

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados apresentados, pode-se dizer que o Modelo Linear de Mistura Espectral apresentou um bom desempenho na discriminação de fitofisionomias encontradas no Parque Nacional de Brasília (bioma Cerrado).

- ❖ Ambos os modelos testados – *geral* e *específico* – se mostraram sensíveis às variações na cobertura vegetal, sobressaindo-se inclusive sobre outras técnicas de processamento, tal como o NDVI;
- ❖ Foi obtido, com razoável sucesso, realce para os três componentes do Cerrado: herbáceo, arbustivo e arborescente, estruturas básicas para a compreensão deste complexo ambiente;
- ❖ Com semelhante eficiência, as áreas de solo exposto, vegetação verde e sombra (representada no parque pelos corpos d'água) foram destacadas por esses modelos. Além do realce, a proporção dos componentes em cada *pixel*, disponibilizada pelas Imagens Fração, contribuiu para a análise dessas fitofisionomias.

Especificamente em relação ao modelo geral, aplicado nas cenas do sensor ETM+ com e sem correção atmosférica, destacaram-se os seguintes pontos de discussão:

- ❖ Foi alcançado uma boa concordância entre os dados de campo (mapa de vegetação) e as Imagens Fração Valor Digital (**VD**) e Reflectância (**R**), principalmente com os estratos herbáceo e arborescente, isto é, Campo Limpo, Cerrado *sensu stricto* e Mata de Galeria;
- ❖ As demais classes de Cerrado com fisionomias semi-arbustiva e arbustiva, representadas aqui pelo Campo Sujo e Campo Cerrado, foram bem discriminadas em apenas algumas áreas do PNB, ora pela IF *solo* ora pela IF

vegetação, implicando em um menor potencial do referido modelo na identificação deste estrato vegetacional;

- ❖ Em termos visuais, não foi detectada nenhuma diferença entre as IF VD e R para identificação dessas espécies vegetais. A Análise Discriminante e a Matriz F indicaram resultados semelhantes;
- ❖ A imagem ETM+ (Refletância) obteve valores bem próximos aos apresentados pelo MLME na matriz de classificação. No entanto, o grau de separabilidade desta cena ETM+ (bandas 1-5 e 7) foi bem inferior;
- ❖ A imagem NDVI para o PNB apresentou, em geral, os valores mais baixos tanto na Análise Discriminante quanto na matriz “F” (distância entre classes).

Em relação à forma de obtenção dos *endmembers*, e conseqüentemente ao modelo específico, faz-se as seguintes observações:

- ❖ Não foram constatadas diferenças significativas no potencial do MLME ora utilizando *endmembers* adquiridos na própria imagem ora por espectrorradiometria de campo (referência). Em ambas as abordagens (visual e estatística) os resultados foram muito próximos;
- ❖ A esperada melhora na qualidade das IF utilizando uma biblioteca espectral de referência (espectrorradiometria aérea no PNB) não foi alcançada, provavelmente devido a dois fatores: utilização de espectros misturados, principalmente por amostras de Campo Sujo e Campo Cerrado; ou utilização destes espectros de forma não adequada para aplicação do modelo específico (restrito ao Cerrado).

Quanto à necessidade de correção atmosférica, observaram-se os seguintes pontos:

- ❖ Nesta análise, a qual priorizou a discriminação de classes de Cerrado de forma atemporal, foi demonstrado que o desempenho do MLME não foi alterado pela implementação da correção atmosférica na cena ETM+;
- ❖ Entretanto, diferenças significativas (Teste - t) foram observadas nos valores médios das classes de Cerrado quando do uso do MLME (geral) em imagens com e sem correção atmosférica.
- ❖ Portanto, numa Análise de Mistura Temporal (IF com datas diferentes), a retificação (ou normalização) / correção radiométrica dos dados deve ser efetuada previamente;

Como forma de melhorar os resultados obtidos, e assim estender o uso destes modelos, são sugeridas as seguintes medidas:

- ❖ Implementação de novos modelos lineares para o Cerrado, contemplando outras combinações de *endmembers*, assim como a utilização de novas imagens de satélite, com diferentes resoluções espaciais e espectrais;
- ❖ Um grupo de *endmembers* viável, já testado por Miura et al. (2003) em imagens hiperespectrais do PNB (sensor EO-1 Hyperion - canal SWIR), indica o uso dos *endmembers solo*, *vegetação verde* e *vegetação seca* para a discriminação dos estratos fisionômicos do Cerrado. Na região do infravermelho médio, em torno de 2.090 nm e 2.280 nm, ocorre uma maior absorção da energia pela lignina-celulose, substância presente nas fitofisionomias não fotossinteticamente ativas. Considerar-se-ia, assim, que parte deste mosaico de vegetação é composto por espécies secas (galhos, gravetos, etc.) permitindo uma melhor caracterização biofísica deste bioma;

- ❖ Uma segunda possibilidade para implementação do MLME no Cerrado propõe a utilização de um quarto *endmember* junto ao modelo linear específico, abordado nesta pesquisa. Dessa forma, além dos componentes *Campo Limpo*, *Campo Sujo* e *Cerrado sensu stricto*, seria adicionado o componente *sombra*, o que poderá auxiliar no realce da estrutura arbustiva no Cerrado, principalmente para as classes Campo Sujo e Campo Cerrado, as quais apresentaram confusão espectral mais intensa;

- ❖ Uma terceira sugestão diz respeito ao implemento da Análise de Mistura Temporal (AMT) juntamente com as imagens obtidas pelo sensor MODIS, de resolução espacial moderada e alta resolução temporal (imagens diárias), visando principalmente a detecção de mudanças na cobertura vegetal do bioma Cerrado ou em outros biomas brasileiros (Amazônia);

- ❖ Todas as imagens obtidas por este sensor (MODIS), ao longo de um determinado período, poderiam ser inseridas no modelo linear como se fossem bandas multiespectrais, optando-se também por uma região do espectro eletromagnético que melhor representasse o alvo em questão. Soma-se, assim, o potencial da técnica de mistura linear com as qualidades de um novo instrumento de imageamento terrestre;

- ❖ Nesta metodologia, as IF *solo* e *vegetação* seriam as mais indicadas para gerar um mapa de uso da terra para o Cerrado, por exemplo, com base nos resultados aqui observados;

- ❖ O sensor NOAA / AVHRR é uma opção para este tipo de metodologia (AMT), porém, com algumas limitações em relação ao MODIS, considerando que as imagens do segundo também são gratuitas aos usuários de sensoriamento remoto, com resolução temporal equivalente (diária), resolução espectral e espacial superiores (36 bandas / 250m, 500m e 1km), já disponibilizadas com correção atmosférica e georreferenciadas;

- ❖ Dados do sensor ASTER (a bordo da plataforma Terra, como o MODIS) seriam uma opção a mais para implementação do MLME para análises realizadas no Cerrado. Este sensor apresenta uma configuração semelhante a do Landsat 7 ETM+, porém com resolução espacial mais fina (15 metros) nas bandas do visível e infravermelho próximo.

Por fim, as imagens sintéticas, geradas pelo MLME, podem e devem ser combinadas com outros métodos de realce e extração de informações. Imagens-diferenças, algoritmos não-supervisionados e de segmentação, são alguns exemplos que podem contribuir para um melhor aproveitamento deste método.