

PALAVRAS CHAVES/KEY WORDS

AUTORES/AUTHORS
SENSORIAMENTO REMOTO
ESTUDOS URBANOS

AUTORIZADA POR/AUTHORIZED BY

Roberto Pereira da Cunha
 Diretor Sens. Remoto

AUTOR RESPONSÁVEL
RESPONSIBLE AUTHOR

Adriana Abrahão

DISTRIBUIÇÃO/DISTRIBUTION

INTERNA / INTERNAL
 EXTERNA / EXTERNAL
 RESTRITA / RESTRICTED

REVISADA POR / REVISED BY

Celina Foresti
 Celina Foresti

CDU/UDC

528.711.7:71

DATA/DATE

Maio 1990

TÍTULO/TITLE	PUBLICAÇÃO Nº PUBLICATION NO INPE-5072-PRE/1591
	<i>AVALIAÇÃO DE COMPOSIÇÕES DE BANDAS TM/LANDSAT PARA O ESTUDO DO ESPAÇO URBANO: O USO DO SISTEMA SITIM-150</i>
AUTORES/AUTHORSHIP	<i>Adriana Abrahão</i> <i>Maria de Lourdes Neves de Oliveira Kurkdjian</i>

ORIGEM
ORIGIN
DPA

PROJETO
PROJECT
ANAMBI

Nº DE PAG.
NO OF PAGES
21

ULTIMA PAG.
LAST PAGE
17

VERSÃO
VERSION

Nº DE MAPAS
NO OF MAPS

RESUMO - NOTAS / ABSTRACT - NOTES

Neste trabalho realiza-se, através do emprego do sistema de processamento de imagens digitais desenvolvido pelo INPE-SITIM-150, uma avaliação de um conjunto de composições R.G.B. obtidas com as bandas TM/Landsat, para a análise da estrutura intra-urbana. O propósito é fornecer aos usuários dos dados Landsat uma orientação mais segura acerca da seleção destes produtos para o propósito de discriminação de classes de uso do solo. A composição heterogênea do espaço urbano, que agrega alvos com funções diversas, com diferentes formas e dimensões e constituída de materiais distintos, e conseqüentemente com respostas espectrais e espaciais complexas, dificulta a realização desta tarefa a partir de dados orbitais. As composições avaliadas são aquelas sugeridas pela bibliografia internacional, bem como aquelas indicadas pelos resultados da aplicação da técnica de seleção de atributos. Os resultados obtidos da interpretação destes produtos são comparados àqueles decorrentes da interpretação de aerofotos na escala 1:25.000, em colorido normal. É utilizada como área teste a cidade de São José dos Campos - SP.

OBSERVAÇÕES/REMARKS

Trabalho apresentado no V Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - out/88 Natal-RN

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the usefulness of a set of RGB compositions from TM-Landsat scenes, for intra-urban studies, using the INPE - developed Image Analysing System, SITIM-150. The complex composition of the urban space makes class discrimination of these areas a difficult task. The compositions analysed were those obtained at the literature and by applying a technique of attribute selection. The interpretation results of these images were compared with data from colour aerial photographs at 1:25.000. The test site was the city of São José dos Campos, SP, Brazil.

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 <u>A ESTRUTURAÇÃO DO ESPAÇO INTRA-URBANO</u>	2
3 <u>A ÁREA DE ESTUDO</u>	4
4 <u>AS COMPOSIÇÕES R.G.B. AVALIADAS</u>	6
4.1 - Composições sugeridas pela bibliografia levantada	6
4.2 - Composições sugeridas pela aplicação da técnica de seleção de atributos	7
5 <u>RESULTADOS</u>	9
6 <u>CONCLUSÕES</u>	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

1 INTRODUÇÃO

O espaço intra-urbano não tem sido enfaticamente estudado no Brasil através da aplicação das técnicas de sensoriamento remoto orbital. Dentre os fatores que contribuem para este fato, dois devem ser citados. Primeiro, a composição extremamente diferenciada deste espaço, constituída de alvos com funções distintas, com diferentes formas e dimensões, e formados por construções feitas com diversos materiais ou por espaços abertos, com diferentes coberturas vegetais e/ou revestimentos. Segundo, as resoluções espaciais dos sensores orbitais mais recentemente colocados em operação, ou seja, 30 metros para o TM/Landsat, 20 e 10 metros para o HRV/SPOT nos modos multiespectral e pancromático, respectivamente, embora representem um "avanço significativo na habilidade de aquisição repetitiva de informações com resoluções mais apropriadas ao ambiente urbano" (Foster e Jones, 1988), apresentam ainda restrições para o propósito de estudos urbanos detalhados. Isto pela ocorrência da alta proporção de "pixels" mistos que integram informações de vários objetos da cena urbana.

Conforme Erasmus et al. (1988), as feições do espaço urbano têm uma separabilidade espectral relativamente alta, mas uma complexidade textural também alta.

Sobre este sistema, quase não existem no País informações disponíveis que possam orientar a comunidade de usuários na seleção de seus produtos para o estudo das cidades brasileiras com todas as suas particularidades em termos de espaço físico e urbanístico.

Assim sendo, este trabalho desenvolveu-se tendo em vista o alcance de dois objetivos. O primeiro foi realizar uma avaliação de um conjunto de composições RGB¹, obtidas com as bandas TM/Landsat para a interpretação visual do espaço intra-urbano. O segundo objetivo deste trabalho foi mostrar que a partir das CCTs e do uso do sistema de tratamento de imagens digitais desenvolvido pelo INPE (SITIM-150) pode ser realizado um estudo preliminar rápido que oriente a seleção da melhor composição multiespectral colorida a ser interpretada visualmente num trabalho final mais detalhado.

2 A ESTRUTURAÇÃO DO ESPAÇO INTRA-URBANO

O espaço urbano, de um modo bastante simples, pode ser concebido como o local em que ocorrem as quatro funções básicas da cidade: o habitar, o trabalhar, o recrear e o circular.

Na maioria das cidades brasileiras estas quatro funções aparecem mescladas, sem uma separação muito rígida dos usos residencial, industrial, comercial e de serviços, e de lazer, conforme preconizado por aquelas proposições urbanísticas nascidas da escola racionalista.

O centro tradicional destas cidades é ocupado pelo comércio, serviços e lazer que convivem com residências unifamiliares mais antigas e multifamiliares mais novas.

As grandes indústrias pesadas, em geral, aparecem separadas, pois ocupam áreas mais extensas e têm localização próxima das maiores artérias de transporte. Alguns bairros residenciais têm legislação que proíbe outros usos, mas na grande maioria o que ocorre é a convivência entre residências unifamiliares e multifamiliares, serviços, comércio e indústrias leves e de pequeno porte.

¹ Composições RGB são aquelas obtidas associando-se a cor vermelha (red) à primeira banda, verde (green) à segunda, e azul (blue) à terceira.

Ruas comerciais formam-se aos poucos ao longo de artérias importantes. O uso comercial, muitas vezes, substitui outros usos existentes no passado, sem que haja alteração na forma ou dimensão das construções. Isto dificulta a sua identificação.

Mais recentemente, com o advento dos grandes "shopping centers", certas áreas de comércio começaram a destacar-se no contexto da estrutura urbana.

As áreas verdes, com gramados ou arborização, como os parques, bosques, praças e campos de esporte, em função de sua dimensão aparecem separadas dos demais elementos que compõem a estrutura da cidade.

A estrutura do espaço intra-urbano deve ser entendida sempre no contexto mais amplo da organização econômica, social e cultural vivenciada. No País, no âmbito do espaço residencial isto implica que:

- as altas taxas de crescimento populacional sem o correspondente aumento das taxas de emprego e qualificação da mão de obra que ocasionam baixos níveis de renda;
- a estrutura de distribuição desta renda de forma concentrada e com grande disparidade entre os diferentes estratos;
- a concentração social (escolaridade, profissão, níveis de consumo individual e coletivo, etc.);
- os mecanismos de manutenção de escassez de construções no mercado imobiliário e da especulação nos preços dos terrenos;

têm reflexo na sua composição que se apresenta extremamente diversificada.

Expressão concreta destes fatos tem sido:

- a deficiência na solução geral dos problemas habitacionais, das ligações viárias, dos fornecimentos de água, energia elétrica, da coleta de lixo e limpeza pública, da captação das águas plu

vias e esgotos sanitários, dos transportes coletivos e da oferta de equipamentos sociais de uso coletivo;

- a estratificação marcante no consumo dos bens habitação, infraestrutura e serviços urbanos;
- a produção de subáreas urbanas extremamente diferenciadas, fato este reforçado pela coexistência no País de tecnologias desenvolvidas e subdesenvolvidas ao nível dos materiais empregados e dos processos construtivos;
- a formação de imensas "periferias" urbanas, com baixos padrões de consumo, que são expulsas para áreas cada vez mais distantes.

De outra forma, poderia ser dito que os bairros residenciais implantam-se em terrenos de diferentes qualidades em consequência de sua topografia, tipo de solo, umidade, presença de aterro, cobertura vegetal, entre outros aspectos. Além disso, tais bairros, de uso residencial único ou misto, constituem-se a partir de construção de casas de diferentes tamanhos, tipos, formas, idades, materiais, que ocupam lotes com diferentes tamanhos e formas, e seguindo recuos também diferenciados.

Tais aspectos do processo de estruturação do espaço intra-urbano das cidades brasileiras vêm enfatizar, em termos de sensorialidade remota orbital, a natureza complexa das cidades.

3 A ÁREA DE ESTUDO

A cidade de São José dos Campos, SP, utilizada como área teste, apresenta uma composição espacial bastante diferenciada. Suas áreas residenciais são constituídas desde setores, cujo traçado urbano foi influenciado pela concepção inglesa de cidades jardins, com grandes casas isoladas, baixa densidade, extensas áreas verdes e de localização privilegiada na trama urbana, até os bairros periféricos, manifestação concreta das condições sociais das populações mais pobres.

Segundo Oliveira e Barros (1982), nos primeiros setores de uso unicamente residencial, os lotes são de cerca de 450m² de área, sendo comum as residências ocuparem dois lotes; as casas têm da ordem de 300m² de construção, e são novas, isoladas, térreas ou assobradadas, com jardins e quintais bem conservados. Nestes setores, as vias de acesso são asfaltadas, com passeios arborizados, e a topografia em geral é plana.

Ainda conforme Oliveira e Barros (1982), do outro extremo de uma escala que representa a qualidade do ambiente residencial, estariam os setores periféricos e as favelas. Nos setores periféricos os lotes são sem tratamento e de cerca de 200m²; as construções têm cerca de 40m² e são de fundos, geminadas, sem recuo de frente; nesses setores encontram-se mais de uma casa por lote; o sistema viário local é geralmente em terra, sem passeio ou arborização. Nas favelas são mais comuns os barracos com área entre 16 e 24m².

As coberturas dessas construções, elemento importante para o Sensoriamento Remoto, variam também indo do concreto, asfalto, alumínio, ao barro e a madeira.

Oliveira Kurkdjian (1987) descreve São José dos Campos como um intrincado mosaico urbano e aponta que o centro da cidade é constituído de bancos, lojas, escolas, depósitos e outras edificações grandes, que se mesclam a pequenas construções residenciais e comerciais mais antigas e a alguns edifícios residenciais ou de escritórios. Aponta ainda a existência de alguns setores situados entre as áreas de grandes residências e o centro da cidade, que passam por um processo de substituição de casas unifamiliares por prédios de apartamentos. Relata ainda a ocorrência, na trama urbana, de numerosos setores planejados, mais homogêneos, por suas casas planejadas e distribuição regular do terreno. Completam o quadro urbano as suas grandes indústrias, alguns centros comerciais de bairros, corredores comerciais, setor de pequenas indústrias, além de extensas áreas de uso misto com predominância residencial.

4 - AS COMPOSIÇÕES R.G.B. AVALIADAS

As composições R.G.B. obtidas com dados TM/Landsat e avaliadas, tendo em vista sua utilização para a análise do espaço intra-urbano, foram aquelas sugeridas pela bibliografia nacional e internacional, bem como aquelas indicadas pelos resultados da aplicação da técnica de seleção de atributos.

A banda 6 do TM, pela sua baixa resolução espacial, foi excluída do estudo.

4.1 - COMPOSIÇÕES SUGERIDAS PELA BIBLIOGRAFIA LEVANTADA

Convencionalmente, duas composições TM multiespectrais coloridas são sugeridas numa revisão bibliográfica para estudos urbanos:

- A primeira, é a composição R.G.B. colorida normal TM 3, 2, 1, obtida na região 0,45 - 0,69Mm. Nesta composição a cena é mostrada em tons e matizes que se aproximam daqueles com os quais o olho humano vê o mundo real. Esta característica a torna apropriada, sobretudo, para os fotointerpretes menos experientes.
- A segunda, é a composição R.G.B. infravermelho falsa cor, TM 4, 3, 2, obtida na região 0,52 - 0,90Mm. Nela, a cena é mostrada em cores falsas e, por isso, deve ser interpretada cuidadosamente. Os fotointerpretes mais experientes costumam usá-la com grande eficiência.

Foresti (1986), após uma análise prévia dos canais mais adequados do TM para o mapeamento da cobertura vegetal e uso urbano da terra, utilizou na área metropolitana de São Paulo a composição colorida TM 4, 7, 2. Para análise detalhada do setor oeste desta região metropolitana, utilizou, após testar "várias composições coloridas com diversas combinações de bandas espectrais", a composição R.G.M. TM 4, 3, 5.

Nascimento e Thibaut (1986), em um estudo do espaço urbano na região D'Ile de France, sugere o uso da composição R.G.B. TM7, 4, 3, além da composição TM 1, 4, 6 que deixará de ser avaliada, uma vez que a banda 6 foi excluída deste trabalho.

Armand e Hernandez (1986) citam as composições TM 5, 3, 1 e TM 4, 2, 1, com as bandas associadas respectivamente às cores vermelho, verde e azul, como "as mais interessantes para observar o espaço urbano".

4.2 - COMPOSIÇÕES SUGERIDAS PELA APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE SELEÇÃO DE ATRIBUTOS

A técnica de seleção de atributos em processamento de imagens tem como propósito "dado um conjunto de N canais, encontrar o melhor subconjunto de K canais a serem utilizados para a classificação..." (ENGESPAÇO, s.d.).

Um dos métodos aproximados para o alcance deste propósito tem sido aquele que emprega a distância JM. Neste caso, tem-se que "se a distância entre duas classes de alvos for maior para um conjunto de canais A do que para um conjunto B, então o limiar inferior e/ou superior para a probabilidade de erro obtida para o conjunto A é menor do que para o conjunto B" (ENGESPAÇO s.d.).

Neste trabalho a distância JM foi empregada com o propósito de selecionar entre 6 bandas TM/Landsat os melhores subconjuntos de três a serem utilizadas na geração da composição multiespectral colorida. Melhor, neste caso, seria aquele subconjunto de bandas que permitiria uma maior discriminação dos alvos urbanos de interesse, uma vez que o propósito final é a análise da estrutura interna da cidade.

De modo geral, o processo de seleção de atributos envolve a escolha das classes a serem mapeadas, das áreas de treinamento representativas de cada classe, das bandas TM sobre as quais será calculada a distância JM(N), do número de bandas que formarão a combinação final

(grau de combinação (K); bem como a geração das diferentes combinações de K bandas, para as quais são calculadas as separabilidades estatísticas, a partir do que são indicadas, em ordem decrescente, as três melhores combinações.

No caso do trabalho presente, foram utilizadas as seguintes classes do uso do solo urbano:

- *Urbana de uso misto*: em que ocorre mistura de usos que não podem ser separados na escala mapeada com a resolução do sistema sensor em questão. Incluem-se os usos comercial, residencial, negócios e serviços, industrial de pequeno porte e, ocasionalmente, outros. Esta classe contém tanto construções térreas como edifícios que se mesclam no espaço urbano constituindo o setor mais denso da cidade.
- *Residencial I*: basicamente constituída de residências unifamiliares, de baixa altura (um ou dois pavimentos), em áreas densamente ocupadas (lotes e construções pequenas).
- *Residencial II*: composta principalmente por grandes residências unifamiliares de baixa altura, em setores de densidade baixa, devido às dimensões grandes dos lotes e à presença de jardins e quintais.
- *Industrial*: Nesta classe estão incluídas as indústrias de grande porte da cidade. Envolve desde as indústrias leves até as pesadas (refinaria de petróleo).
- *Parques, bosques e praças*: esta classe é constituída das grandes áreas verdes no interior da trama urbana, com vegetação arbórea densa.
- *Sistema viário*: esta classe é constituída do sistema viário principal da cidade, cujo revestimento das pistas de rolamento são em asfalto.
- *Terraplenagem*: constituída daquelas áreas com solo exposto, preparadas para a futura expansão urbana.

Estas classes foram escolhidas por sua representatividade na estrutura urbana local, mas também porque eram as mais compatíveis com os produtos TM.

Com base nas áreas de treinamento cuidadosamente selecionadas para representar cada classe, foi aplicado o programa "seleção de atributos" que indicou o seguinte conjunto de bandas como os melhores: 1, 4, 5; 2, 4, 7; 3, 4, 7. Tal resultado é coerente com as sugestões de alguns autores de utilizar-se uma banda do visível, uma banda do infravermelho próximo e uma do infravermelho médio (Sheffield, 1985).

Neste caso, em que foram utilizadas apenas seis bandas TM, seriam possíveis 20 conjuntos diferentes de três destas bandas que associadas diferentemente às cores R.G.B. gerariam 120 componentes multiespectrais coloridas.

Como cada conjunto de três bandas sugerida pela técnica de seleção de atributos podem ser combinadas de seis maneiras diferentes às cores R.G.B., houve necessidade de uma avaliação preliminar das 18 composições coloridas multiespectrais para selecionar aquelas que seriam avaliadas com mais detalhes em uma etapa futura. Para isto, foram utilizadas as facilidades do sistema SITIM-150 que, de modo rápido, permite visualizar na tela da UVI a composição R.G.B. desejada. De um exame rápido destas composições foram escolhidas duas para avaliação final mais detalhada: foram as composições multiespectrais coloridas TM 4, 5, 1, e TM 4, 7, 3. A composição TM 4, 7, 2, que também deveria ser selecionada, já havia sido escolhida anteriormente no levantamento bibliográfico.

5 RESULTADOS

As 7 composições multiespectrais coloridas sugeridas pela literatura e as duas composições indicadas pela técnica de seleção de atributos foram visualizados na tela do sistema SITIM-150, usando-se as fitas CCTs de 7/11/85 da área teste - área urbana de São José dos Campos - que foi ampliada na escala 1:50.000.

