

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

TAIANA LOAN DE LIMA CAMPOS

DISCRIMINAÇÃO DE ESPÉCIES VEGETAIS NATIVAS DA FLORESTA
ESTACIONAL SEMIDECIDUAL E ESPÉCIES EXÓTICAS POR MEIO DE
ESPECTRORRADIOMETRIA VSWIR

Maringá,
2016

TAIANA LOAN DE LIMA CAMPOS

Engenheira Agrônoma

DISCRIMINAÇÃO DE ESPÉCIES VEGETAIS NATIVAS DA FLORESTA
ESTACIONAL SEMIDECIDUAL E ESPÉCIES EXÓTICAS POR MEIO DE
ESPECTRORRADIOMETRIA VSWIR

Projeto de pesquisa apresentado como parte das exigências para obtenção do título de Mestre do curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá.

Área de concentração: Solos e Nutrição de Plantas

Orientador: Prof. Dr. Marcos Rafael Nanni

Maringá,
2016

Discriminação de espécies vegetais nativas da Floresta Estacional Semidecidual e espécies exóticas por meio de espectrorradiometria VSWIR

Introdução

A criação de Unidades de Conservação (UC) para a proteção de habitats naturais corresponde a mais básica e efetiva forma de proteção da biodiversidade (MACHADO et al., 2004), porém as áreas protegidas nunca serão mais que uma pequena porcentagem da superfície da Terra – talvez 7% a 10%, ou um pouco mais – devido às necessidades da sociedade humana de recursos naturais. (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

Para expandir e garantir a conservação de habitats naturais ações conjuntas nos setores privados e públicos devem ser continuamente trabalhadas. Dentre essas ações, que vão além da criação e expansão de UC's, pode-se citar a conservação da biodiversidade em Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL).

De acordo com o Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/12), APPs são áreas protegidas que possuem a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitando o fluxo genético de fauna e flora. A Reserva Legal é definida pela mesma legislação como área localizada no interior de uma propriedade rural com a função de promover a conservação da biodiversidade, assegurando o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais (BRASIL, 2012).

Contudo, mesmo com as obrigações previstas na legislação as áreas de reserva legal e de preservação permanente ainda são suprimidas, seja pelo corte de espécies nativas e/ou pela implantação de espécies exóticas, interrompendo processos importantes para a efetiva conservação da biodiversidade, principalmente em áreas como a região Noroeste do Paraná, que apresenta menos de 2% de sua vegetação original. Assim, torna-se necessário o desenvolvimento de metodologia capaz de facilitar e otimizar a avaliação da flora nativa e exótica, a fim de elaborar planos de recuperação da biodiversidade em todas as esferas, públicas e privadas.

O sensoriamento remoto (SR) tem sido explorado como método alternativo para estudos de uso da terra. Sua vantagem consiste na rápida aquisição e tratamento subsequente de dados, diminuindo custos operacionais e otimizando os levantamentos a serem realizados. A possibilidade que a resposta espectral possa auxiliar nos estudos de vegetação baseia-se no pressuposto de que cada espécie possui características que a difere das demais, possuindo

também, uma assinatura espectral específica, sendo esta, uma variável que pode permitir a distinção de espécies vegetais e auxiliar em levantamentos fitossociológicos.

Objetivos

Objetivo Geral

Efetuar estudo de caso e desenvolver metodologia para a classificação e distinção da vegetação nativa da Floresta Estacional Semidecidual e de espécies exóticas comumente cultivadas em áreas de produção silvicultural na região através de técnicas de sensoriamento remoto, visando à conservação da biodiversidade e a melhoria da qualidade ambiental.

Objetivos Específicos

- a) Identificar espécies nativas predominantes do dossel da Estação Ecológica do Caiuá (EEC);
- b) Identificar áreas de cultivos silviculturais na região noroeste do Paraná e as espécies utilizadas;
- c) Coletar amostras de folhas das espécies nativas e exóticas e suas respectivas curvas espectrais;
- d) Diferenciar estatisticamente as assinaturas espectrais de cada espécie vegetal;
- e) Relacionar os dados coletados a campo com dados coletados através de imagens geradas por sensor aerotransportado;
- f) Desenvolver modelo de classificação de espécies nativas e exóticas através de análises discriminantes;
- g) Propor metodologia para a avaliação de áreas de vegetação nativa da Floresta Estacional Semidecidual e monitoramento de espécies exóticas por meio de imagens geradas por sensor aerotransportado.

Perspectiva

A pressão produtiva para explorar e expandir o uso da terra já subtraiu e fez desaparecer importantes ecossistemas naturais em todo o planeta. No Brasil, o processo de colonização iniciou-se no litoral e teve grande desenvolvimento nas regiões Nordeste e Sudeste, primeiramente, e depois na região Sul. Mais recentemente, com a vinda de imigrantes europeus

para o cultivo do café, ocorreu a grande ocupação das áreas planálticas das regiões Sudeste e Sul. Essa expansão de fronteiras agrícolas foi calcada no uso inadequado do solo, no estímulo à expansão horizontal das propriedades e pela inobservância das leis de proteção ambiental (proteção das áreas de preservação permanente e reserva legal). Aliado a esse fato, a exploração dos recursos naturais – notadamente madeira e minérios –, o crescimento urbano desordenado, o barramento de rios para a construção de hidrelétricas, a poluição e outras atividades antropogênicas levaram essas regiões a um grave estágio de degradação ambiental e degeneração da biodiversidade (CAMPOS, 2006).

MAACK (1968) descreveu alguns momentos históricos da ocupação do estado do Paraná, com a conseqüente fragmentação dos ecossistemas e os sérios riscos que esse processo representa à biodiversidade. Em 1895 o Paraná dispunha de uma área de florestas primitivas equivalente a 83,41% (16.782.400 ha) da superfície de seu território. Entre 1930 e 1955 foram desmatados 58,65% da cobertura original. Em 1965 o Estado contava apenas com 4.813.600 ha de florestas remanescentes. Entre 1965 e 1985 o desmatamento atingiu proporções gigantescas reduzindo a superfície florestal a apenas 1.646.800 ha (8,93%). Em 1990 restavam apenas 1.503.098 ha de florestas no Paraná, ou seja, 7,59% da cobertura florestal original, concentrados no Parque Nacional do Iguaçu e na Serra do Mar, além de uma infinidade de pequenos fragmentos (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 1998).

Atualmente, as unidades de conservação de proteção integral do Estado do Paraná, aquelas que só permitem o uso indireto dos recursos naturais, somam apenas 1,84% da área originalmente com cobertura florestal e, além de representar somente um pequeno percentual em relação às áreas originais dos diversos ecossistemas ocorrentes no Estado, essas UCs são pequenas e estão isoladas, o que pode ocasionar graves problemas futuros em relação à manutenção da variabilidade natural das espécies, da diversidade genética, dos ecossistemas e dos processos naturais (CAMPOS & COSTA FILHO, 2006).

Ademais, o Estado do Paraná é caracterizado por solos altamente férteis, com feições geomorfológicas e condições climáticas adequadas à produção agropecuária, o que o coloca em situação de destaque entre os maiores produtores de grãos do Brasil (CAMPOS, 2006) e conseqüentemente, em situação de risco devido à degradação ambiental e a fragmentação de ecossistemas, processos esses que, com a falta de consciência e planejamento, estão aliados à expansão agrícola.

Um dos setores agropecuários em ascensão atualmente, tanto a nível nacional, como estadual, é a silvicultura. O Brasil é o país que ocupa a sexta posição em área de florestas plantadas (FAO, 2010), sendo que 93% dessa área é composta por plantios de eucalipto e pinus (IBA, 2014). No cenário nacional, o Paraná é o segundo maior produtor de lenha e madeira em tora para produção de papel e celulose (IBGE / PEVS, 2015), significando uma área destinada ao plantio florestal de aproximadamente 1,5 milhão de hectares, correspondente a 7% do solo paranaense, divididos em 58% de pinus e 42% de eucalipto (SEAB / DERAL, 2014), sendo que, na região noroeste do Estado em questão, o cultivo de eucalipto é predominante devido às condições edafoclimáticas e a elevada produção por área.

Contudo, a produção de espécies florestais exóticas também vem avançando sob áreas prioritárias para a conservação, como as APPs. Além disso, o novo código florestal brasileiro permite que as áreas de reserva legal sejam restauradas utilizando 50% de espécies exóticas (BRASIL, 2012) e, em se tratando de espécies florestais, torna-se extremamente complicado monitorar e avaliar as áreas ocupadas por essas espécies em meio a espécies nativas.

Neste contexto torna-se evidente a importância do monitoramento da vegetação nativa e exótica em larga escala, a fim de assegurar a conservação da biodiversidade não apenas em UCs, mas sim, ao longo de todo o território, considerando que outras formas de conservação da biodiversidade *in situ* garantem a proteção de áreas de risco e de áreas prioritárias à conservação, possuem a função de ordenar a expansão agrícola e, destacadamente, participam da restauração da conectividade da paisagem através dos corredores ecológicos, reduzindo a fragmentação e facilitando o fluxo genético entre populações.

O Sensoriamento Remoto apresenta-se como uma das mais bem sucedidas tecnologias de coleta automática de dados para o levantamento e monitoramento dos recursos terrestres em escala global (MENESES, 2012), demonstrando uma estratégia eficiente e de baixo custo para a avaliação rápida da diversidade biológica vegetal. Para isso, é necessária a caracterização espectral de espécies vegetais.

Cada objeto apresenta uma estrutura molecular e atômica, na qual os elétrons estão distribuídos ao redor dos núcleos dos átomos em diferentes níveis energéticos que podem absorver diferentes quantidades de radiação eletromagnética (REM), quanto maior absorção pelo objeto menor a energia refletida pelo mesmo. Os locais em que a absorção de energia acontece

são chamados de bandas de absorção. Esse fenômeno de interação entre objetos e REM incidente é chamado de comportamento espectral (FIGUEIREDO, 2005).

Em estudos de vegetação a aplicação de técnicas que estudam a interação da energia eletromagnética com os alvos é de grande relevância, pois a partir dos dados gerados é possível obter informações sobre a distribuição dos diferentes tipos de vegetação, estrutura do dossel, estado fenológico, condições de estresse, carência de nutrientes, entre outros (BERRA et al., 2009). Para a vegetação, a folha é o principal órgão absorvedor da radiação eletromagnética e a medição da energia absorvida, transmitida e/ou refletida pelas folhas pode ser obtida por sensores em laboratório, campo, aéreo transportados ou orbitais (BERRA et al., 2009).

As pesquisas que visam o mapeamento de espécies nativas entre os trópicos têm-se demonstrado como uma tarefa extramente difícil, devido à diversos fatores como a elevada diversidade florística, bioquímica, fisiológica e estrutural presente no dossel dessas formações florestais (AMARAL, 2014), sendo que Clark et al. (2005) obtiveram o primeiro sucesso na discriminação espectral de espécies nativas, em ambientes tropicais, pelo fato de utilizarem sensores de alta resolução espectral e espacial. Contudo, a discriminação de espécies exóticas é facilitada pelas características fisiológicas, morfológicas e fenológicas distintas das outras espécies que se encontram em seu ambiente natural (USTIN & GAMON, 2010).

Considerando esses fatos, no início de maio de 2016 foi realizado um aerolevanteamento sob a área da Estação Ecológica do Caiuá e outras regiões dos Estados do Paraná e São Paulo, utilizando o sensor hiperespectral AisaFENIX, do fabricante Spectral Imaging (Specim). O trabalho foi coordenado pelo Dr. Marcos Rafael Nanni, pesquisador da Universidade Estadual de Maringá – Grupo Aplicado ao Levantamento e Espacialização dos Solos (GALeS) a fim de suprir dados para diversas pesquisas, gerando imagens com alta resolução espacial e espectral de diversos alvos, inclusive vegetação nativa e exótica.

Os sensores hiperespectrais captam a radiação eletromagnética refletida a partir de objetos em diversas bandas estreitas e contíguas, permitindo a extração de um espectro detalhado para cada elemento da cana (pixel), com base em características de reflectância (MENESES & ALMEIDA, 2012; LINN, 2008). Ainda, a obtenção de imagens hiperespectrais através de plataforma aérea permite maior flexibilidade na coleta de dados, refletindo em alta resolução espacial (MENESES & ALMEIDA, 2012) e auxiliando a distinção e caracterização de alvos.

Assim, este trabalho visa à reunião de dados coletados a nível de campo e aéreo da vegetação nativa da Floresta Estacional Semidecidual e de espécies exóticas comumente utilizadas da produção florestal na região do Noroeste do Paraná (especialmente eucalipto) com o objetivo de caracterizar as assinaturas espectrais de espécies chave para, então, facilitar o monitoramento de áreas prioritárias para a conservação e restauração da biodiversidade.

Material e Métodos

Na Estação Ecológica do Caiuá serão identificadas espécies nativas dominantes do dossel para posterior coleta de folhas. Também serão identificadas, na região de Maringá, áreas de produção florestal onde seja possível coletar amostras das espécies cultivadas, especialmente eucalipto por ser a espécie florestal comumente utilizada nesse setor, na área de estudo. É necessário salientar que as espécies selecionadas devem apresentar padrões de folha compatíveis com o equipamento utilizado para as leituras de reflectância (largura da folha igual ou superior à 1,5 cm).

Serão coletados ramos de espécies arbóreas (nativas e exóticas) componentes do dossel dos fragmentos selecionados, inseridos na Floresta Estacional Semidecidual. Desses ramos serão extraídas 10 folhas da porção média dos ramos, obtendo-se um parâmetro médio de reflectância com o intuito de minimizar possíveis diferenças (idade, coloração, anomalias, etc.).

Os pontos de coleta serão georreferenciados e as medições radiométricas serão realizadas com o espectroradiômetro FieldSpec®3, utilizando o medidor ASD Plant Probe, que permite diminuir a influência de fatores atmosféricos no momento da coleta da curva espectral. As leituras serão realizadas até três horas após a coleta dos ramos, a fim de garantir a integridade das amostras, sendo que as folhas somente serão destacadas dos ramos no momento da análise.

As medidas radiométricas serão armazenadas e, então, convertidas para o formato texto através do software ASD ViewSpecPro Versão 4.05, para posterior processamento.

As imagens hiperespectrais adquiridas através do sensor AisaFENIX estão sendo corrigidas e processadas e, com o auxílio dos pontos de coleta georreferenciados, curvas espectrais dos alvos de interesse serão obtidas a partir da imagem. Correlações estatísticas de ambos os dados (espectroradiômetro e imagens hiperespectral) serão realizadas com o objetivo de gerar modelos de classificação para cada espécie, a serem aplicados nas cenas obtidas.

Materiais

- Espectroradiômetro FieldSpec®3, medidor ASD Plant Probe e microcomputador acoplado ao equipamento;
- Podão;
- GPS;
- Imagens hiperespectrais do sensor AisaFENIX;
- Softwares de processamento (Unscrambler, ENVI, ATCOR, SAS, entre outros).

Detalhamento das Atividades

1. Reconhecimento de campo das áreas piloto;
2. Coleta de dados:
 - 2.1. Identificação de espécies vegetais nativas predominantes no dossel da EEC;
 - 2.2. Georreferenciamento dos pontos de coleta;
 - 2.3. Coleta de ramos localizados na parte mais alta da planta (nativas e exóticas);
 - 2.4. Medições radiométricas de dez folhas de cada ramo coletado;
 - 2.5. Processamento desses dados;
3. Processamento das imagens hiperespectrais do sensor AisaFENIX;
4. Inserção dos pontos de coleta georreferenciados nas imagens;
5. Obtenção das curvas espectrais, através das cenas, das espécies que foram coletadas a campo;
9. Análises estatísticas:
 - 9.1. Definição do método estatístico a ser utilizado;
 - 9.2. Diferenciação das espécies vegetais através das assinaturas espectrais coletadas a campo;
 - 9.3. Obtenção das correlações entre os dados coletados a campo e dados coletados das imagens;
10. Definição do modelo de discriminação das diferentes espécies utilizadas.

QUADRO 1: Cronograma de atividades.

Atividades Previstas	Meses ano 2016							
	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV
Reconhecimento das áreas	X							
Coleta de dados	X	X	X					
Processamento dos dados	X	X	X	X	X	X		
Processamento das imagens	X	X	X	X	X	X		
Checagem a campo			X	X	X			
Análises estatísticas	X	X	X	X	X	X		
Elaboração da dissertação	X	X	X	X	X	X	X	X

QUADRO 2: Cronograma de desembolso.

Despesa	Fonte de Recurso	Valor (em R\$ 1,00)				
		JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Combustível	CNPq	100	100	100	100	100
Alimentação	CNPq	50	50	50	50	50
TOTAL		750				

Referências Bibliográficas

AMARAL, C. H. **Sensoriamento Remoto Hiperespectral e Definição de Espécies Indicadoras Aplicados à Geobotânica no Bioma Cerrado**. São Paulo: Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 2014.

BERRA, E. F.; GOERGEN, L. C.; BENEDETTI, A. C. P.; BRANDELERO, C.; BACKES, K. S.; PEREIRA, R. S. Caracterização espectral de folhas extraídas de quatro diferentes espécies arbóreas nas bandas VNIR do sensor ASTER. **Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto**, 14., Natal, 2009. Resumo... [Brasília, DF]: INPE, 2009. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.21.20.43/doc/1175-1181.pdf>, acesso em 16.11.2015.

BRASIL, 2012. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Institui o Código Florestal). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm Acesso em: jul. 2016.

CAMPOS, J.B. & COSTA FILHO, L.V. 2006. Sistema ou conjunto de unidades de conservação? P. 17-24. In: Instituto Ambiental do Paraná.(ed.). **Unidades de conservação: ações para valorização da biodiversidade**. P17-24.

CAMPOS, J.B. 2006. A fragmentação de ecossistemas, efeitos decorrentes e corredores de biodiversidade. In: Instituto Ambiental do Paraná (ed.). **Unidades de Conservação Ações para Valorização da Biodiversidade**. Pp. 165-173.

CLARK, M.L. **An assessment of Hyperspectral and Lidar Remote Sensing for the Monitoring of Tropicla Rain Forest Trees**. Santa Barbara: University of California, 2005.

FIGUEIREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. 2005. Disponível em: http://lsa.ufpa.br/imiriba/NUMA_SR/conceitos_sm.pdf Acesso em: jul. 2016.

Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. **Global Forest Resources Assessment 2010**. FAO Forestry Paper 163, 2010.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE/ISA. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica no período de 1990 - 1995**. São Paulo, INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, ISA– Instituto Sócio Ambiental. 1998. p.35-37.

Indústria Brasileira de Árvores – IBA. **Anuário. Indústria Brasileira de Árvores**. Brasília, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE / SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA - SIDRA. Banco de dados do SIDRA – PEVS. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pevs/default.asp>> Acesso em: jul. 2016.

LINN, R. de M. **Avaliação de modelos de mistura espectral MESMA e SMA aplicados aos dados hiperespectrais Hyperion/EO-1 adquiridos na planície costeira do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul , 2008.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro, J. Olympio Ed. 442 p. 1968.

MENESES, P.R. Princípios de Sensoriamento Remoto. In: MENESES, P.R.; ALMEIDA, T. (Org.). **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: UNB/CNPq, 2012. p. 1-33.

MENESES, P.R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: UNB/CNPq, 2012.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO – SEAB
/ DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL – DERAL. **Produtos Florestais – Janeiro de
2015.** 2015. Disponível em:
<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/produtos_florestais_2014_2015.pdf> Acesso em: jul. 2016.

USTIN, S.L. & GAMON, J. A. Remote sensing of plant functional types. **New Phytologist**, v. 186, n. 4, p. 795-816, 2010.