

MÉTODO DE PÓS-CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS LANDSAT-TM PARA O MONITORAMENTO DE CTR

SIMONE DA SILVA¹
CARLOS LOCH²

¹ Universidade Federal do Paraná
Departamento de Desenho - Setor de Ciências Exatas
81531-990 - Centro Politécnico
Curitiba - Paraná

² Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Engenharia Civil - Centro Tecnológico
88040-900 - Campus Universitário
Florianópolis - Santa Catarina

ABSTRACT

The research shows the procedures to the Rural Cadastral Monitoring accomplishment through the multitemporal analysis of soil use, utilizing method of post-classification of Image Multispectral.

Two images of Landsat-TM system were used to research. Each image with 6 (six) spectral bands. The interval between the two images is approximately 14 months.

The cadastral monitoring was difficulted done due to the seasonal differences, and also because of the sizes, form and spatial organization of the real state of the municipality utilized in the research - Porto Vitória - PR.

Keywords: Rural Cadastre, Remote Sensing, Digital Classification

RESUMO

O presente trabalho mostra procedimentos para monitoramento de Cadastro Técnico Rural - CTR, através de análise multitemporal de uso do solo, pelo método de pós-classificação digital de imagens multiespectrais.

Utilizou-se na pesquisa duas imagens do sistema Landsat-TM, cada uma com 6 (seis) bandas espectrais, e o intervalo decorrido entre a obtenção das imagens é de aproximadamente 14 meses.

O monitoramento cadastral foi dificultado devido as diferenças de sazonalidade, diferenças no índice pluviométrico e devido as características físicas das propriedades do Município utilizado como base para a pesquisa - Porto Vitória - PR.

Palavras chave: Cadastro Rural, Sensoriamento Remoto, Classificação Digital

1. INTRODUÇÃO

Cadastro Técnico Multifinalitário corresponde a um conjunto de mapas temáticos e informações descritivas sobre uma base cartográfica. Os dados cadastrais (descritivos ou posicionais) devem ser confiáveis a todo momento, caracterizando portanto, a manutenção como uma atividade de vital importância. A manutenção deve ser planejada juntamente com a obtenção das informações, durante a implantação do sistema cadastral.

Este trabalho mostra procedimentos para o monitoramento do uso solo, através do método de pós-classificação digital de imagens multiespectrais (Landsat-TM) visando a manutenção do sistema cadastral. Utilizou-se como base da pesquisa o Município de Porto Vitória, que localiza-se ao Sul do Estado do Paraná devido a este Município possuir dados cadastrais com mais de uma década de implantação, além da facilidade de acesso.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sensoriamento Remoto

O desenvolvimento de novos sensores imageadores tem auxiliado o avanço em áreas como a Cartografia e o Cadastro Técnico Multifinalitário. Os produtos de Sensoriamento Remoto estão hoje bastante diversificados, deixando ao usuário a escolha de acordo com a finalidade do trabalho a ser executado. A escolha deve ser baseada, além da relação custo/benefício, na qualidade das resoluções espacial, radiométrica, espectral e temporal.

De acordo com Stefen (1980), o Sensoriamento remoto tem como objetivo caracterizar as propriedades dos alvos por intermédio de detecção, registro e análise do fluxo de energia radiante refletido ou emitido pelos mesmos.

Quanto a resolução espacial, segundo Crosta (1989), ela refere-se a capacidade que o sistema sensor possui em "enxergar" objetos da superfície terrestre. A resolução espacial é inversamente proporcional ao tamanho do menor objeto que pode ser identificado, portanto, quanto menor for o objeto identificável, maior é a resolução espacial do sensor.

A resolução radiométrica é definida como o número de níveis digitais de uma imagem. Estes níveis digitais são representados por níveis de cinza, que são utilizados para expressar os dados coletados pelo sensor. Quanto maior for o número de níveis de cinza, maior a resolução radiométrica.

Quanto a resolução espectral, também segundo Crosta (1989), é definida pelo número de canais espectrais do sistema sensor e pela largura do comprimento de onda coberto em cada um dos canais. Para uma maior resolução espectral, o sistema deve ter várias bandas e a largura do intervalo de comprimento de onda deve ser pequena.

Com relação a resolução temporal, Simonett (1989), coloca que é um fator importante a ser considerado, pois está relacionada à frequência com que uma mesma área pode ser recoberta pelo sistema sensor.

2.2 Processamento Digital de Imagens

Uma imagem digital pode ser considerada como uma matriz bidimensional onde cada elemento (denominado *pixel*) é individualizado pela sua posição na matriz e tem a ele associado um número, que representa o valor quantizado de

uma amostra, que corresponde à radiância média de uma pequena área da cena. (Schwengerdt, 1983)

De acordo com Novo (1989), as técnicas de processamento digital de imagens podem ser divididas em três grupos, que são as técnicas de pré-processamento, técnicas de realce e técnicas de classificação. As técnicas de processamento referem-se a um conjunto de programas que transformam imagens brutas em imagens corrigidas radiométrica e geometricamente. As técnicas de realce tem por objetivo melhorar a qualidade visual das imagens, facilitando a interpretação visual. Quanto as técnicas de classificação, elas visam o reconhecimento automático de objetos da cena. Este reconhecimento é baseado na análise quantitativa dos níveis de cinza, através de algum critério de decisão.

2.3 Cadastro Técnico Multifinalitário

Segundo Duarte (1991), a importância do Cadastro Técnico é reconhecida mundialmente. Ele garante o direito de posse, serve de instrumento à justa tributação e também serve de suporte à política de ordenamento e planejamento territorial, propiciando bases para o desenvolvimento integrado e harmônico do espaço geográfico.

De acordo com Dale e McLaughlin (1990), os sistemas cadastrais são classificados de acordo com a informação que eles contém e com a finalidade para qual ele foi elaborado. Entre as categorias de Cadastro existem três que são mais reconhecidas: a) cadastro jurídico; b) cadastro fiscal e; c) cadastro multifinalitário. O cadastro multifinalitário contém além de informações do cadastro jurídico e do cadastro fiscal, outras informações referentes à propriedade.

Conforme Colômbia (1980), o Cadastro Técnico Multifinalitário constitui uma das melhores fontes de informação básica sobre a topografia, as construções, o tamanho e a forma das edificações, sobre as características dos solos, uso atual e uso potencial das terras, assim como sua maneira de utilização e a forma de seu manejo e as condições hídricas do terreno.

Segundo Bähr (1982), Hampel (1987) e Lima (1991), para que o Cadastro atinja seus objetivos é necessário possuir dados corretos e confiáveis, deve estar ligado à rede geodésica nacional e a atualização de seus dados deve ser permanente.

Sendo o Cadastro Técnico Multifinalitário uma valiosa fonte de informações, de acordo com Bähr (1982), Freitas (1987), Terron (1987) e Loch (1992), ele deve servir a vários usuários, das mais variadas áreas, tendo portanto caráter multidisciplinar.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

- Imagens digitais do Landsat 5, nas bandas TM 1, 2, 3, 4, 5 e 7, de julho de 1989 e de setembro de 1990;
- cartas cadastrais 1:10.000 do Município e carta topográfica 1:100.000 do mapeamento sistemático;
- fotografias aéreas nas escalas 1:25.000 e 1:50.000 respectivamente de 1980 e 1995, como também suas ampliações para escala 1:10.000;

- imagens analógicas do Landsat 5, nas bandas TM 3, 4 e 5, datadas de 1987;
- memorial descritivo e dados cadastrais das propriedades;
- sistema ERDAS para tratamento e classificação de imagens.

3.2 Metodologia

3.2.1 Escolha da área de pesquisa

O trabalho iniciou-se com a escolha da área de pesquisa. Para aplicar a proposta da pesquisa era necessário a existência de um Cadastro Técnico Rural. O Cadastro Técnico Rural de Porto Vitória é considerado um dos mais antigos do Brasil, possui um banco de dados acessível, o contato com profissionais do IAP é fácil, como também é o acesso de Curitiba à Porto Vitória.

O mapeamento de Porto Vitória é composto por 16 cartas cadastrais, em escala 1:10.000. Na pesquisa utilizou-se apenas uma destas cartas (folha nº 8-H-0-0405), que localiza-se à oeste do Município, fazendo divisa com o Município de Bituruna.

3.2.2 Aumento de contraste

A distribuição de níveis de cinza de uma banda normalmente concentra-se numa pequena faixa do intervalo dos 256 níveis possíveis, conforme a característica ou localização no espectro eletromagnético.

O sistema visual humano só consegue distinguir cerca de 30 tons de cinza, portanto faz-se necessário utilizar técnicas de aumento de contraste para auxiliar a tarefa de identificação das feições, como por exemplo para a identificação dos pontos de controle para correção geométrica da imagem.

Aplicou-se aumento de contraste em todas as bandas das duas imagens analisadas. Dentre as formas de aumento de contraste, aplicou-se o método linear, que caracteriza-se por uma função de transferência onde os parâmetros de inclinação da reta e o ponto de interseção desta com o eixo x, são controlados.

3.2.3 Classificação digital

Com relação a classificação, aplicou-se primeiro um método de classificação automática não supervisionado (método ISODATA - Iterative Self-Organization Data Analysis Technique), que juntamente com trabalhos de fotointerpretação e de campo forneceu subsídios para a extração das amostras (áreas de treinamento), necessárias na classificação automática supervisionada.

Na classificação automática supervisionada utilizou-se para o agrupamento o método da máxima verossimelhança e foram escolhidas seis classes de uso do solo, de acordo com as classes contidas na carta cadastral. Tais classes correspondem a mata nativa (MN), reflorestamento (RR), capoeira (CC), pastagem (PF), cultura anual (CA) e as áreas de água.

3.2.4 Correção geométrica

Após a classificação efetuou-se a correção geométrica, onde selecionou-se 16 pontos identificáveis tanto nas imagens, como na carta cadastral ou na carta topográfica. A leitura dos pontos nas cartas foi realizada por interpolação de coordenadas UTM e a leitura dos pontos na imagem foi realizada com auxílio do *mouse*. As coordenadas da imagem correspondem a um sistema de referência

cartesiano ortogonal cujos valores de x e y são dados respectivamente pelo número de colunas e de linhas do *pixel* analisado.

3.2.5 Levantamento de campo

Quanto ao levantamento de campo, foi realizado em duas etapas. A primeira etapa serviu como reconhecimento da área de estudo, onde percorre-se toda a sua extensão analisando o relevo, as condições das estradas e a cobertura florestal das propriedades, além da situação sócio-econômica do Município. A segunda etapa serviu para checagem dos dados obtidos na classificação não supervisionada e obtenção de informações complementares para o refinamento das classificações.

3.2.6 Monitoramento do uso do solo

O método de pós-classificação consiste em comparar as classificações efetuadas separadamente para cada imagem analisada. Os dados obtidos nas duas classificações foram comparados em uma tabela, obtendo informações para o monitoramento do uso do solo.

4. RESULTADOS

Com relação ao aumento de contraste, as imagens tornaram-se mais nítidas para uma interpretação visual, o que facilitou a identificação dos pontos de apoio utilizados na correção geométrica. As técnicas de aumento de contraste modificam a resolução radiométrica dos pixels, porém não interferem na resolução espacial destes.

O processo de correção geométrica necessita de no mínimo 4 pontos de apoio (pontos conhecidos nas imagens e no sistema UTM), porém quanto maior o número de pontos, melhor a correção. Os pontos utilizados para correção geométrica são mostrados na tabela abaixo, sendo que o erro médio quadrático encontrado foi de 2,6 *pixels*.

Pontos de controle utilizados na correção geométrica

Ponto	X carta (m)	Y carta (m)	X imagens (pixel)	Y imagens (pixel)
1	474.290	8.104.265	201	212
2	473.970	7.104.145	190	217
3	474.255	7.105.270	193	178
4	473.945	7.105.270	183	175
5	473.470	7.105.465	168	175
6	488.400	7.102.750	670	189
7	477.850	7.107.000	298	105
8	471.250	7.100.450	134	348
9	472.305	7.102.620	248	259
10	473.600	7.095.680	241	492
11	481.000	7.098.320	461	365
12	482.780	7.105.100	470	138
13	470.870	7.105.620	82	184
14	472.140	7.103.015	141	263
15	472.130	7.106.865	115	139
16	474.700	7.106.475	196	129

Tabela 1

O processo utilizado na correção geométrica foi o de reamostragem por interpolação, utilizando polinômio de terceira ordem. Considerando que a maioria dos pontos de apoio foram retirados de carta topográfica em escala 1:100.000, o erro médio quadrático encontrado (2,6 pixels) está numa faixa compatível com a escala da carta.

Quanto a coleta das áreas de treinamento, esta foi executada com auxílio do levantamento de campo, trabalho de fotointerpretação e da classificação não supervisionada. A coleta foi feita através de digitalização de polígonos sobre as imagens com aumento de contraste e estes polígonos foram superpostos nas imagens originais para a extração das amostras. Verificou-se que é necessário muito trabalho de fotointerpretação e um bom reconhecimento da área trabalhada.

Após a seleção das áreas de treinamento foi executada a classificação supervisionada nas duas imagens, onde verificou-se o número de *pixels* atribuído a cada classe para cada imagem, resultado que pode ser utilizado para o monitoramento. O monitoramento consiste na comparação do resultado destas classificações, que é mostrado na tabela a seguir:

Comparação entre as classificações

Classe	Imagem de julho de 1989 (<i>pixel</i>)	Imagem de setembro de 1990 (<i>pixel</i>)	Diferença (<i>pixel</i>)	Diferença (porcentagem)
Mata	15200	8190	-7010	-46,11%
Reflorestamento	1216	2485	1269	104,36%
Cultura Anual	2831	4404	1573	55,56%
Capoeira	8884	12321	3437	38,69%
Pastagem	747	1725	978	130,9%
Água	2202	1955	-247	-11,22%

Tabela 2

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A classificação automática por método supervisionado permitiu detectar alterações no uso do solo, discriminando áreas de mata nativa, reflorestamento, capoeira, pastagem e cultura anual em cada uma das imagens analisadas.

O monitoramento foi dificultado devido a fatores sazonais, diferenças no índice pluviométrico e da organização espacial das propriedades de Porto Vitória.

O intervalo decorrido entre as duas imagens é de aproximadamente 14 meses, sendo que a mais antiga data de julho de 1989 (estação de inverno) e a mais recente de setembro de 1990, data próxima ao equinócio da primavera. Esta diferença sazonal interfere no monitoramento devido as diferenças no tipo e idade das culturas, como também a diferença da elevação solar em cada estação climática, o que ocasiona diferenças no sombreamento topográfico.

A diferença no índice pluviométrico influenciou as classificações, identificando um maior número de *pixels* como água na imagem de julho de 1989 do que na imagem de setembro de 1990, por ter sido obtida após período de alta precipitação pluviométrica.

Quanto as características das propriedades de Porto Vitória, também influenciaram a classificação automática. A estrutura fundiária do município é

caracterizada por minifúndios (módulo rural de 15 ha) e a organização espacial é desordenada e composta por pequenas áreas de cada tipo de cultura.

Recomenda-se testar o método com imagens multiespectrais de sensores com maior resolução espacial e que o intervalo entre as imagens seja maior do que o intervalo das imagens analisadas e que correspondam a mesma estação climática, de modo a não encontrar valores diferenciados devido à sazonalidade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BÄHR, H. P. *Elementos básicos de cadastro territorial*. 1º Curso Intensivo de Cadastro de Imóveis Rurais. 1º Curso Intensivo de Fotogrametria e fointerpretação aplicados à regularização fundiária. Curitiba: ITC, INCRA e SUDENE, 1982.
- COLÔMBIA, Ministério da Fazenda e Crédito Público. In: *Revista Cartográfica* n° 37. México: julho, 1980.
- CROSTA, A. P. *Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto*. Campinas: IG/UNICAMP, 1992.
- FREITAS, S. R. C. de . Cadastro técnico multifinalitário. In: 1º Seminário Nacional de Cadastro Técnico rural e Urbano. *Anais*. Curitiba, ITCF: 1987.
- HAMPEL, G. Conferência de Abertura do Seminário Nacional de Cadastro Técnico Rural e Urbano. In: 1º Seminário Nacional de Cadastro Técnico rural e Urbano. *Anais*. Curitiba, ITCF: 1987.
- LIMA, R. B. O sistema nacional de cadastro rural. In: 1º Seminário de Cadastro Técnico Rural e Urbano. *Anais*. Curitiba: 1991.
- LOCH, C. Cadastro técnico no planejamento municipal. In: 1º Simpósio de Agrimensura. *Anais*. Foz do Iguaçu: 1992.
- NOVO, E. M. de M. *Sensoriamento remoto - princípios e aplicações*. Ed. Edgard Blücher Ltda. São Paulo: 1989.
- SCHWENGERDT, R. A. *thechniques for image processing and classification in remote sensing*. Academic Press, New York: 1983.
- SIMONETT, D. S. The development and principles of remote sensing. In: *Manual of Remote Sensing*. 3ª Ed. Vol. 1. Sheridan Press. American Society of Photogrammetry, USA:1989.
- TERRON, S. L. Desenvolvimento da base geométrica para um cadastro técnico rural. *Dissertação de Mestrado*, Curitiba: UFPR, 1987.