

## **Avaliação dos impactos socioambientais do uso da água dos rios Ararandeuá e Pebas no município de Rondon do Pará**

### Eixo 2 – Engenharia e Meio Ambiente

Augusto G. Rego<sup>1</sup>, Ananda C. F. Alves<sup>2</sup>, Fábio P. da Silva<sup>3</sup>

*1Universidade Federal do Pará – UFPA – Belém-PA – augustorego@ufpa.br*

*2Universidade Federal do Pará – UFPA – Belém-PA – ananda.froes.alves@gmail.com*

*3Universidade Federal do Pará – UFPA – Belém-PA – f.paivadasilva@yahoo.com.br*

### **Resumo**

A relação entre os recursos hídricos, a sociedade humana e o meio ambiente atualmente depende do planejamento e da gestão desses recursos, já que estes se relacionam intrinsecamente com a qualidade de vida e desenvolvimento social da comunidade. Desta maneira, o estudo foi realizado visando avaliar a qualidade da água dos rios Ararandeuá e Pebas – que banham a cidade de Rondon do Pará – identificando, primeiramente, os principais pontos poluidores ao longo dos rios e, posteriormente, relacionar os dados obtidos com impactos sociais e ambientais na cidade. Foram realizadas análises em amostras de água dos rios em diferentes pontos e períodos (chuva e estiagem), a fim de obtermos dados mais específicos. A qualidade das águas foi calculada pelo índice de qualidade da água, IQA, que utiliza parâmetros físicos, químicos e biológicos. Com o estudo foi possível concluir que, devido aos crescentes impactos ambientais decorrentes do crescimento econômico da cidade, o desenvolvimento social é prejudicado, pois a população local depende diretamente dos rios para atividades importantes como pesca, transporte e lazer.

**Palavras-chave:** Uso da Água; Qualidade da Água; Desenvolvimento Social.

### **1 Introdução**

O uso da água faz-se extremamente necessário para a manutenção da qualidade de vida e desenvolvimento da humanidade. Sua importância é tão relevante que se pode listar inúmeras atividades dependentes direta ou indiretamente deste recurso natural, tais como: geração de energia, saneamento, agricultura, atividades industriais, transporte, higiene e lazer. (SPERLING, 2005)

Existe, entretanto, uma tendência histórica e desarmônica de o homem lançar seus detritos nos cursos de água (FARIAS, 2008). Apesar de a água ser um recurso natural abundante na superfície do planeta, nem sempre essas águas são apropriadas para o contato ou consumo humano (BRAGA, 2005) e, se tratando de recursos hídricos, o seu correto aproveitamento é indispensável para o desenvolvimento social.

Na região amazônica, caracterizada pela abundância de rios, as cidades mantêm uma relação intrínseca e bastante dependente destes cursos hídricos. No caso estudado, Rondon do Pará é banhado pelos rios Ararandeuá e Pebas e depende destes para a pesca, transporte, manutenção da fauna e flora, mas, devido ao crescimento econômico da cidade, onde o PIB duplicou desde a década de 90

(IBGE), estes rios tem sido alvo de despejos indevidos, afetando a qualidade de vida da população local.

## **2 Objetivo**

Este trabalho tem como objetivo realizar um estudo da qualidade da água dos rios Ararandeuá e Pebas através do cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA) e relaciona-lo aos impactos socioambientais na cidade.

## **3 Metodologia**

A metodologia utilizada consistiu em, primeiramente, investigar os aspectos gerais da área de estudo, tais como população, área, identificação das fontes poluidoras dos rios, assim como visitas a estes pontos, principais usos da água por parte da população. Neste caso, as informações foram obtidas acompanhando as atividades dos habitantes, buscando menor interferência possível e mantendo o protagonismo destes.

Após a identificação das principais fontes poluidoras dos rios Ararandeuá e Pebas, foram recolhidas ao todo doze amostras da água dos rios. Seis amostras pontuais do rio Ararandeuá (Três em período chuvoso e três em período de estiagem) e outras seis amostras pontuais do rio Pebas (Três em período chuvoso e três em período de estiagem). Foram, então calculados os IQAs de cada amostra através dos parâmetros oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, DBO, nitrogênio total, fósforo, temperatura, turbidez e sólidos totais.

Após as análises, foi possível determinar a qualidade da água nos pontos estudados e relacionar os dados obtidos com possíveis causas da degradação dos cursos de água, assim como os impactos no desenvolvimento social e no meio ambiente da área de estudo.

## **4 Resultados**

Segundo Filho (2009), o rio Ararandeuá possui extensão de 1585 km e de acordo com a forma geométrica de sua bacia é classificada como Dendrítica, pois seus afluentes possuem uma rede semelhante ao arranjo de uma árvore (Figura 1).

Figura 1 – Bacia Hidrográfica do Rio Ararandeuá  
Fonte: Filho (2009)

O município de Rondon do Pará pertence à mesorregião do Sudeste Paraense e à microrregião de Paragominas. Tem os seguintes limites territoriais: Goianésia do Pará e Dom Eliseu (ao Norte); Dom Eliseu e Maranhão (a Leste); Bom Jesus do Tocantins, Marabá e Abel Figueiredo (ao Sul) e; Jacundá e Nova Ipixuna (a Oeste). A Sede do Município de Rondon do Pará está localizada no alto Ararandeua, cerca de 50 km da nascente do rio. Os rios que contornam a sede são o próprio Ararandeua (na parte superior) e um dos seus principais tributários, o Pebas (na parte inferior).

Figura 2 – Centro urbano de Rondon do Pará

Fonte: Google Earth (2009)

Foi analisada a série histórica de precipitações pluviométricas no local, com o objetivo de identificar os períodos de cheia e estiagem, como suporte para coleta e análise das amostras de água. Os dados pluviométricos foram extraídos do banco de dados “Hidroweb” da Agência Nacional de Águas, da estação Rondon do Pará (código de identificação 00448000) operada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).

Para a análise, foram calculadas as precipitações médias mensais e precipitações totais anuais para o período em estudo, e então feito uma avaliação da variabilidade da precipitação pluviométrica. Com relação à variabilidade anual das precipitações pluviométricas registradas pela estação 00448000 (CPRM), a partir do ano de 1992, não houve grandes variações na precipitação total anual (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Precipitação anual total entre 1981 e 2005

Fonte: ANA (2007)

As precipitações médias mensais durante o período estudado variam de forma semelhante à curva da média de dias chuvosos em cada mês (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Informações mensais entre 1981 e 2005

Fonte: ANA (2007)

É notório que o mês com maior precipitação total (mm) é o de Março, onde os valores são relativamente maiores que os meses vizinhos, portanto é o mês onde a coleta das amostras de água na bacia no período chuvoso é mais representativa. Os meses do intervalo de Julho à Outubro possuem valores semelhantes e são os meses mais propícios para a coleta das amostras no período de estiagem. A média de dias chuvosos é importante para a análise, pois os resultados das análises das amostras de água variam nos dias chuvosos.

#### **4.1 Rio Ararandeuá**

Descendo cerca de 300m o rio Ararandeuá, a partir da nascente, chega-se ao ponto mais próximo à jusante do lançamento de efluentes de uma indústria de laticínios, limitando os usos do curso d'água apenas à diluição de despejos. A situação não se difere muito entre os períodos chuvosos e de estiagem: foi observada a degradação da mata ciliar, e há uma maior quantidade de plantas aquáticas no período chuvoso, além da turbidez, visualmente elevada nos dois momentos (Figura 3 e Figura 4).

Figura 3 – Área próxima aos despejos industriais de laticínio na estiagem

Figura 4 – Área próxima aos despejos industriais de laticínio nas chuvas

Na campanha de Dezembro de 2008, foi possível adentrar na indústria, onde foram feitos alguns registros fotográficos do empreendimento. A visita limitou-se apenas à parte externa da indústria e ao acesso a algumas salas que continham produtos utilizados nos vários processos industriais. Foi verificada ainda, a ineficiência de tratamento dos efluentes industriais, apesar da existência de uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE).

Figura 5 – Visão geral da estação de tratamento de esgoto da indústria

O lançamento de esgoto industrial em um corpo hídrico com tratamento que não adeque suas características físico-químicas e bacteriológicas com a do corpo hídrico em questão é vetada pela Política Estadual do Meio Ambiente e passível de punições e sanções (PARÁ, 1995).

#### **4.2 Rio dos Pebas**

Durante as campanhas realizadas em 2008, não houve alterações significativas no rio dos Pebas (afluente do rio Ararandeuá). Os usos identificados foram: recreação e lazer, pesca, manutenção de fauna e flora, navegação de pequeno porte, dessedentação de animais e diluição de despejos.

Nas campanhas de 2008, o matadouro municipal (Figura 6), que atende grande parte dos produtores do município, despejava seu esgoto no curso d'água sem tratamento. A descarga é proveniente de diversas etapas (currais, sangria, decapitação e etc.) e é composto principalmente por fezes, sangue e gorduras.

Figura 6 – Matadouro municipal de Rondon do Pará

Era visível ainda, o processo erosivo nas proximidades do local, o que aumenta a quantidade de sólidos no rio (Figura 7).

Figura 7 – Erosão na área do matadouro

O curral (Figura 8) possui um sistema de drenagem através de canaletas que escoam o efluente da área para uma tubulação que recebe também contribuição das demais etapas do processo de abate.

Figura 8 – Curral do matadouro, escoamento das fezes feito por canaletas

A canalização do esgoto não chegava às margens do rio, o que não impedia de ser visível a zona de mistura esgoto/rio (Figura 9).

Figura 9 – Tubulação de esgoto

No ano de 2009, foi implantada uma unidade de tratamento de esgotos no local na tentativa de minimizar os impactos ambientais provenientes do empreendimento, porém o tratamento ainda não se mostra eficiente. A unidade consiste em captar o esgoto gerado e encaminhá-lo através de tubulação interceptadas por uma sequência de caixas de retenção de gordura até chegar a uma unidade decanto-digestora (fossa séptica) (Figura 10).

Figura 10 – Tratamento de esgoto do efluente do matadouro municipal

O destino final do efluente tratado seria a percolação no solo através de uma unidade de infiltração (sumidouro), o que, porém não ocorre, já que o volume de efluente é superior à capacidade de absorção do solo na área (Figura 11). Com as chuvas o sumidouro, que é céu aberto, transborda e o esgoto escoar pela superfície até chegar ao rio.

Figura 11 – Sumidouro do matadouro municipal a céu aberto

Seguindo o rio dos Pebas, próximo à “Ponte do 92” (BR-222), é possível verificar o lançamento de fluentes líquidos provenientes de uma indústria de laticínios nas diversas etapas do processo de produção, provavelmente sem tratamento que contribui para a degradação do rio (Figura 12).

Figura 12 – Efluente de laticínio sendo lançado no rio dos Pebas

### **4.3 Índice de Qualidade da água**

Segundo HELLER e PÁDUA (2010), indústrias dos tipos mais variados podem produzir ou fazer uso de compostos que, dependendo da concentração, podem ser maléficos ao ser humano, causando desde pequenas irritações até mutagênese, danos ao cérebro e a outros órgãos internos. Em se tratando de punição, no direito ambiental existe um princípio conhecido como princípio do poluidor-pagador, que serve como base para a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998). Aplicando ao caso de Rondon do Pará, a falta de fiscalização por parte dos órgãos competentes acaba gerando um conforto aos poluidores, que despejam efluentes nos corpos hídricos sem muita preocupação com o impacto socioambiental que essa ação venha a causar a comunidade, especialmente àquela que tem contato direto com as águas do rio.

Ao longo da história da humanidade, as necessidades de uso da água foram se tornando mais exigentes e diversificadas, em quantidade e qualidade, sendo seus principais usos: abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação, aquicultura, geração de energia hidrelétrica, navegação, recreação, harmonia paisagística, pesca, diluição, assimilação e afastamento de efluentes, entre outros (HELLER e PÁDUA, 2010). Todos estes se relacionam a sociedade humana e sua relação com o meio ambiente e qualidade de vida. Portanto, estes possuem relação também com a qualidade dos corpos hídricos.

Para a escolha do Indicador de Qualidade da Água a ser utilizado na pesquisa, foi necessário levar em consideração que o ambiente é lótico, ou seja, as águas são correntes, portanto o mais viável para utilização na pesquisa foi o IQA, que é calculado a partir do produtório ponderado da qualidade das variáveis que compõem o indicador:

Onde:

IQA = Número de 0 a 100;

$q_i$  = peso relativo do  $i$ -ésimo parâmetro;

$W_i$  = valor do subíndice relativo ao  $i$ -ésimo parâmetro;

$n$  = Número de variáveis que compõem o indicador.

Como a sustentabilidade do sistema hídrico e de todos os seus elementos necessita do fluxo de água, ou do consumo de água, é necessário que a mesma apresente qualidade para esses fins. O IQA avalia o estado dos corpos hídricos como fator limitante de interação com os demais elementos do sistema hídrico. Considerando a delimitação da área de pesquisa, o ponto A-01 (nascente do Ararandeua) não entra no cálculo e os demais resultados são apresentados no Quadro 1 e Quadro 2 e Tabela 1 e Tabela 2.

Quadro 1 – Resultados dos parâmetros de qualidade da água (estiagem)

Tabela 1 – Valores de IQA calculados para o período de estiagem

<b>Ponto</b>	<b>Valor</b>	<b>Qualidade</b>
A2	39,01	Regular
A3	35,31	Ruim
A4	32,56	Ruim
P3	50,03	Regular
P2	50,19	Regular
P1	48,15	Regular

Quadro 2 – Planilha de resultados dos parâmetros de qualidade da água (chuvas)

Tabela 2 – Valores de IQA calculados para o período chuvoso

Ponto	Valor	Qualidade
A2	48,23	Regular
A3	50,89	Regular
A4	27,26	Ruim
P3	50,81	Regular
P2	44,34	Regular
P1	46,66	Regular

Observando o mapa com os resultados da qualidade da água no período de estiagem, o rio dos Pebas apresenta melhores resultados nos dois pontos avaliados, P-01, P-02 e P-03, apresentando, respectivamente os valores de 48, 15, 50, 19 e 50, 03, considerados valores regulares de qualidade da água. Isso pode ser explicado que a única contribuição significativa que o corpo d'água recebe nesse trecho são os efluentes do matadouro entre os pontos P-01 e P-02 e de uma indústria de laticínios logo a montante de P-03 (Figura 13).

Figura 13 – IQA dos pontos de amostragem no período de estiagem

Ainda acompanhando a Figura 35, como esperado, o trecho do rio Ararandeuá que corta a sede municipal de Rondon do Pará apresentou pior qualidade de acordo com os resultados do indicador. O ponto A-02, localizado próximo aos balneários “Cai n'água” e “Rio dos Garimpos” apresentou qualidade regular (IQA=39,01), já a jusante desse ponto, como mencionado anteriormente, são encontradas descargas de esgoto através da rede de drenagem fazendo com que a qualidade da água caia e o IQA passe a ter valor considerado ruim (IQA=35,31 em A-03).

Considerando agora os resultados da qualidade da água no período chuvoso, o único ponto cuja classificação de qualidade da água, segundo o IQA, mudou foi o A-03, onde na estiagem foi classificado como “ruim” (IQA= 35,31) e nas chuvas foi classificado como “regular” (IQA=50,89).

A situação encontrada é semelhante nos dois rios, porém se no período de estiagem o rio Pebas apresentou melhores resultados de IQA, no período chuvoso a situação se inverte, provavelmente pela presença da mata ciliar dentro da sede do município, uma vez que a mesma se caracteriza como uma proteção natural do ambiente contra o processo de lixiviação urbana somada ao aumento da vazão no rio Ararandeuá, que ganha mais capacidade de depuração. Já o rio dos Pebas apresenta em alguns trechos a degradação da mata ciliar, perdendo capacidade de defesa contra o processo de lixiviação urbano (Figura 14).

Figura 14 – IQA dos pontos de amostragem no período chuvoso

Por fim, o ponto com pior qualidade apresentada nos dois períodos é o A-04, o qual recebe, além das contribuições já mencionadas de esgoto, toda a carga poluidora proveniente da pecuária dentro da própria sede urbana (IQA= 32,56 na estiagem e IQA=27,26 nas chuvas).

A utilização da água pelas principais atividades econômicas do elemento homem em Rondon do Pará é uma das mais importantes interações existentes no sistema hídrico caracterizado para a pesquisa. No município de Rondon do Pará, a agricultura e a pecuária ganharam mais espaço sobre a atividade madeireira. As atividades crescem cada vez mais e, com elas, suas consequências negativas aos demais elementos do sistema, como, por exemplo, a degradação da qualidade da água, portanto a taxa de crescimento da produção agropecuária é um indicador de pressão sobre os recursos hídricos.

Em Rondon do Pará parte da criação de rebanhos, tanto de bovinos, suínos, caprinos etc., é para consumo interno. O crescimento da população representa um

aumento nos rebanhos citados, e concomitantemente a necessidade de água desde a criação até o abate das cabeças. A “Taxa de crescimento populacional” é considerada um indicador de pressão e representa indiretamente a velocidade em que se encontra o aumento da demanda sobre os recursos hídricos como um todo (superficiais e subterrâneos), não só para o consumo humano, mas para a cadeia produtiva do município.

O aumento da quantidade dos elementos que demandam água afeta diretamente os estoques do recurso água dentro do sistema hídrico, a interação entre esses elementos (homem e ambiente aquático) é sensível a fatores relacionados a crescimentos populacionais.

Segundo a Secretaria Executiva de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças – SEPOF/PA – (2007), a população de Rondon do Pará cresce a cada ano. Os dados mostram que no ano de 1996 havia 35.221 habitantes, nos registros de 2001 a população ultrapassou 40.000 habitantes e em 2007 chegou a 47.284 habitantes (Gráfico 3).

Gráfico 3 – População de Rondon do Pará

Fonte: SEPOF/PA (2007)

O crescimento populacional rondonense já apresenta seus primeiros problemas, as primeiras favelas estão surgindo sem abastecimento de água de qualidade e esgotamento sanitário. Além do mais, esse crescimento é fonte de preocupação também com o aumento da demanda de recursos hídricos, aonde esse incremento vem agregado não só ao consumo humano, mas a toda cadeia produtiva municipal. E o problema tende a crescer, já que políticas públicas não foram tomadas quanto ao planejamento urbano da cidade de Rondon do Pará.

No município, crescimento da demanda por recursos hídricos pode não ser atendido, gerando consequências negativas como a busca de alternativas de abastecimento de água, que podem ser poços com pequena profundidade (freáticos), que estão suscetíveis a contaminações provenientes de fossas sépticas construídas sem orientação técnica, quando os riscos de ocorrências de doenças relacionadas à água aumentam.

A taxa de urbanização é um processo comum dentro de sistemas hídricos semelhantes ao de Rondon do Pará (áreas urbanas). Esse arranjo dos elementos em torno do espaço do sistema é determinante para a utilização dos recursos naturais (no caso a água). Ambientes urbanos necessitam de infraestrutura para regular essa interação entre o elemento ser humano e os demais elementos através

da utilização da água. Quanto maior for a taxa de urbanização, maior será a necessidade de infraestrutura urbana de controle do uso da água, no caso infraestrutura sanitária mitigando, assim, impactos negativos gerados a partir desse uso e tornando o ambiente saudável para todos os elementos do sistema.

## 5 Conclusão

Segundo Siche (2007), os índices ou indicadores funcionam como um sinal de alarme para manifestar a situação do sistema avaliado, pois são valores estáticos, isto é, dão uma fotografia do momento atual. Sabendo que a natureza e a sociedade são sistemas dinâmicos, os índices não captam certos fenômenos que ocorrem no sistema, como a mudança tecnológica ou adaptabilidade dos sistemas sociais, mas através dos IQAs encontrados, foi possível visualizar realidade constante na Amazônia: o desenvolvimento social não consegue acompanhar o desenvolvimento econômico das cidades. Gerando, maiores disparidades sociais e maiores impactos ao meio ambiente. A qualidade da água dos rios Ararandeuá e Pebas está diminuindo com a degradação por ações antrópicas e, em alguns pontos, já apresentam qualidade ruim. O modelo de desenvolvimento adotado por Rondon do Pará vem trazendo sérias consequências para estes rios, principalmente no trecho que passa pela sede municipal.

Devido à falta de controle ambiental, os laticínios e matadouros localizados na área de estudo despejam seus efluentes in natura nos corpos d'água, fato que tem prejudicado atividades produtivas (como agricultura familiar, criação de peixes, turismo e pesca) e a comunidade, que necessita de água de qualidade suficiente para satisfação das necessidades domésticas.

A não existência de um programa de monitoramento da qualidade da água dos rios por parte do poder público dificulta ou, até mesmo, impede a obtenção de informações sobre a qualidade dos rios, visto não existirem dados sobre a vazão, por exemplo, dificultando o planejamento de políticas públicas para gestão dos recursos hídricos.

A inexistência de movimentos sociais na cidade relacionados especificamente à preservação dos rios Ararandeuá e Pebas dificulta o conhecimento por parte da população da realidade lá encontrada que, com o crescimento econômico da cidade, facilita a disseminação de pontos poluidores.

Uma alternativa possível é que parte do capital gerado com as atividades econômicas no município seja transformado em tecnologias sociais para o desenvolvimento local, melhorando a distribuição de renda, buscando a equidade social e mantendo o protagonismo da população, tornando o cenário mais sustentável.

## 6 Referências

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. **Sistema de Informações Hidrológicas – hidroweb, dados hidrológicos (Estação 448000)**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>> Acesso em: 29 jun. 2008

FARIAS, M. S. S. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Cabelo**. Campina Grande: Paraíba: Universidade Federal de Campina Grande, 2006. 136p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade

Federal de Campina Grande – UFCG. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/copeag/teses2006/tese%20sally.pdf>> Acesso em: 12 Dez. 2007.

FILHO, F. C. O. C. **O reflexo da degradação ambiental e sua relação com a gestão hídrica da bacia hidrográfica do rio Ararandeuá-PA.** Belém - PA: Universidade Federal do Pará, 2009. 71p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, linha de pesquisa Recursos Hídricos.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio. **Abastecimento de água para consumo humano – volume 2.** 2ª edição. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo 2000: Indicadores Sociais – Estado do Pará.** Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo\\_Demografico\\_2000/Indicadores\\_Sociais/UFs/](ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2000/Indicadores_Sociais/UFs/)> Acesso em: 29 Set. 2008.

PARÁ. Lei 5.887 de 05 de dezembro de 1995. Disponível em: <[http://www.sema.pa.gov.br/interna.php?idconteudocoluna=2068&idcoluna=8&titulo\\_conteudocoluna=5887](http://www.sema.pa.gov.br/interna.php?idconteudocoluna=2068&idcoluna=8&titulo_conteudocoluna=5887)>. Visitado em: 06 de mai. de 2013.

SALATI et al. Água e o Desenvolvimento Sustentável. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs). **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação.** 3.ed. São Paulo - SP: Ed. Escrituras, 2006. 720p.

SECRETARIA EXECUTIVA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E FINANÇAS (SEPOF/PA). **Rondon do Pará: Estatística Municipal.** 2007. Disponível em: <[iah.iec.pa.gov.br/iah/fulltext/georeferenciamento/rondon.pdf](http://iah.iec.pa.gov.br/iah/fulltext/georeferenciamento/rondon.pdf)> Acesso em: 28 jan. 2008.

SICHE, R. et al. **Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países.** Ambiente & Sociedade, v. 10, n.2, p. 137-148, 2007.

SPERLING M. V. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgoto.** 3.ed. Belo Horizonte - MG: Editora da UFMG, 2005.v.1.452p.(Princípios do Tratamento biológico de Águas Residuárias; v.1.)