

Aplicação Multitemporal de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento à do Zumbi

Prof. Dr. Admilson P. Pachêco

Departamento de Engenharia Cartográfica
Universidade Federal de Pernambuco
Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n
Cidade Universitária, 51010-250, Recife - Pe
Telefax: (081) 2718235
✉ admilpp@npd.ufpe.br

Conteúdo	1. Introdução 2. Metodologia 3. Resultados e Discussão 4. Conclusão 5. Referências Bibliográficas
-----------------	--

Resumo : Este trabalho tem como finalidade geral a abordagem de uma aplicação multitemporal de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento à Mata do Zumbi, visando o monitoramento de reservas da Mata Atlântica no Estado de Pernambuco. A metodologia envolveu a utilização de cartas topográficas, fotografias aéreas, Levantamentos com GPS e imagens de satélite de três períodos distintos: 1974, 1984 e 1999. Imagens Landsat e Spot (multiespectral e pancromática) da região em estudo foram processadas e analisadas no software ERDAS-IMAGINE 8.4. Técnicas de processamento digital de imagens (realces, filtragens e classificações multiespectrais) foram testadas e avaliadas com o objetivo de se extrair informações sobre a cobertura vegetal da Mata do Zumbi. Resultados apresentados mostram o potencial das técnicas Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento no monitoramento da Mata do Zumbi, caracterizando a degradação da Mata Atlântica.

Palavras chave : imagem, processamento, mata do zumbi.

1. Introdução

Segundo a Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia "André Tosello" *Base de Dados Tropical*, a Mata Atlântica está distribuída ao longo de uma grande variação de latitudes, ocupando cerca de trinta graus de latitude, desde seu limite norte até o seu limite sul. Também possui grande variedade altitudes, ocupando áreas desde o nível do mar podendo chegar até aproximadamente três mil metros de altitude no topo das serras. Esta distribuição geográfica ocasiona uma grande variedade ambiental tanto no clima e relevo como no solo além de outros. Por consequência, encontramos na Mata Atlântica uma grande variedade de espécies, concentrando neste ecossistema uma parte considerável da biodiversidade de flora e de fauna do Brasil e do mundo.

O nível de destruição observado na Mata Atlântica é tão alarmante, alerta a Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia "André Tosello" © Base de Dados Tropical ©, que em 1992 este ecossistema foi elevado a categoria de Reserva da Biosfera (CMA 1992), numa tentativa de se conter o desmatamento, favorecer o levantamento da biodiversidade existente e estabelecer planos de manejo para a região. Ainda se conhece muito pouco a flora e a fauna da Mata Atlântica. Por isso é tão importante a implantação de projetos visando primeiramente o conhecimento desta biodiversidade e do estabelecimento de planos de manejo viáveis para a Mata Atlântica.

A FAO (1998) define a degradação ambiental como a redução temporária ou permanente da capacidade produtiva de um ecossistema. A ocupação desordenada da terra sem o emprego de técnicas adequadas de manejo de solo e de vegetação conduz à degradação ambiental, que por sua vez acarreta mudanças no uso e na cobertura vegetal. Dentre as principais causas da degradação ambiental da mata atlântica destacam-se: desmatamento e a remoção da vegetação nativa, o uso excessivo da madeira para fins domésticos, uso agrícola, a pecuária extensiva, formação de pastagens, as queimadas, produção de energia para finalidades diversas. A retirada da lenha para energia constitui ameaça ao meio ambiente na medida que esta remoção excede o poder natural de restauração da vegetação nativa.

O conhecimento atualizado da distribuição e da área ocupada pela agricultura, vegetação natural, áreas urbanas e edificadas, bem como informações sobre as proporções de suas mudanças, se tornam cada vez mais necessárias aos legisladores e planejadores. Desse modo, existe a necessidade de atualização constante dos registros de uso do solo, para que suas tendências possam ser analisadas. Neste contexto, o sensoriamento remoto constitui-se numa técnica de grande utilidade, pois permite em curto espaço de tempo a obtenção de uma grande quantidade de informações espaciais, espectrais e temporais.

O advento dos satélites de sensoriamento remoto tem favorecido, nos últimos anos, a realização de levantamentos à distância de variações físicas e químicas da superfície terrestre em áreas extensas e inóspitas, favorecendo, principalmente, os mapeamentos e monitoramentos sazonais da superfície da Terra. A composição espectral do fluxo radiante proveniente da superfície da Terra produz informações sobre propriedades físicas, químicas e biológicas de solos, vegetações e águas que caracterizam o sistema terrestre (Huete, 1988). O conceito múltiplo é facilmente entendido, quando, ao analisar as imagens, observa-se que diferentes objetos ou materiais apresentam características próprias (tons de cinza, forma, padrão, etc.) que vão se modificando ou assumindo novas características, conforme sejam observadas em imagens de diferentes bandas espectrais (Meneses, 1988). Segundo Jensen (1986) e Novo (1989) a visão sinóptica e os aspectos multiespectral e multitemporal dos sensores orbitais, aliada ao crescente desenvolvimento de sistemas computacionais (*hardware e software*) de tratamento digital de imagens, caracteriza o sensoriamento remoto como uma tecnologia imprescindível no estudo e na análise das variações ambientais terrestres.

Curran (1985), diz que o sensoriamento remoto ampliou a capacidade do homem em obter informações sobre os recursos naturais e o meio ambiente, colocando-se como mais uma ferramenta complementar para facilitar trabalhos temáticos e de levantamentos. A década de 80 trouxe a explosão tecnológica dos processadores digitais e uma queda acentuada nos custos envolvidos. Esses fatores

causaram fortes reflexos na computação gráfica, na qual se baseia o processamento digital de imagens. Em consequência, os sistemas especializados no processamento de imagens de sensoriamento remoto ficaram ao alcance de uma comunidade muito maior de usuários, sendo comum encontrá-los hoje nas universidades, instituições públicas, empresas públicas e privadas e até mesmo em escolas (Crosta,1992).

O uso do sensoriamento remoto com base na análise de imagens de satélites é um dos meios que se dispõem hoje para acelerar e reduzir custos dos mapeamentos e da detecção de mudanças geoambientais. Em combinação com dados de aerofotogrametria e Geodésia, com os recentes recursos do Sistema de Informações Geográficas (SIG) e aliado às novas técnicas de processamento e aos novos sensores, as imagens de satélite oferecem possibilidades, ainda pouco exploradas, de gerarem informações sinópticas e precisas para a avaliação e evolução de diversas variações temáticas da superfície terrestres.

A década de 80 trouxe a explosão tecnológica dos processadores digitais e uma queda acentuada nos custos envolvidos. Esses fatores causaram fortes reflexos na computação gráfica, na qual se baseia o processamento digital de imagens. Em consequência, os sistemas especializados no processamento de imagens de sensoriamento remoto ficaram ao alcance de uma comunidade muito maior de usuários, sendo comum encontrá-los hoje nas universidades, instituições públicas, empresas públicas e privadas e até mesmo em escolas (Crosta,1992).

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo a caracterização de uma aplicação multitemporal de Sensoriamento Remoto à Mata do Zumbi (Reserva Nacional de Mata Atlântica - Pernambuco/ Brasil), visando o monitoramento de reservas remanescentes da Mata Atlântica no Estado de Pernambuco.

2. Metodologia

A área de estudo foi definida como a Mata do Zumbi, Reserva Nacional de Mata Atlântica localizada na região do Porto de Suape, limitada pelas coordenadas -8° 19' 17" e -35° 11' 32" no litoral sul do Estado de Pernambuco.

A metodologia envolveu a utilização de cartas topográficas, Levantamentos com GPS (Sistema de Posicionamento Global), fotografias aéreas e imagens de satélite de três períodos distintos: 1974, 1984 e 1999. Imagens Landsat/MSS, Landsat/TM-5 e Spot/HRV (multiespectral e pancromática) da região em estudo foram georeferenciadas e processadas no software ERDAS-IMAGINE (versão 8.4). Técnicas de processamento digital de imagens (realces, filtragens e classificações multiespectrais) foram testadas e avaliadas com o objetivo de se extrair informações sobre a cobertura vegetal da Mata do Zumbi

Inicialmente, analisou-se as imagens de satélite de sensoriamento remoto disponível no mercado em termos de performance para o desenvolvimento do trabalho. Levou-se em consideração os aspectos espectral e espacial, e a relação custo benefício. Chegou-se a conclusão da necessidade de aquisição de imagens Landsat TM-5 e Spot/HRV (pancromático).

As imagens Landsat TM-5 foram adequados ao estudo, devido ,principalmente, o aspecto multiespectral que as caracterizam, com a disponibilidade de um número maior de bandas espectrais para a análise digital dos dados. A exigência de se elaborar uma base cartográfica na escala de 1: 25.000 é justificativa maior para aquisição da imagem Spot/HRV, já que estas imagens apresentam resolução espacial de 10 metros.

Adquiriu-se a imagem Landsat TM-5 (bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 cena inteira) mais recente que apresentava o menor percentual de cobertura de nuvens (30%). O mesmo critério foi utilizado para a obtenção da imagem Spot/HRV (pancromático).

Composições de Imagens Landsat TM-5 da área em estudo foram analisadas no sistema de processamento digital de imagens ERDAS-8.4. O processo de interpretação digital da imagem Landsat TM-5 foi inicializado com a análise das melhores combinações de bandas para o estudo da cobertura vegetal da Mata do Zumbi. Em seguida, foi realizado o processo de retificação da imagem Landsat. Paralelamente, realizou-se o processo de retificação na imagem Spot/HRV. Diferentes técnicas de processamento digital de imagens foram utilizadas com o objetivo de realçar e classificar feições nas imagens Landsat e Spot.

No processo de retificação da imagem Landsat TM-5, identificou-se 25 pontos de controle bem distribuídos sobre a imagem da área em estudo e obteve-se seus homólogos através de levantamentos com o GPS (Sistema de Posicionamento Global). Utilizou-se o receptor diferencial TRIMBLE 4000 SST (precisão nominal de 1 ± 2 ppm.) com comprimentos de onda L1 (19 cm) e L2 (24 cm). A base de referência escolhida foi estação da CELPE (Companhia Elétrica de Pernambuco) localizada no município do Cabo a aproximadamente 10 km da Mata do Zumbi. A identificação dos pontos de controle foi auxiliada por levantamento com GPS de navegação GAMIN 45 (precisão nominal de 100 metros).O tempo médio de observação para cada ponto foi de 50 minutos. Utilizou-se o Programa GPSsurvey para o tratamento dos dados. As coordenadas geodésicas relativas a estes pontos foram repassadas para o ERDAS através do editor GCP (grupo de pontos de controle). Utilizou-se o método de reamostragem "vizinho mais próximo" e a imagem foi georeferenciada para o sistema de projeção UTM (Univesal Transverse of Mercator) pelo o datum SAD69 (South American Datum).

O processo de retificação da imagem Spot foi semelhante ao descrito anteriormente para a imagem Landsat, porém a identificação dos pontos de controle foi facilitada devido a melhor resolução espacial da imagem Spot.

Analisou-se as diferentes combinações de bandas com o objetivo de identificar preliminarmente os diferentes usos e de definir as melhores composições de bandas da imagem Landsat para a caracterização multitemporal e multiespectral da Mata do Zumbi . Utilizou-se o processo de filtragem digital (passa alta) com um filtro (3x3) para identificação de bordas e limites. Testou-se diferentes modelos de índices espectrais de diferença de vegetação normalizados (NDVI) com a finalidade de discriminar as coberturas vegetais existentes. Paralelamente, realizou-se o realce espectral (equalização de histograma) e o realce radiométrico (componentes principais) com o objetivo de enfatizar algumas feições. Estes testes foram realizados nas composições espectrais (3, 2 1) e (5, 4, 3), separadamente, em janelas do ERDAS-8.4, com o objetivo de preservar os níveis de cinza da imagem original a ser classificada. De posse destas informações complementares, iniciou-se o processo de classificação multiespectral na imagem (3, 2, 1). Inicialmente, fez-se uma classificação não supervisionada utilizando o programa "Isodata" (Gonzalez,1974). Estabeleceu-se o número de classes de acordo com o que foi observado visualmente e através dos subsídios fornecidos pelas técnicas de interpretação digital testadas anteriormente. Em seguida, iniciou-se o processo de classificação supervisionada pelo método da Máxima Verossimilhança (Hord, 1982). Amostras de treinamento representativas das classes em estudo foram extraídas da imagem com simultâneo trabalho de reconhecimento de campo com GPS. Retirou-se 4 amostras para cada classe. Estas amostras foram mescladas de forma que a soma total foi representada numa única amostra para cada classe. A imagem foi classificada pelo critério de decisão "Baesiano" e a precisão da classificação foi avaliada pela matriz de contingência.

A utilização do Programa "RESMERGE" permitiu a geração de uma imagem híbrida com as características espectrais Landsat e espaciais Spot/HRV (pancromático).

As técnicas de processamento digital de imagens descritas anteriormente foram utilizadas nas imagens de períodos de 1974, 1984 e

1999.

Diante do conjunto de informações espaciais, espectrais e temporais adquiridas, gerou-se mapas temáticos finais da Mata do Zumbi.

3. Ρεσυταδοσ ε Δισχυσοσ

A precisão geodésica média envolvida na obtenção dos pontos de controle foi de aproximadamente 3,5 cm. O erro quadrático médio envolvido (RMS) na Retificação da imagens Landsat e Spot ficou em torno de 1 pixel.

As combinações de bandas (3,2,1) e (5,4,3) foram as que apresentaram melhor diferenciação dos temas visualizados. A aplicação da técnica de realce (Equalização de Histograma) resultou em uma imagem (5,4,3) com melhor qualidade visual, o que favoreceu a aplicação das técnicas subsequentes. A aplicação da técnica de realce (Principais Componentes) resultou em uma nítida separação entre temas na Mata do Zumbi que não haviam sido discriminados nas diferentes combinações de bandas testadas anteriormente. Os teste realizados com índices espectrais para a geração de imagens NDVI foram úteis apenas na discriminação de coberturas vegetais. Acredita-se que predominou a influência da componente de energia radiante refletida pelo solo nos resultados, já que foi efetuada uma correção atmosférica antes de se obter a imagem NDVI. A utilização da técnica de filtragem espacial (Passa Alta) na composição (3,2,1) permitiu uma melhor visualização dos limites da área de estudo, o que favoreceu a vetorização de determinadas feições. Os trabalhos de reconhecimento de campo com GPS auxiliado pela classificação automática não supervisionada (Isodata) favoreceram a definição de amostras de treinamento representativas das classes interesse e isto auxiliou a classificação multiespectral supervisionada (Maxver) realizada. Os resultados da matriz de contingência mostraram que a maioria das classes apresentaram erros satisfatórios iguais ou inferiores a 4%. Este resultado pode ser justificado pela dificuldade na escolha de amostras de treinamento, o que é perfeitamente justificável.

Os quantitativos da Mata do Zumbi relativos aos períodos de 1974, 1984 e 1999, são, respectivamente, 292,40 hectares, 281,20 hectares e 204,20 hectares. Estes resultados mostram o nível de degradação da Mata do Zumbi nos últimos 26 anos.

4. Conclusão

Os resultados obtidos mostraram que a metodologia empregada neste trabalho é muito eficaz no mapeamento do uso da terra. Acredita-se, porém, que com a realização de uma atividade de campo mais qualificada, principalmente em classes superpostas, é possível obter-se resultados mais significativos e conseqüentemente maior precisão na classificação multiespectral. A utilização de levantamentos radiométricos de dados reflectâncias espectrais pode ser uma alternativa à minimização dos erros de superposição entre classes. Conclui-se que a classificação não supervisionada (Isodata) é indispensável como técnica auxiliar para conduzir os trabalhos de campo e que é necessário escolher o maior número de amostras representativas possíveis, para que a precisão da classificação supervisionada (Maxver) seja eficiente no mapeamento do uso da terra. Finalmente, deve-se ressaltar o aspecto espectral das imagens Landsat/TM, o aspecto espacial da imagem Spot/HRV (pancromático), os levantamentos com GPS e a alta performance do software processamento digital de imagens ERDAS-8.4 em aplicações temáticas.

Agradecimentos

Os autores deste trabalho agradecem ao Departamento de Engenharia Cartográfica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e a administração do Porto de Suape o apoio recebido.

5. Referências Bibliográficas

- CROSTA, A. P. Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento remoto, IG/UNICAMP, Campinas, São Paulo, 1992. 170p.
- CURRAN, P. J. Principles of remote sensing. London: Longman, 1985, 282p.
- GONZALEZ, R. C., & WINTZ, P. 1977. Digital Image Processing. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1977, 405p.
- HORD, R. Digital Image Processing of Remotely Sensed Data. New York: Academic Press, 1982, 345p.
- HUETE, A. R. 1988. Adjusting Vegetation Indices for Soil Influences. International Agrophysics. 4 (4):367-376, 1988.
- JENSEN, JOHN R. Introductory Digital Image Processing: a Remote Sensing Perspective. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1986, 486p.
- JOLY, C. A.; LEITÃO FILHO, H. F.; SILVA, S. M. 1991. O patrimônio florístico. In: Mata Atlântica (G. Câmara, ed.) Index&SOS Mata Atlântica, São Paulo. p. 9-128.
- LEITÃO FILHO, H. F. 1982. Aspectos taxonômicos das florestas do estado de São Paulo. Silvicultura em São Paulo 16A (especial). p. 197-205.
- NOVO, E. M. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. São Paulo. Edgard Blucher, 1989, 307p.