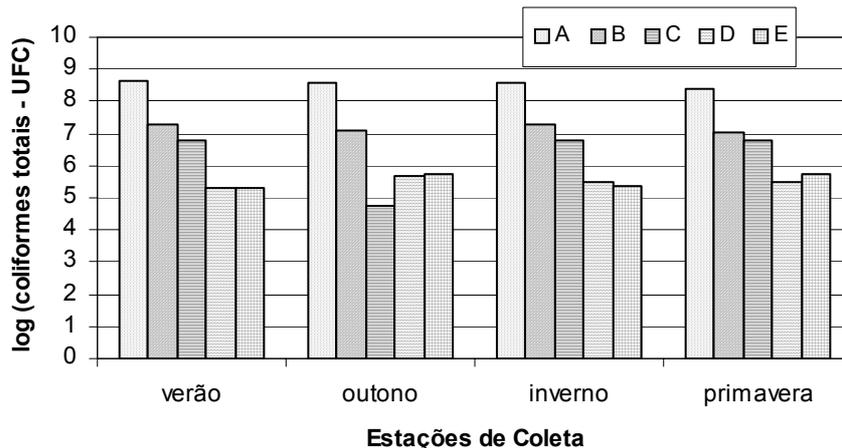
Considerando que as Resoluções N.º 20/86 e 274/2000, do CONAMA, não estabelecem valores limites para efluentes, as amostras dos pontos A, B e C foram baseadas nos valores definidos para a Classe – águas salobras dos pontos D e E, os quais estão localizados no corpo receptor. As referências estabelecidas são de 20000 UFC/100mL para coliformes totais (Resolução 20/86) e de 2000 UFC/100mL para *E. coli* (Resolução 274/2000). Com relação à eficiência do funcionamento da ETE, foram feitas as análises das eficiências na remoção de coliformes totais e coliformes fecais.

Para a análise estatística aplicaram-se testes estatísticos, tais como teste de Kolmogorov-Smirnov (pressupostos de normalidade); o teste *F* (ANOVA) para comparar as médias entre os pontos amostrais (Costa Neto, 1977).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

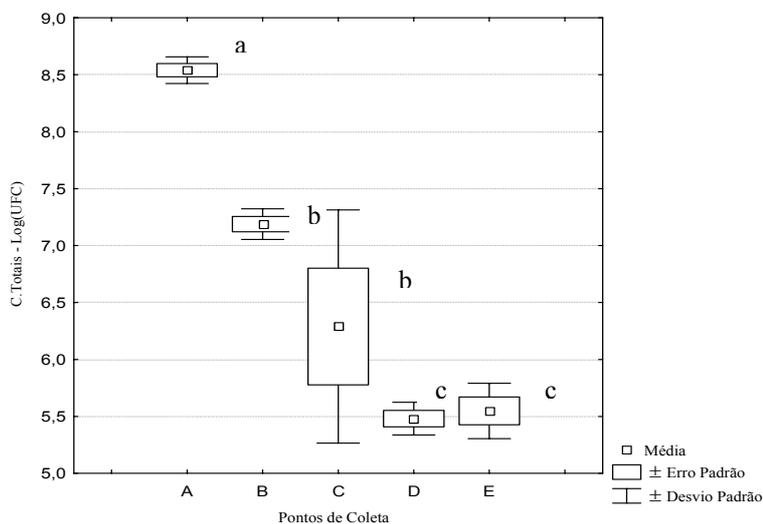
### Coliformes totais

A Figura 1 mostra a existência de uma redução gradual, de modo geral, no número de coliformes totais ao longo dos pontos analisados na ETE de Ilhéus, para todas as épocas estudadas. Salienta-se que, em três das quatro amostragens, o número de coliformes totais no ponto C foi maior do que o valor encontrado para o rio, indicando existir um aporte desses elementos ao corpo hídrico receptor.



**Figura 1** - Variação sazonal dos Coliformes totais nos pontos de coleta, na ETE de Ilhéus, BA, 2003. (A = caixa de distribuição, Ponto B = lagoa de aeração, Ponto C = lagoa de decantação, Ponto D = 980 m a montante do lançamento da ETE, Ponto E = a 1.050 m a jusante da estação).

Esse parâmetro não apresentou distribuição normal, conforme resultado do teste de Kolmogorov-Smirnov ( $KS = 0,44586, p < 0,1$ ). Os resultados do teste Kruskal-Wallis (não paramétrico) acusaram diferenças significativas entre as médias nos pontos analisados ( $\chi^2 = 16, p = 0,0041$ ).

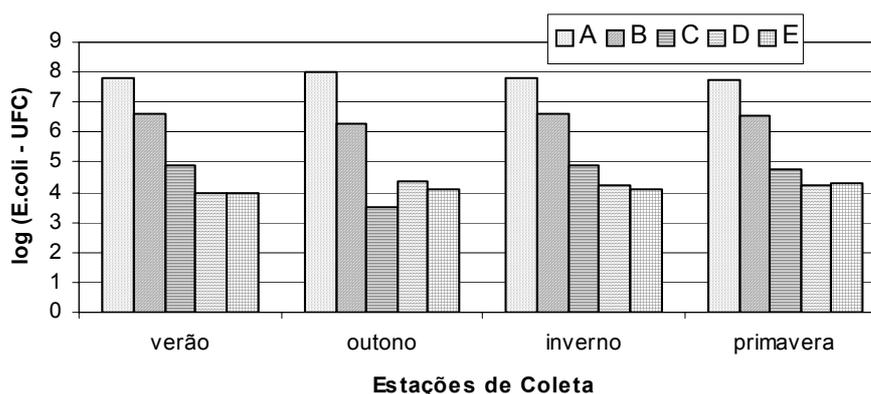


**Figura 2** – Box plot - Coliformes totais médio nos pontos de coleta na ETE, Ilhéus, BA, 2003. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste Duncan a 5 % de significância.

Verifica-se a existência de grupos distintos de médias (Figura 2), sendo que o valor obtido no ponto de coleta localizado na entrada da estação é estatisticamente maior do que aqueles obtidos nas lagoas de aeração e de decantação, que são maiores que os valores dos pontos no rio cachoeira. A Figura 2 mostra também um gradativo decréscimo na quantidade de coliformes totais ao longo da estação de tratamento de esgotos. Entretanto o efluente lançado no rio ainda apresenta média de valores superiores aos encontrados no ponto de coleta localizado a montante da estação.

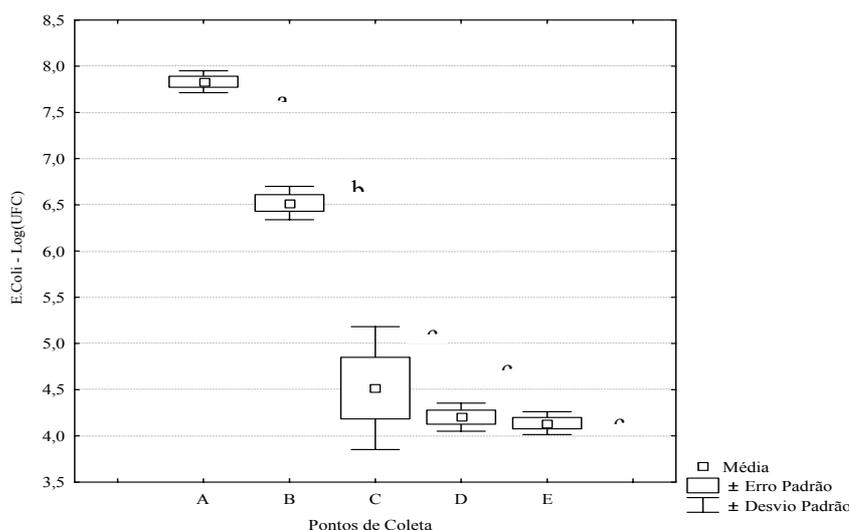
### Coliformes fecais – *Escherichia coli*.

Os dados referentes ao comportamento da *E. coli* são bastante similares aos dos apresentados pelos Coliformes totais, mostrando uma tendência de diminuição ao longo da estação (Figura 3). Este parâmetro não apresentou distribuição normal, conforme resultado do teste de Kolmogorov-Smirnov ( $KS = 0,43643$ ,  $p < 0,1$ ). Os resultados do teste Kruskal-Wallis (não paramétrico) acusaram diferenças significativas entre as médias de *E. coli* nos pontos analisados. ( $\chi^2 = 16$ ,  $p = 0,0039$ ).



**FFigura 3** - Variação sazonal da *E. Coli* nos pontos de coleta, na ETE de Ilhéus, BA, 2003 (A = caixa de distribuição, Ponto B = lagoa de aeração, Ponto C = lagoa de decantação, Ponto D = 980 m a montante do lançamento da ETE, Ponto E = a 1.050 m a jusante da estação).

Revelam-se grupos distintos de médias (Figura 4), sendo que os valores obtidos no ponto de coleta localizado na entrada da estação são estatisticamente maiores do que aqueles obtidos na lagoa de aeração que, por sua vez, é maior que nos demais pontos amostrados. Os valores de *E. coli* diminuem gradativamente desde a entrada do efluente na estação até seu despejo no rio. Entretanto nota-se que os valores médios de *E. coli* a jusante da estação são menores do que os lançados no rio pela estação. Devido ao processo de autodepuração, o ponto E apresenta valores médios ligeiramente menores do que o ponto D.

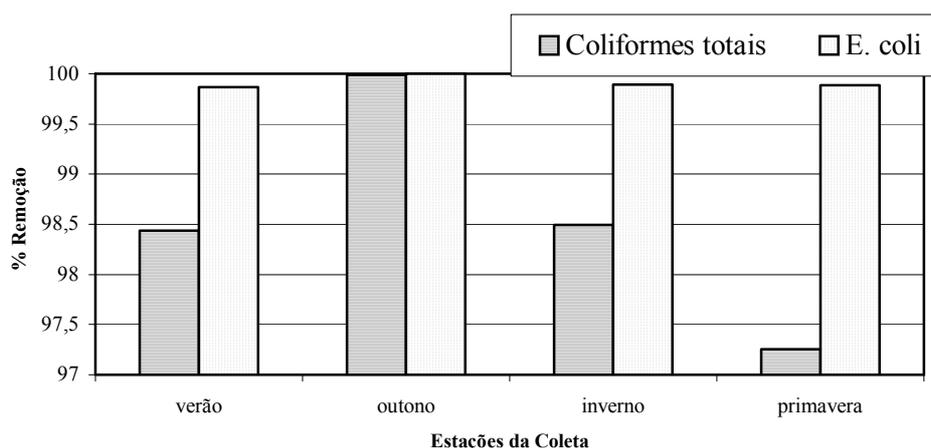


**Figura 4** - Box plot – Coliformes fecal – *E. coli* médio nos pontos de coleta na ETE, Ilhéus, BA, 2003. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste Duncan a 5 % de significância.

Referente a esta variável, a ETE é eficiente no seu funcionamento, porém os valores encontrados no momento de despejo do efluente se encontram maiores do que os valores encontrados a montante da ETE quando comparados com os valores estabelecidos nas Resoluções 20/86 e 274/2000.

#### **Eficiência na remoção de Coliformes totais e Coliformes fecais - *E. coli*.**

Na Figura 5 observa-se, para coliformes totais, a eficiência de remoção durante as quatro épocas de amostragem, variando de 97,25 a 99,98%, mas apesar das elevadas percentagens de remoção, somente no outono o efluente da ETE foi lançado no corpo hídrico com índices recomendados de remoção de coliformes. Estes dados podem ter uma relação com a qualidade dos serviços da ETE diante dos períodos do ano com maiores temperaturas, aumento dos usuários e do consumo de água, assim como de maior produção de esgotos.



**Figura 5** – Eficiência na remoção de Coliformes totais e *E. coli* na ETE, Ilhéus, BA, 2003.

Para reduzir a quantidade de coliformes totais lançados no efluente, a eficiência da ETE deveria alcançar os valores iguais ou maiores de 99,95% no verão, 99,92% no inverno e 99,87% na primavera que são os níveis dos valores do ponto a montante da estação.

Considerando que um corpo d'água receptor do lançamento de esgotos pode incorporar a si toda uma ampla gama de agentes transmissores de doenças e que em três estações do ano, a ETE não alcançou o índice de eficiência, uma vez que o valor de lançamento do efluente superou os valores dos resultados encontrados nas amostras coletadas no ponto à montante, podendo-se esperar que afete alguns dos usos preponderantes a ele destinados, tais como balneabilidade.

A eficiência de remoção dos coliformes fecais, para as quatro épocas de amostragem, também é apresentada na Figura 5. Apesar das elevadas percentagens de remoção (variando de 99,86 a 99,99%), somente no outono o efluente da ETE foi lançado no corpo hídrico com menores quantidades de *E. coli*.

Comparando os valores encontrados com o valor de > 99,9 % estimado, para remoção de coliformes fecais, pelo Projeto executivo de esgotamento sanitário da cidade de Ilhéus (BAHIA, 2001), observou-se que a ETE só alcançou o valor estimado pela meta, na estação do outono.

## CONCLUSÃO

Com base nas condições analisadas, os resultados permitem concluir que, apesar de ter alcançado um alto índice de eficiência na remoção destes no outono (99,9%

para totais e *Escherichia coli*), a ETE de Ilhéus (BA) deve aperfeiçoar os processos de tratamento para controle de Coliformes, nas demais estações do ano.

## REFERÊNCIAS

- AGUDO, E. G. *et al.* (Coord). 1987. **Guia de coletas e preservação de amostras de água**. São Paulo: CETESB.
- APHA. 1992. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 18<sup>th</sup> ed. American public health association, Washington D.C.
- BAHIA. 2001. **Plano diretor de desenvolvimento urbano da cidade de Ilhéus – Relatório final – diretrizes – caracterização sócio econômico e físico ambiental de Ilhéus**. Salvador: Governo do Estado da Bahia; SEPLANTEC; CAR.
- BRASIL. 1986. CONAMA. Resolução N.º 20, de 18.06.86. Estabelece classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. <http://www.mma.gov.br/port/conama>.
- BRASIL. 2000. CONAMA. Resolução N.º 274, de 29.11.2000. Estabelece classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. <http://www.mma.gov.br/port/conama>.
- BRASIL. 1999. **Plano de adequação ambiental e gestão de águas nas bacias dos rios Almada e Cachoeira em Ilhéus, BA** – planos setoriais. v. III, Salvador: HIGESA.
- COSTA NETO, P. L. de O. 1977. **Estatística**. Ed. Bücher Ltda. São Paulo.
- IBGE. 2004. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Cidades@: Ilhéus. <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>.
- MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 1997. 1. ed., Rio de Janeiro, RJ: ABES, 292p.
- PELCZAR JR, M. J. *et al.* 1996. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. v. II, 2. ed., São Paulo: MAKRON books.
- SILVA, N. *et al.* 2000. **Manual de métodos de análise microbiológica de água**. Itai Campinas: São Paulo.
- VON SPERLING, M. 1996. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Volume 1. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Federal de Minas Gerais.