

Avaliação do impacto do uso e ocupação da terra na qualidade da água das nascentes e lagoas da bacia do rio Subaé com subsídio de técnicas de Sensoriamento Remoto

Erivaldo Vieira Adôrno ¹
Maria Alexandra Santivañez Cruz ¹
Taise Bonfim de Jesus ¹
Dária Cardoso Nascimento ²

¹ Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS/PPGM
Avenida Transnordestina, s/n, Campus Universitário, Módulo 5 - fundos, Prédio PPGM,
Bairro: Novo Horizonte, Feira de Santana-BA, CEP: 44036-900, UEFS
Erivadorno@gmail.com
Alexandra.santivanez@gmail.com
taisebj@hotmail.com

² Universidade Federal da Bahia - UFBA/IGEO
Campos Universitário de Ondina, Salvador-BA, CEP: 40.170-290, UFBA
daria@ufba.br

Abstract. Remote sensing is the science that studies the targets without having physical contact with them (INPE, 2001). It is the interaction of these targets with electromagnetic radiation that this science is based. Delimit the land use with orbital sensors in 2008 from Subaé River Basin is a practical example of its application. The Subaé river ecosystem has an extreme importance for the Feira de Santana City, providing many uses since the foundation of the city but with urban process evolution the ecosystem degradation has become a serious problem. We used image sensor orbital LANDSAT 5, 2008 to define the current land use (using the software ArcGIS 9.3), related to the quality of surface water data for the understanding of the impacts of that use on the springs and ponds in the area. The overall results show an occupation of the land comprised predominantly urban settlement with an area of 639,07 hectares representing 44,02% and 510,33 hectares of area of pasture with 35,16%. The point of the source of the river basin Subaé presented physical and quimical standards (dissolved oxygen (NPS-01, NPS-03), are those with the lowest values (0.4 and 2.8 mg / L)) and biological water quality above the limits established by CONAMA Resolution 357/2005 that is allocated exclusively to an urban area, which can determine the type of waste that is contributing to changes in water quality standard.

Keywords: Remote sensing, Subaé River, Watershed, Land Use, Water Quality

1. Introdução

A Política Nacional de Recursos Hídricos considera a bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Desta maneira se estabelecem mecanismos de proteção a estes recursos, como a instauração de leis e decretos que protejam a qualidade dos mesmos. Na cidade de Feira de Santana se tem declarado o rio Subaé como APA (Área de preservação Ambiental) com a legislação ambiental municipal nº 1.612/92 e é enquadrado como rio de classe 2 pela Resolução 357/05 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

A bacia hidrográfica é o espaço físico de gestão dos diversos usos da água, onde se pode melhor perceber e entender os impactos da ação antrópica sobre a quantidade e principalmente a qualidade da água como resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função das condições naturais e do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica (VON SPERLIN, 2005). Segundo Lima (2007), a qualidade da água não se restringe à determinação da pureza da mesma, mas às suas características desejadas para os seus diversos usos. Tanto as características físicas, químicas como as biológicas da água podem ser alteradas. Na maioria dos casos essa alteração é causada pela poluição, que pode ter diversas origens. Conduzem prejuízos econômicos para a região, que vão desde a redução da captura da pesca até o aumento do custo de aquisição e tratamento da água.

A cidade de Feira de Santana-BA teve crescimento urbano sem planejamento, o que acarreta em dificuldades para se compreender como se processou a ocupação urbana e resgatar espaços importantes para preservação ambiental. Estradas restritas e aterramento de lagoas temporárias urbanas geradas pelas ocupações espontâneas nas áreas de interesse ambiental, como as nascentes e lagoas do rio Subaé, prejudicam as análises das suas localizações e tamanho original, dificultando a compreensão espacial do objeto de estudo.

Uma vez que as ferramentas do Sensoriamento Remoto que estudam os alvos sem ter contato físico com os mesmos (INPE, 2001) possibilita a análise da ocupação urbana em áreas de interesse ambiental, esta técnica foi utilizada para gerar as mapas de uso e ocupação da Terra e espacialização e georreferenciamento de todos os pontos de coleta de amostras de água para estudos físico – químicos e biológicos das nascentes e lagoas.

É graças a metodologias de pesquisa e estudos como uso e ocupação da terra, no que tange aos recursos hídricos, que se conseguem descrever o espaço físico da bacia hidrográfica, em busca do entendimento dos impactos da ocupação do homem sobre a bacia hidrográfica e, conseqüentemente sobre os rios e lagoas que a compõem.

Segundo o Centro de Recursos Ambientais (CRA, 1998), na região da nascente, o rio Subaé recebe contribuições provenientes do Centro Industrial do Subaé – CIS e de assentamentos urbanos, sem sistema de esgotamento sanitário adequado. Além disso, visitas a campo comprovaram extração de mata ciliar para produção de tijolos, despejos de entulhos e ocupação urbana em áreas de Áreas de Proteção Permanente (APP), o que torna importante relacionar o impacto ambiental das ações antrópicas para avaliar o grau de poluição da água.

O presente estudo, tem o objetivo de avaliar o impacto do uso e ocupação da terra da área de estudo com a qualidade da água das nascentes do rio Subaé (lagoa Salgada (LSA), lagoa Subaé (LSU), nascentes Pedro Suzart (NSP)), georeferenciando os resultados relacionando-os com o mapa de uso e ocupação da terra levantado na área de estudo.

A área de estudo está inserida no alto da bacia hidrográfica do rio Subaé, pertencente ao município de Feira de Santana – BA e possui uma abrangência de 1.451,629 ha e altitude média de 220 m. A sua localização está entre as latitudes de 12°25'S a 12°28' S e as longitude de 38°90'W a 38°96'W (Figura. 1).

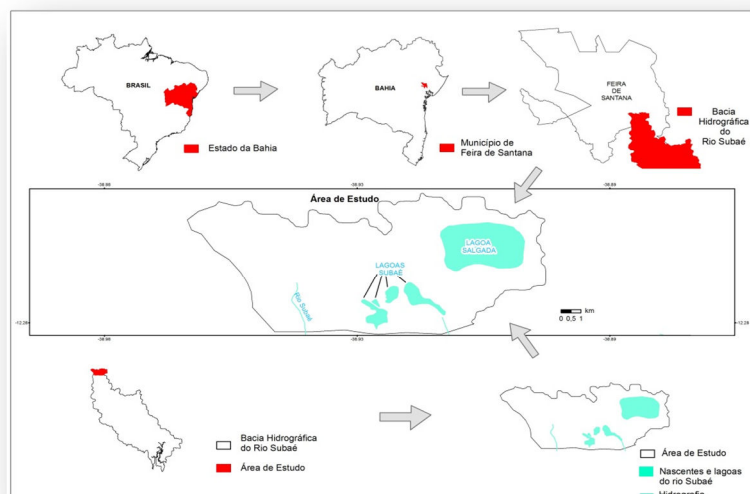


Figura 1. A área de estudo está inserida no município de Feira de Santana

Como uma característica peculiar de Feira de Santana, está a presença de grandes e diversas lagoas e lagos na sua superfície. Sua geomorfologia está desenvolvida sobre os sedimentos da formação Barreiras, composta pelo sistema aquífero granular livre, encontrado a pequenas profundidades, que formam o planalto ligeiramente ondulado e arrodado por morros testemunhos de rochas pré-cambrianas (embasamento cristalino), que por sua vez forma o sistema aquífero fissural - e, constituindo assim as nascentes, lagoas, riachos e rios. Nas zonas rebaixadas do planalto se encontram as redes hidrográficas dos rios Pojuca, Jacuípe e Subaé (ANJOS E BASTOS, 1968 apud BARBOSA, L.; BARRETO, J. 1985).

2. Metodologia

O presente trabalho, utiliza o sensoriamento remoto como uma ferramenta para a compreensão da espacialização da área de estudo, utilizando imagens de satélite TM LANDSAT 5 de 03/02/2008, órbita 216, ponto 68, base cartográfica, mapa digital de elevação (MDE) integrados no software de SIG *ArcGIS 9*, para determinar as áreas de estudo e o tipo de uso da cobertura da terra próximo aos locais das nascentes e lagoas. Assim mesmo com ajuda de dados de campo, se fez um levantamento dos perímetros das lagoas e nascentes georreferenciando tanto a localização, quando o local onde se coletaram as amostras de água para análises de parâmetros físico – químicos e biológicos realizados.

Para o entendimento da influência do uso e ocupação da terra sobre a qualidade das águas superficiais nas nascentes e lagoas do alto da bacia do rio Subaé, faz-se necessário a utilização de dados vetoriais georreferenciados da base cartográfica digital (folha de Feira de Santana), elaboradas pelo IBGE, escala de 1:100.000; Imagem do sensor TM/Landsat-5, bandas 3, 4 e 5 de 03/02/2008, órbita 216 e ponto 68; Modelo Digital de Elevação; mapas temáticos tais como geomorfológico, geológico, pedológico, entre outros e dados de visitas técnicas a campo com o auxílio de um receptor GPS (Sistema de Posicionamento Global).

As visitas técnicas a campo permitiram, além do reconhecimento da área de estudo e a conseqüente obtenção de pontos notáveis para a interpretação visual da imagem, o georreferenciamento das margens das três lagoas identificadas como nascentes da bacia

do Subaé, a lagoa Salgada, a lagoa Subaé do lado norte da BR-324 e lagoa Subaé do lado sul da BR - 324, assim como o ponto referenciado pela base cartográfica como nascente localizada no Bairro Brasília, na rua Pedro Suzart. Também o georreferenciamento dos sete pontos de coleta da água para a determinação da sua qualidade e posterior relacionamento com o uso e ocupação da terra.

As informações de campo possibilitaram a interpretação visual da imagem processada (na tela do computador) com mais precisão, onde elementos como tonalidade/cor, textura, forma e tamanho foram observados na imagem (Figura. 2) para se gerar as classes de uso e ocupação da terra, tais como área urbanizada, área urbanizada industrial (Centro Industrial do Subaé (CIS)), mata antropizada, mineração e pastagem, para o ano de 2010.

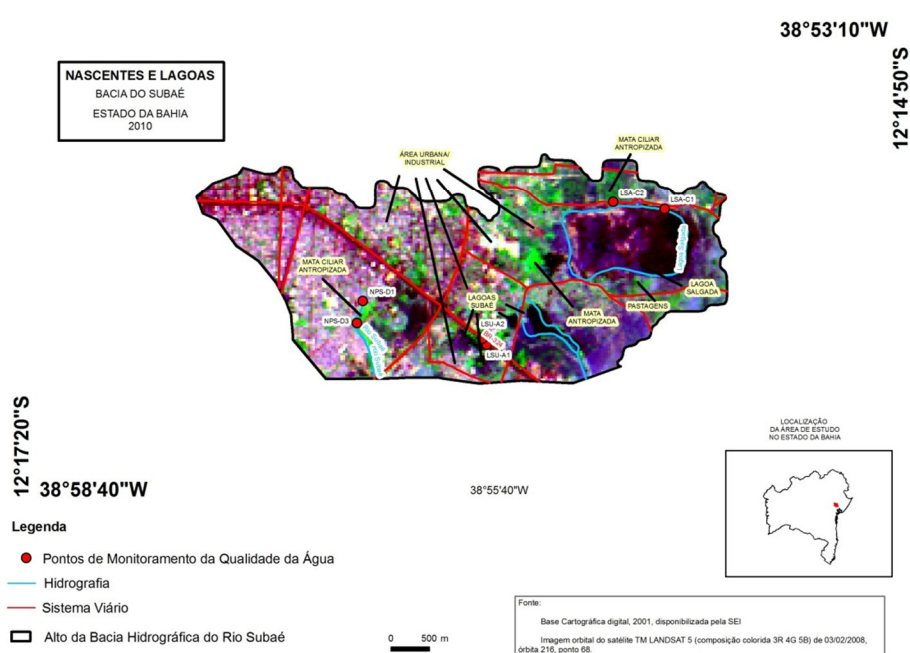


Figura 2. Imagem LANDSAT 5 de 2008 interpretada visualmente a partir de tonalidade/cor, textura, forma e tamanho e informações de campo.

A imagem de satélite baixada do site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) foi pré-processada (aplicação de técnicas de realce de imagem, georreferenciamento e equalização). Os dados georreferenciados foram integrados e analisados com a utilização do software de SIG (Sistema de Informação Geográfica) ArcGis 9.3.

O levantamento do uso e ocupação da terra permitirá identificar os diversos usos preponderantes da água na bacia do Subaé, bem como os impactos dos mesmos sobre a sua qualidade.

As informações adquiridas em campo e os dados cartográficos e bibliográficos existentes foram analisados seguindo a metodologia de análise sistêmica da área de estudo. As análises de parâmetros físicos foram realizadas “*in situ*” no dia da coleta, e as análises químicas e biológicas da água foram coletadas e preservadas em campo, analisadas no laboratório de Saneamento da UEFS no mês de setembro de 2010.

Posteriormente os resultados foram comparados com os padrões da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA N° 357/2005.

Resultados e discussões

É importante salientar que os resultados dessa pesquisa objetivam demonstrar as análises da situação ambiental da área de estudo, onde há um relacionamento do uso e ocupação da terra com os resultados encontrados da qualidade da água. Os valores de uso e ocupação da terra são apresentados em percentuais, presentes em tabelas e mapas.

A interpretação visual da imagem de satélite LANDSAT 5 do ano de 2009 possibilitou a delimitação do uso da terra e os seus respectivos percentuais de ocupação para a área de estudo.

Como se pode observar na Tabela 1 e Figura 3, na área de estudo predominam a ocupação urbana com uma área de 639,07 ha correspondente a 44,02%, e área de Pastagem 510,33 ha com 35,16%.

Tabela 1. Dados gerais de ocupação encontrada no alto da bacia do rio Subaé, em 2009

ANO 2009	AREA OCUPADA	(%)
Mata Antropizada	31,34	2,16
Área Urbana	639,07	44,02
Pastagem	510,33	35,15
Área Urbana	96,20	6,63
Olarias	3,19	0,22
Condomínios	7,39	0,51
Lagoas	164,10	11,30
TOTAL	1451,63	100

Além de se obter os valores quantitativos de ocupação é preciso perceber o grau de comprometimento da qualidade da água das nascentes e lagoas e verificar o uso da terra que pode estar comprometendo esta qualidade.

A nascente mais comprometida como se pode ver na tabela 2, é a nascente da Pedro Suzart, pH = 8,78, podendo, em determinadas condições de pH afetar a solubilidade de alguns nutrientes, os critérios para a proteção de vidas aquáticas fixam o pH entre 6 e 9. Da mesma forma, a turbidez de 409 UNT, acima do valor de referência do CONAMA 357/2005 (100 UNT), em um dos pontos de coleta, mostra a presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e outros detritos orgânicos, algas e bactérias. Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas, reduzindo, por sua vez, a produtividade de peixes (CETESB, 2001). Além disso, afeta adversamente os usos domésticos, industrial e recreacional de aquela água.

Tabela 2. Resultados da análise de parâmetros físicos “*in situ*”

CODIGO UNIDADE	pH	TURBIDEZ UNT	CONDUTIVIDADE μ S/cm	OD mg/l O ₂	TEMPERATURA °C
CONAMA 357/05	6,0-9,0	100	(*)	4	(*)
LSU-A1	7,55	7,59	1386	14,3	27,7
LSU-A2	6,91	10,28	546	6,1	24,6
LSU-B1	8,10	24,40	238	59	31,6
LSA-C1	6,71	3,48	388	8,4	31,9
LSA-C2	6,92	7,67	348	4,7	30,7
NPS-D1	8,78	86	1534	0,4	27,9
NPS-D3		409	968	2,8	26,3

(*) não especificada na norma

O parâmetro de condutividade não é citado pelo CONAMA 357/2005, porém a CETESB (2010), relata que esta variável depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água. Em geral, níveis de condutividade superiores a 100 S/cm são considerados ambientes impactados (CETESB, 2001). Os valores observados neste estudo estão em $\mu\text{S/cm}$, sendo assim, encontram-se abaixo dos valores estipulados para ambientes poluídos.

O oxigênio dissolvido nos pontos correspondentes a nascente Pedro Suzart (NPS-01, NPS-03), são os que possuem os valores mais baixos (0,4 e 2,8 mg/L), essa redução de O_2 deve ser atribuída a grande carga orgânica que recebe o córrego dos esgotos domésticos das imediações. A Lagoa Salgada LSA, e a lagoa Subaé lado norte da BR-324, apresentam um valor próximo ao mínimo permitido, também pela presença de grandes quantidades de macrófitas e algas, desenvolvidas numa coluna de água variável uma vez que essas lagoas são temporárias.

Nas visitas de campo e coleta de amostras realizadas nos locais de estudo, foram consideradas parâmetros químicos e biológicos de acordo com o tipo de atividade realizada próximo as margens das nascentes e lagoas. Inicialmente se constatou que na maioria das margens, não existia nenhuma distância a ser respeitada como área de preservação permanente estabelecida na Resolução do CONAMA nº 303/2002, que considera preservação permanente as áreas situadas nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, devendo ter um raio mínimo de área marginal de 30 metros de largura em zonas urbanas, para lagoas com mais de 20 ha de largura e situadas em área rural a área de preservação é de 100 metros (BRASIL, 2002). Encontrando na lagoa Salgada por exemplo condomínios construídos na margem da lagoa, olarias e casas, com indícios de aterramento para sua construção. Da mesma forma, na lagoa Subaé lado Sul da BR-324, onde as atividades no entorno são industriais, se registrou atividades de extração de água e soterramento para ampliações de construção de indústrias e abertura de estradas. Já no lado norte da lagoa Subaé, se encontraram mais indícios de assentamentos urbanos com dejetos de esgoto e lixo jogados nas margens da lagoa.

No caso da nascente da Pedro Suzart, foi o ponto identificado através do Sensoramento Remoto como a nascente do rio Subaé através da imagem de Satélite MT LANSAT (2008). Na visita de campo se registrou que esse ponto georreferenciado era uma boca de lobo, que serve como elemento dissolvente das descargas de esgoto bruto da região.

Na tabela 3 observa-se que os valores de DBO_5 estão acima do padrão, o que pode ser explicado pela presença de um alto teor de matéria orgânica, principalmente no ponto NPS-01 onde a água da nascente é misturado com o esgoto bruto de uma grande região urbana (ver Figura 3), induzindo ao esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Nos pontos LSU e (lado norte) e LSA, este fator pode indicar um incremento da microflora presente, interferindo no equilíbrio, além de produzir sabores e odores desagradáveis.

A Lagoa Salgada, apresenta a partir dos resultados das análises dos pontos LSA-C1 e LSA-C2 valores baixos de fosfato, o que provavelmente se deve à presença de uma coluna d'água superior a um metro, o que não acontece nas outras nascentes. Além disso, a Lagoa Salgada se encontra situada em área predominantemente de uso para pastagem, o que favorece a manutenção dos parâmetros físicos dentro dos padrões de qualidade da água estabelecidos pelo CONAMA.

Tabela 3. Resultados da análises de parâmetros químicos e biológicos

Parâmetros	DBO ₅	Fosfato	Nitrato	Sólidos Totais	Coliformes Totais	Coliformes Focais
Unidade	mg/l O ₂	mg/l PO ₂	mg/l N	mg/l	NMP/100 ml	NMP/100 ml
Método	Respirométrico	Acido ascórbico	Colorimétrico	Gravimétrico	Substrato Cromogênico	
CONAMA 357/05	5	(*)	10	500	(*)	(*)
LSU-A1	14	0	0	392	>23,00	23
LSU-A2	35	2,2	0	350	>23,00	>23
LSU-B1	10	0	0	148	>23,00	16,1
LSA-C1	13	0,9	0	1290	>23,00	3,6
LSA-C2	11	0,3	0	1216	>23,00	2,2
NPS-D1	120	92	0	338	2,4E7	2,7E6
NPSD3	0	51	0	568	5,0E7	8,0E6

(*) não especificada na norma

Os valores de referência de fosfato (de acordo com a classificação das lagoas) variam de $<0,010 \text{ mg L}^{-1}$ a $>0,1 \text{ mg L}^{-1}$ sendo este o valor para os casos mais graves de ambientes hipertróficos. Por tanto, pode se dizer, que o fosfato encontrado nos ambientes estudados, estão acima dos valores de referência, chamando a atenção o caso dos pontos da nascente da Pedro Suzart (NPS), já discutido anteriormente como ponto de efluente urbano não tratado, conseqüentemente, foram nestes pontos também que se encontraram valores de coliformes totais e termotolerantes acima dos valores de referencia na bibliografia.

Na lagoa Salgada (LSA), pela quantidade de matéria orgânica, macrófitas e algas presentes, se encontraram valores de sólidos totais elevados, com aproximadamente o dobro dos valores de referência, 1290 mg L^{-1} e 1216 mg L^{-1} , Assim também como na nascente da Pedro Suzart (NPS-03) onde o valor de sólidos totais foi de 568 mg L^{-1} , acima do limite legislado pelo CONAMA 357/2005.

Na figura 3, o mapa de uso e cobertura da terra reforça os resultados desse estudo, uma vez que existem parâmetros da qualidade da água característicos de rejeitos provenientes do tipo de uso identificado nas áreas de estudo, sendo estes principalmente de tipo urbano e industrial.

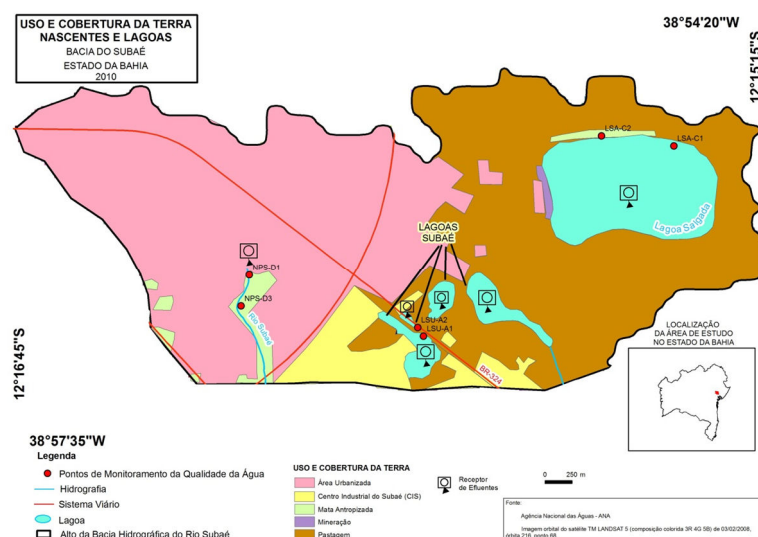


Figura 3. Mapa de uso e ocupação do solo nascentes do rio Subaé

CONCLUSÃO

O ponto da nascente da Bacia do rio Subaé, que apresentou padrões físicos químicos e biológicos de qualidade de água acima dos limites estabelecidos pela resolução

CONAMA 357/2005, está alocado em uma área exclusivamente urbana, o que pode determinar o tipo de rejeito que está contribuindo com as alterações no padrão de qualidade da água. Os demais pontos de coleta de água estão alocados em áreas indústrias, com pouca influência urbana e apresentaram apenas alterações físicas no seu padrão de qualidade principalmente devido a diminuição da coluna d'água e aterramento das lagoas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Barbosa F.N. Urbanização em Feira de Santana: influência da industrialização 1970-1996. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Salvador –BA. 1998

Anjos N.F.R. & Bastos, C.A.M 1968. Estudo sobre as possibilidades hidrogeológicas de Feira de Santana, SUDENE.

BAHIA. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI). Base Cartográfica Digital –Estado da Bahia: mapeamento topográfico sistemático. Salvador, 2001. mapas, color. Escala 1:100.000. Folha SD-24-X-A-I.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Imagem de satélite. LANDSAT TM 5, de 03 de fevereiro de 2008, órbita 216, ponto 68. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/manage.php?INDICE=L5TM21606820080203&DONTSHOW=0>

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA No 303, DE 20 DE MARÇO DE 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br/.../federal/.../2002_Res_CONAMA_303.pdf>. Acesso em: 27 de Julho de 2010.

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 27 de Julho de 2010.

CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS. Caracterização ambiental da nascente do rio Subaé. Feira de Santana, 1998.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3a Minas Gerais: UFMG, 2005.

Lima, Adriano Cosme Pereira. Avaliação da qualidade da água do aquífero subterrâneo do entorno do Centro Industrial do Subaé – Feira de Santana – BA. Dissertação de Mestrado, Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual de Feira de Santana. Brasil, 2009.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. CETESB. Variáveis da qualidade da água. 2001. Disponível: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>. Acesso em: 10 de novembro de 2010