

Análise da classificação não supervisionada aplicada ao modelo digital do terreno para identificação de lagoas em Feira de Santana – Bahia.

Alarcon Matos de Oliveira¹
Rosângela Leal Santos²

¹Universidade Federal da Bahia UFBA
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Urbana
Escola Politécnica - Rua Aristides Novis, 2 - 8º andar – Federação, Salvador – Bahia.
alarconmatos@gmail.com

²Universidade Estadual de Feira de Santana UEFS
Professora doutora do Departamento de Tecnologia
Av. Transnordestina S/N Bairro Novo Horizonte Feira de Santana Bahia
rosaleal@uefs.br

Abstract. This work aims mainly using SRTM Digital Terrain Model as (MDT) for the features identification of urban lakes in Feira de Santana city. We used the following infrastructure: SRTM images source software SPRING (version 3.6; 5.1.6 01/05), SAGA (version 1.2) and Mapwindow (version 2.7). With these materials was performed the following methods: a digital image processing entities. We carried out the transformation from the Digital Terrain Model in gray levels raster images. Therefore the DEM was resampled from 90 meters to 30 meters, we generated two new images that were filtered with high pass and low pass filter, thus generating three images were then segmented by region growing algorithm, and classified by the classifier Iseog which is an unsupervised process. The results obtained in this stage of the work were very satisfactory, since it was possible to identify the features of urban lakes in the city. It is noteworthy that this work is in progress, so we identified only the features of urban lakes as part of the activity performed by the master's program in urban environmental engineering at the Federal University of Bahia.

Key-words: SRTM, Low Pass Filter, DTM.

1. Introdução

Na atualidade, com os avanços da tecnologia da informação (TI) principalmente no campo do sensoriamento remoto, vem facilitando os estudos ambientais, principalmente nos estudos de mapeamento geomorfológico e, por conseguinte o mapeamento de lagoas. Entretanto as novas tecnologias não excluem um forte embasamento teórico, muito menos o trabalho de campo.

A ocupação de Feira de Santana se deu como em outras cidades nos moldes da exploração sem a preocupação com o ambiente natural. Sua vegetação original não mais existe, dando lugar a pastagens, as lagoas e o lençol freático foram extremamente explorados e degradados. Santo (1995). Com o desordenado crescimento populacional que se acentuou ainda mais após a década de 70 com a implantação do Centro Industrial do Subaé e com a quase inexistência da infra-estrutura urbana, que engloba o planejamento, uso e ocupação do solo, o caos ambiental vem se acentuando diariamente. As famílias de baixa renda que ocupam o entorno das lagoas (processo que se acentuou principalmente ao fim dos anos 80) são também agentes causadores da degradação nestes ambientes, pois as mesmas não dispõem de infra-estrutura de saneamento básico, sobretudo de esgotamento sanitário, estas despejam dejetos líquidos e sólidos comprometendo a qualidade da água nas lagoas Santo (1995).

A legislação municipal determina que uma área proteção permanente (APP) da borda da lagoa até uma margem de 30 metros. No entanto não existe nenhum mapeamento que venha servir de subsidio e apoio à legislação municipal. Este trabalho visa utilizar dados orbitais

utilizando processamento digital de imagens, para realizar a identificação das feições das lagoas, podendo assim avaliar a potencialidade da metodologia utilizada.

2. Área de Estudo

O município de Feira de Santana está localizado no Estado da Bahia Figura 1, está situada cerca de 105 km a noroeste (NW) da cidade de Salvador, capital do estado baiano, tendo como retângulo envolvente as coordenadas geográficas 12°09' e 12°20', na latitude Sul e 38°53' e 39°07', de longitude oeste.

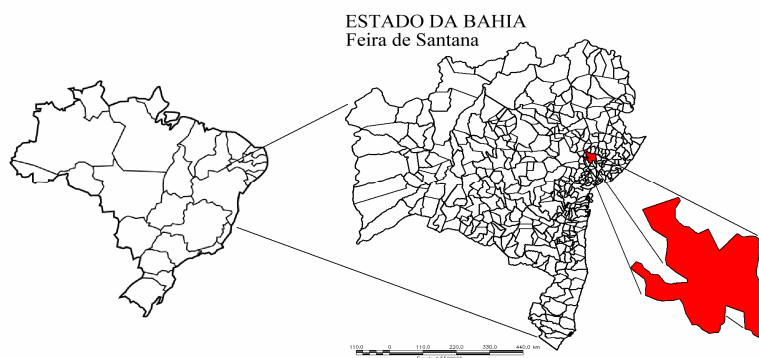


Figura 01 Município de Feira de Santana Bahia, destacado no ampliamento.

3. Objetivos

3.1 Geral

Esse trabalho tem como objetivo principal utilizar Modelo Digital de Terreno para a identificação de lagoas urbanas de Feira de Santana.

3.2 Específicos.

1. Utilizar técnicas de processamento digital de imagens: filtragem; segmentação e classificação não supervisionada, para identificar lagoas urbanas de Feira de Santana.
2. Avaliar a aplicabilidade das Imagens de SRTM para a identificação de lagoas.

4. Materiais e Métodos

4.1 Materiais

Utilizaram-se dados gratuitos: Imagens de SRTM, disponibilizadas na internet, e a aplicação de softwares livres como o SPRING (versão 3.6; 5.1), o SAGA (versão 1.2) e o Mapwindow (versão 2.7).

4.2 Métodos

4.2.1 Pré-Processamento.

A imagem do Modelo Digital do Terreno, SRTM, foram mosaicadas, reamostradas por krigagem de 3 arcossegundos (± 920 m) para 1 arcossegundo ($\pm 30,92$ m) e recortadas. Destacando-se a área da sede administrativa de Feira de Santana. Em seguida as imagens foram submetidas a diferentes processamentos, descritos a seguir, visando realçar e identificar as lagoas do município.

Após a transformação do modelo digital do terreno (MNT) em imagens em níveis de cinza retiraram-se algumas amostras dos pixel da imagem, vale ressaltar que a imagem cujo se realizou esse procedimento corresponde à imagem não filtrada. Foram retirada amostra, Figura 2 de pixel do Rio Jacuípe, Topo do tabuleiro (correspondendo a uma área urbana), amostra da Lagoa do Prato Raso (também uma área urbana), vale ressaltar que essa lagoa se encontra bastante antropizada, e por fim retirou-se amostra do Rio Pojuca.

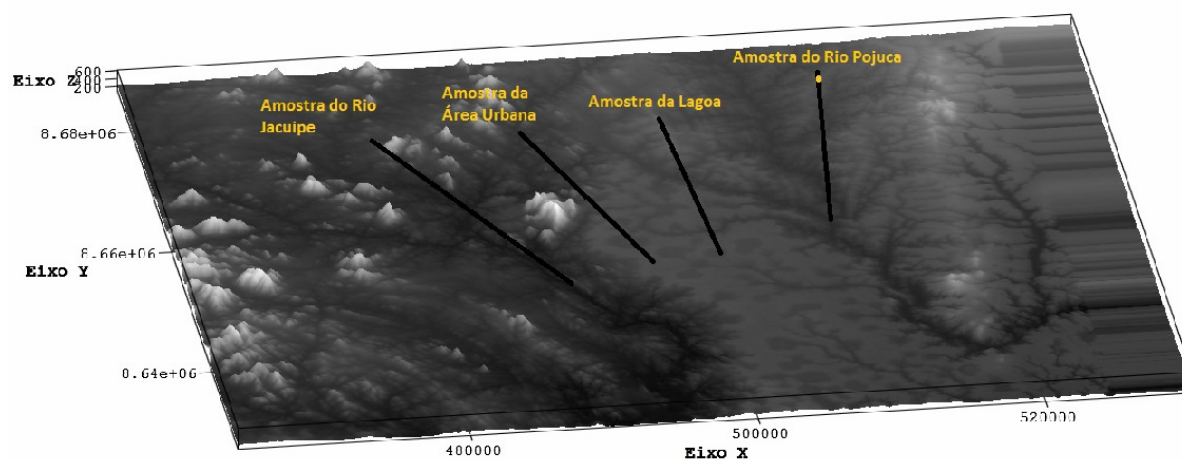


Figura 2. Correspondem as áreas onde foram coletadas amostras de pixel.

Sabendo que os níveis de cinzas mais escuros correspondem às partes mais baixas e os níveis de cinza mais próximos da cor branca correspondem às partes mais altas, podemos fazer algumas inferências à parte do histograma de frequência Figura 3 dos níveis de cinza das imagens.

O Rio Jacuípe Figura 3 – A possui menor valor no nível de cinza, Tabela 1 entre 86 a 150 no trecho coletado, de cinza correspondendo, portanto área com menor altimetria. Já o Rio Pojuca Figura 3-D possui uma altimetria um pouco maior, ou seja, o seu valor do nível de cinza encontra-se entre 160 a 180 Tabela 1, ou seja, embora seja um valor cujo a frequência do nível de cinza seja maior que o Rio Jacuípe o mesmo corresponde a um curso d'água. Já o histograma de frequência da Lagoa do Prato Raso Figura 3 C possui os valores do histograma entre 200 a 210, Tabela 1 vale ressaltar que essa lagoa está situada no topo do tabuleiro em uma área urbana, podemos perceber que os valores dos níveis de cinza são próximo dos valores encontrado no Rio Pojuca, além disso a lagoa do prato raso tem a orientação de drenagem em direção ao Rio Pojuca. Entretanto, na área de topo de tabuleiro Figura 3 D, que também corresponde ao centro urbano do município os valores de cinza correspondem a 230 a 250 Tabela 1, observa-se que essa área possui os maiores valores do histograma de frequência encontrado.

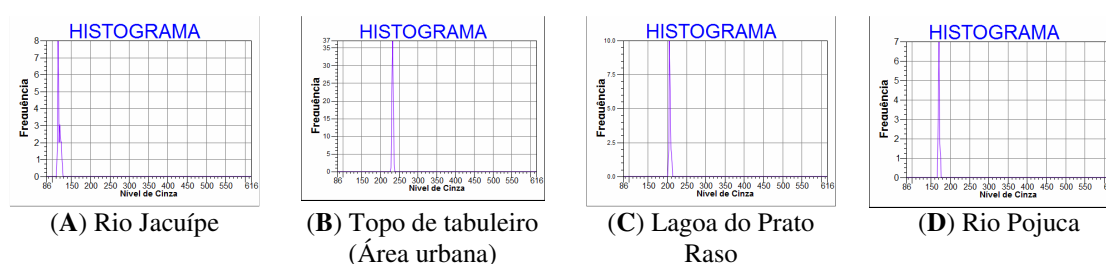


Figura 3. Corresponde ao histograma de frequência dos níveis de cinza de diversas áreas coletadas.

Podemos concluir, a partir dessas observações e da análise da Tabela 1, que embora a lagoa esteja no topo do tabuleiro e sedimentada pela ação humana, o radar foi uma ferramenta poderosa para a identificação da mesma uma vez que conseguiu identificar as lagoas mesmo quando sedimentada, além disso a imagem uma vez transformada em nível de cinza é possível correlacionar com a imagem altimétrica além de ampliar as opções no processamento da imagem.

	Rio Jacuípe	Topo do Tabuleiro	Lagoa do Prato Raso	Rio Pojuca
Média	119.85	234.188	208.3	171.833
Moda	117.299	234.15	207.024	171.551
Valor Mínimo	116	231	205	169
Valor Máximo	127	238	214	176

Tabela 1. Refere-se a estatística dos pixels da imagem de SRTM transformada em níveis de cinza.

4.2.2 Filtragem.

Os filtros servem para **suavizar** ou **realçar** detalhes da imagem Figura 4 facilitando assim o trabalho de interpretação bem como automação do processo de mapeamento, ou ainda, minimizar efeitos de ruído. Nesse trabalho se utilizou dois filtros em específico. O de passa – alta e passa – baixa. *Passa – Baixa*. O efeito visual desse filtro (passa - baixa) consiste em **suavização** da imagem e a **redução do número de níveis de cinza** na imagem em estudo. As **altas frequências**, que correspondem às transições abruptas são **reduzidas**. A suavização tende a minimizar ruídos reduzindo o efeito disforme da imagem. O filtro utilizado nesse trabalho foi o de média ponderada onde se leva em conta o parâmetro estatístico pré-definido pelo pesquisador. Foi assim determinado um kernel de tamanho 11, os quais foram realizadas em 2 iterações Figura 5 A.

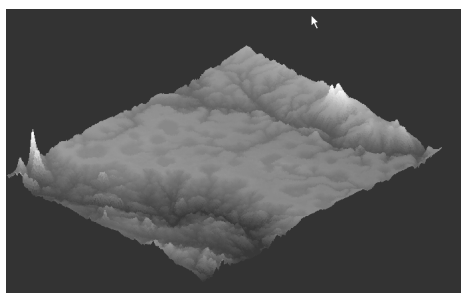


Figura 4. Imagem de SRTM original em 3d

Passa – Alta Logo A filtragem com o passa - alta resulta numa imagem que realça os valores de alta frequência, produzindo assim uma "agudização" ("sharpering") da imagem, isto é, as transições entre regiões diferentes tornam-se mais nítidas. A função desse filtro é realçar certas características presentes na imagem, tais como bordas, linhas curvas ou manchas (no caso em estudo as lagoas). Entretanto alguns efeitos negativos podem ocorrer nesse processo, como por exemplo, a ênfase de um ruído, na imagem. O filtro utilizado nesse trabalho foi o filtro não direcional, ou seja, ele tende a realçar a imagem independente das direções de realce também foram feitas duas interações com o filtro de Kernel de 11x 11 Figura 5 B.

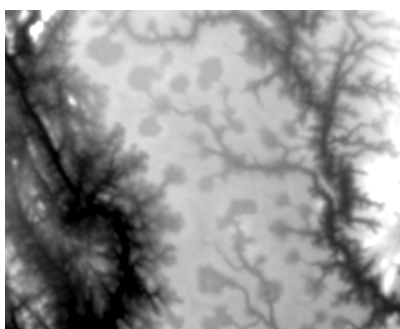


Figura 5 A. Imagem de SRTM filtrada em passa –

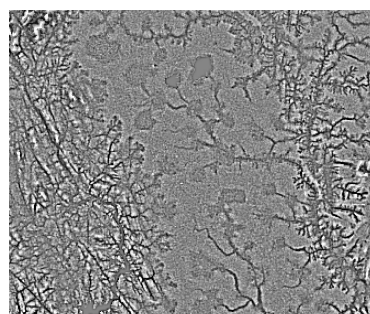


Figura 5 B. Imagem SRTM filtrada com passa-alta, com kernel de 11x11, e duas iterações.

4.2.3 Segmentação

A segmentação de imagens consiste em dividir uma imagem em partes que a formam, para que haja uma diferenciação das áreas de interesse, assim, a segmentação tem como princípio básico agrupar pixels de uma imagem raster, com características similares, ou seja, os níveis de cinza, formando regiões homogêneas. Existem variadas técnicas para fazer a segmentação em uma imagem, existindo três formas diferentes: Por crescimento de regiões, por detecção de bordas ou por detecção de bacias. Porém a técnica utilizada foi a de *crescimento de regiões*

A segmentação por crescimento de regiões leva em conta os pixels pertencentes a regiões adjacentes espacialmente que possam ser agrupados em função do grau de similaridade. O primeiro passo deste processo é expor cada pixel como uma região diferente. A seguir, é calculado um critério de similaridade para cada região. Este critério de similaridade para fazer então o agrupamento é calculado por testes de regiões estatísticas que faz o calculo da média entre as regiões. Após esta etapa, fragmenta-se a imagem em conjunto de “varias imagens” dentro da imagem inteira como se formasse varias partes dentro de um todo. Realiza-se então a união entre estas partes de acordo com o limiar de agregação definida pelo processador, antes de começar o processo de segmentação.

No processo de segmentação por crescimento de regiões, conforme mencionado anteriormente, o processo de agregamento de pixels similares tem como parâmetro um limite de área que define o tamanho mínimo que cada segmentação deve ter. Nesse trabalho a imagem segmentada tem como valor de pixel a altitude, ou seja, é uma imagem morfométrica. A segmentação realizada na imagem de SRTM aqui utilizada teve como parâmetro de similaridade 12 e área 25 Figura 6 A.

4.2.4 Classificador isoseg

Entretanto, o processo de segmentação da imagem consiste numa preparação para se classificar as unidades a serem mapeadas. Existem duas técnicas de classificação de imagens: classificação supervisionada e classificação não supervisionada. Nesse trabalho foi utilizada a classificação não supervisionada com o algoritmo (*isoseg*). O classificador isoseg é um algoritmo que serve para classificar regiões já segmentadas, sendo um algoritmo de agrupamento de dados não-supervisionado, no qual o usuário utiliza para reconhecer as classes presentes na imagem.

O isoseg classifica as regiões, ou seja, agrupar características semelhantes de um dado objeto, numa dada área, de uma imagem já segmentada nesse caso em específico ele classifica as regiões cuja morfometria são semelhantes (valores de pixel que possuem altimetria coincidentes). Este algoritmo de agrupamento de dados não-supervisionado, procura por

regiões de maior área sendo o ponto inicial desse algoritmo em seguida ordena as regiões de forma decrescente da área durante a detecção das classes, é iniciado o processo de agrupamento das mesmas.

Esse algoritmo utiliza os atributos estatísticos das regiões (valores morfométricos): a matriz de covariância e o vetor de média, para estimar o valor central de cada classe. Resumindo-se em três etapas, descritas a seguir. *Definição do limiar (em porcentagem)* define-se o limiar de aceitação. Este limiar por sua vez define uma distância de Mahalanobis, de forma que todas as regiões pertencentes a uma dada classe estão distantes da classe por uma distância inferior a esta. Vale salientar que, quanto maior o limiar, maior esta distância e conseqüentemente maior será o número de classes detectadas pelo algoritmo. Nesse trabalho se utilizou o limiar de aceitação de 99,9%. *Detecção das classes:* as regiões são ordenadas de forma decrescente de área e inicia-se o procedimento para agrupá-las em classes. Tomando parâmetros estatísticos de uma classe (média e matriz de covariância), os parâmetros estatísticos da região de maior área que ainda não tenha sido associada à classe alguma. Em seguida, associa-se a esta classe todas as regiões cuja distância de Mahalanobis for inferior a distância definida pelo limiar de aceitação. Assim, a primeira classe terá como parâmetros estatísticos aquelas regiões com maior área. As classes seguintes terão parâmetros estatísticos de média das regiões de maior área, que não tenham sido associadas a nenhuma das classes previamente detectadas. Este processo segue até que todas as regiões tenham sido associadas a uma determinada classe. *Competição entre classes:* as regiões são reclassificadas, considerando os novos parâmetros estatísticos das classes, definidos na etapa anterior. Ao finalizar esse processo, todas as regiões estarão contidas em uma classe definida pelo algoritmo. Dever-se-á então associar estas classes as classes por ele definidas no banco de dados. No caso em estudo são as lagoas do município Figura 6 B.

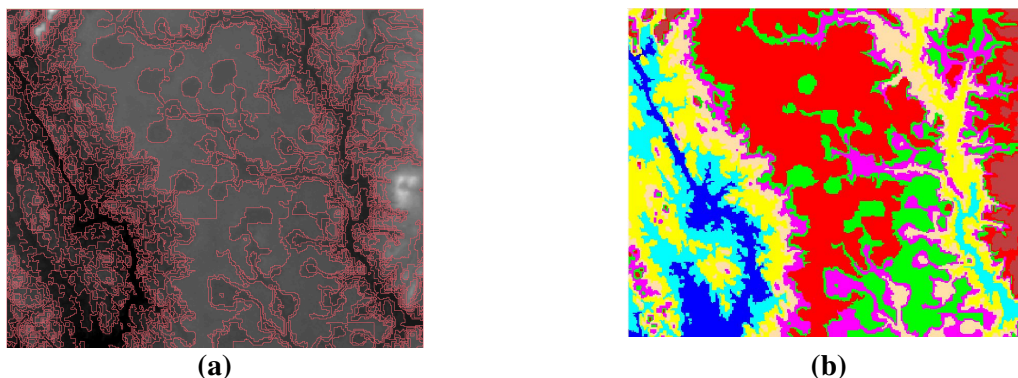


Figura 6 – Produtos da segmentação. (a) Imagem SRTM com a segmentação (similaridade 12, área 25) segmentada; (b) Classificação com o algoritmo Isoseg para a imagem segmentada da Figura 4(a)

5. Análise de Resultados.

A classificação não supervisionada mostrou-se apropriada para o mapeamento geomorfológico do município de Feira de Santana Figura 7. É possível identificar na imagem as três unidades distintas do relevo feirense bem como as suas subdivisões. Vê-se claramente em amarelo claro o topo dos tabuleiros conservados (Unidade I) essa região é onde se encontra a zona urbana do município. Já na cor amarela mais clara têm-se os tabuleiros conservados (unidade II) nessa área também se encontra o vale do Rio Pojuca (na cor verde). Na unidade III tem-se também na cor verde o vale do rio Jacuípe escuro, bem como a sua planície de inundação na cor verde claro nessa unidade geomorfológica também é encontrado alguns Iselbergues, ou seja, unidades de escudo exposto (Pontos amarelos).

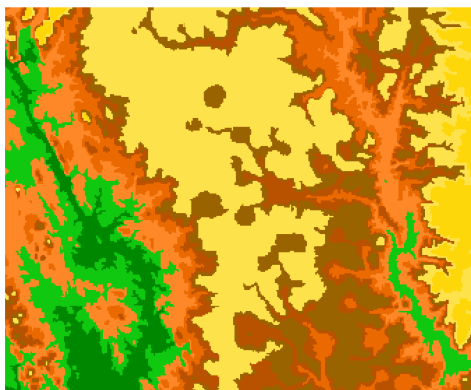


Figura 7 – Produtos finais (a) Imagem SRTM classificada com identificação de 8 classes; (b) Mapeamento das classes para geração de imagem correspondente às classes identificadas.

É possível identificar também o sistema de lagoas situadas sobre o tabuleiro, (zona de interflúvio entre o rio Jacuípe e o Rio Pojuca) como Lagoa do Prato Raso, Lili e Queimadinho drenam para o Rio Pojuca, já as lagoas em sua borda, predominante do lado oeste do tabuleiro, escoam para o Rio Jacuípe. Vale ressaltar que esse interflúvio corresponde à área urbana municipal, ou seja, a cidade se desenvolveu as margens das lagoas não respeitando os seus limites.

A partir do resultado encontrado na classificação da imagem foi possível verificar o vale dos rios bem como observar o complexo de lagoa bem como, a sua região de drenagem. É possível verificar Figura 7 que as lagoas da tabua, prato raso, lagoa do geladinho, lagoa do Subaé drenam suas águas para o vale do rio Pojuca e a lagoa grande drena suas águas para o rio Jacuípe.

Vale ressaltar que esse trabalho se encontra em andamento, portanto não está completamente detalhado, como por exemplo, não foi realizado o contorno urbano e nem a vetorização das bordas das lagoas.

6. Considerações Finais

A água é imprescindível na manutenção da vida terrestre, uma vez que a mesma mantém os seres vivos, regula o clima, dá forma ao relevo, além de diluir resíduos e poluentes sendo reciclada pelo ciclo hidrológico. Segundo Tyler (2007) os seres humanos são compostos por 60% de água, e a hidrosfera corresponde 71% da superfície terrestre, porém 97,4% dessas águas estão localizadas nos oceanos e lagos salinos. Ou seja, apenas 2,6% das águas são classificadas como água doce.

O avanço do espaço urbano sobre os ecossistemas aquáticos vem ocasionando deterioração da qualidade das águas e alterações profundas no ciclo hidrológico, no ciclo biogeoquímico e também na biodiversidade, além de alterar o microclima influenciando no conforto térmico. Essa deterioração causa impactos econômicos e sociais, chegando a alguns casos, à alterações permanentes e irreversíveis em lagos, lagoas e rios (Tundisi e Matsumura, 2008).

Partindo dessa premissa todo e qualquer trabalho de prevenção às degradações ambientais dos mananciais hídricos, precisam ser fundamentadas com base cartográfica. Sendo assim esse trabalho torna-se essencial, pois utilizam ferramentas de baixo custo financeiro para realizar esse mapeamento.

Alem disso pode-se concluir que as imagens de SRTM devidamente processada mostraram-se bastante eficaz e confiável na identificação das lagoas urbanas do município de Feira de Santana. No entanto essa pesquisa se encontra em andamento, por isso não foi realizada o tratamento completo dos dados. Sugerimos que no futuro próximo se aplique essa

metodologia em imagens de menor resolução, para que se possa identificar com mais precisão os alvos estudados.

7. Referência:

ALMEIDA, J. A. P. **Estudo Morfodinâmico do Sítio Urbano de Feira de Santana – Ba.** Dissertação de Mestrado. Salvador: UFBA, 1992.4

BRAGA, Benedito; HESPANHOL, Ivanildo. **Introducao a engenharia ambiental.** 2. ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.

CÓDIGO DO MEIO AMBIENTE LEI COMPLEMENTAR No. 1.612/92 - Prefeitura Municipal de Feira de Santana.

GASQUES, L.R. Processamento de imagens: conceitos básicos relacionados com o fenômeno de difração e uso de um computador óptico. **Rev. Bras. Ensino de Física.** Vol.26 no. 3 São Paulo 2004.

GONZALES, Rafael & WOODS, Richard. **Digital Image Processing,** Addison-Wesley Publishing Company, 1993.

GOODMAN, J. W. **Introduction to Fourier Optics** . New York: MacGraw-Hill, 1968.

LEAL, J.M. **Inventário hidrogeológico do Nordeste, Folha 16. Serrinha.** Recife: SUDENE, 1966 (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia).

MILLER JR., G. Tyler. **Ciência ambiental.** São Paulo: Thomson, 2007. 501 p.

MOREIRA, Maurício Alves. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação.** 3. ed. atual. ampl Viçosa: Ed. UFV 2005.

PACIORNIK, S. **Introdução ao Processamento Digital de Imagens.** PUC-RIO. 1988.

PARKER, J.R. ADDISON-W. **Algorithms for Image Processing and Computer Vision.** Publishing Company, 1993.

RICHARDS, John A. (John Alan). **Remote sensing digital image analysis : an introduction.** 2nd, rev. and enl. ed Berlin: Springer-Verlag, 1993.

SANTO, S. M. **A água em Feira de Santana: Uma análise do Bairro Rocinha.** Dissertação de Mestrado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – UFBA- Salvador: 1995.

SANTOS, R. L Evolução das vertentes e pedogênese nos bordos dos tabuleiros de Cruz das Almas (BA). **Dissertação de Mestrado em Geociências.** Salvador: UFBA, 1993.

RUSS, John C. **The Image Processing Handbook.** CRC Press, 1994

TUNDISI, José Galizia; TUNDISI, Takako Matsumura. **Limnologia.** São Paulo, SP: Oficina de Textos, c2008. 631 p.