

Integração de dados multisensor e espectroscopia de reflectância aplicado ao mapeamento de alvos estratégicos da agricultura tropical

AGSPEC

Integration of multi-sensor data and reflectance spectroscopy applied to the mapping of tropical-agriculture strategic targets

Luiz Eduardo Vicente

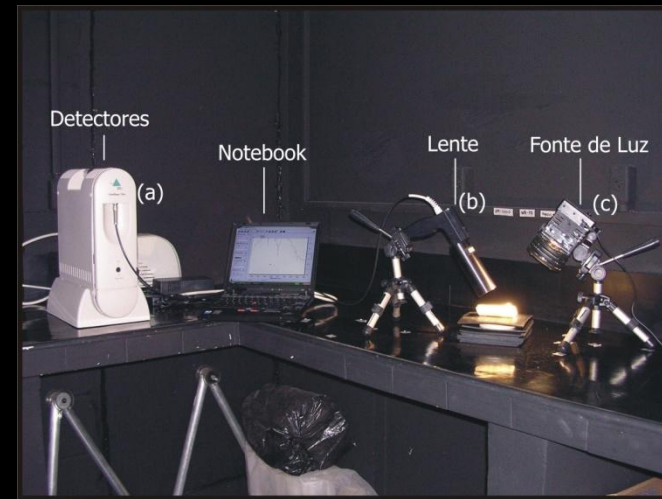
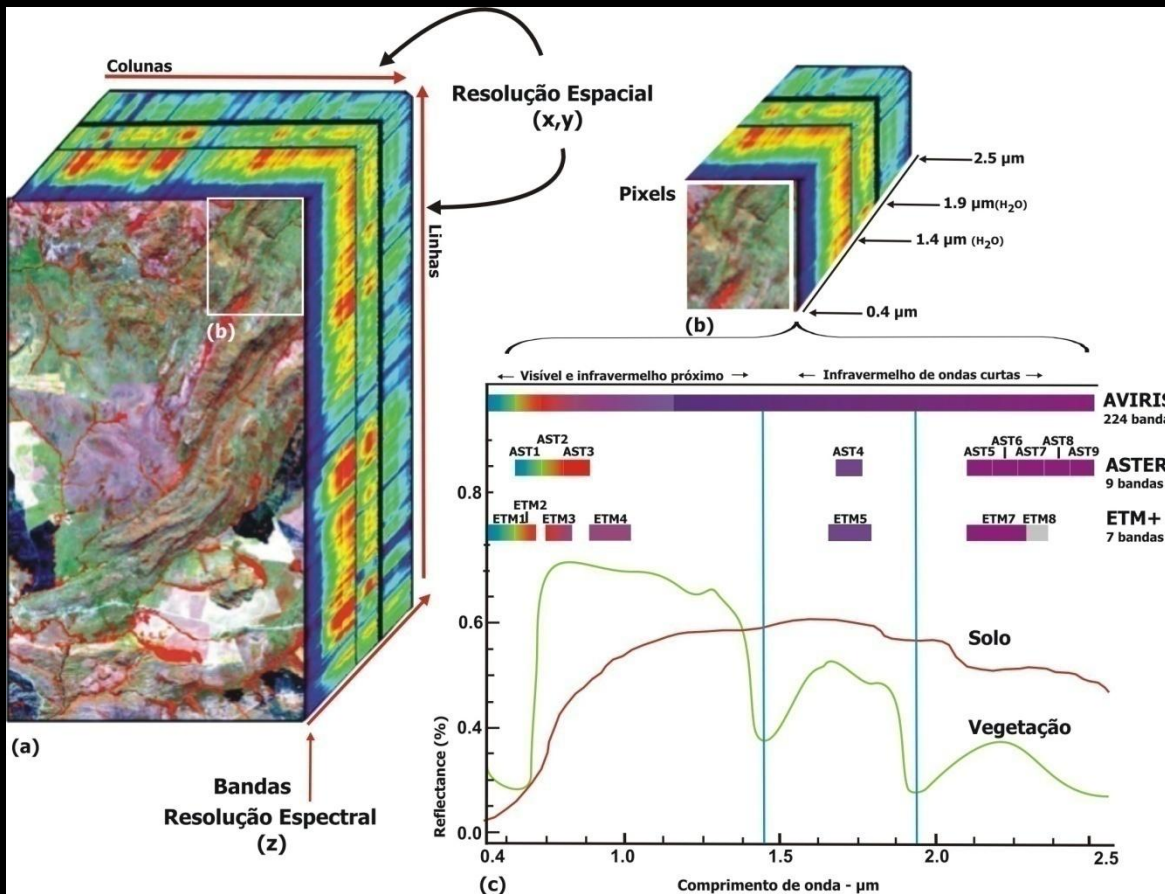


Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Analisar propriedades espectrorradiométricas de solo e soja com vistas ao desenvolvimento de métodos quantitativos não destrutivos para o mapeamento remoto e mensuração de propriedades: (i) granulométricas, mineralógicas e biofísicas de solos tropicais; (ii) e componentes bioquímicos (e.g. clorofilas, celulose, lignina, amido) e características da estrutura latifoliada da soja, investigando feições diagnósticas nas regiões do visível, infravermelho próximo e infravermelho distante

Espectroscopia de refletância/imageamento



Espectroscopia de refletância

Espectroscopia de imageamento

Mapeamento de características espectrais

Nível 3 orbital
Reamostragem e transposição de características espectrais diagnósticas para multisensores orbitais remotos

Nível 2 sub-orbital
testes de modelagem para hipercubo e utilização de sensores multi/hiperespectrais aerotransportados

Nível 1 local
Medidas espectrorradiométricas dos alvos, elaboração de bibliotecas espectrais, testes de modelagem e mineração de dados

Soja Solos

Espectros validados por feição espectral diagnóstica

Soja Solos

Soja Solos

Validação com métodos laboratoriais tradicionais dos alvos principais

Conjunto de espectros de referência analítica

Citrus Cana Milho...

Citrus Cana Milho...

Alvos correlatos



Degradação de Terras

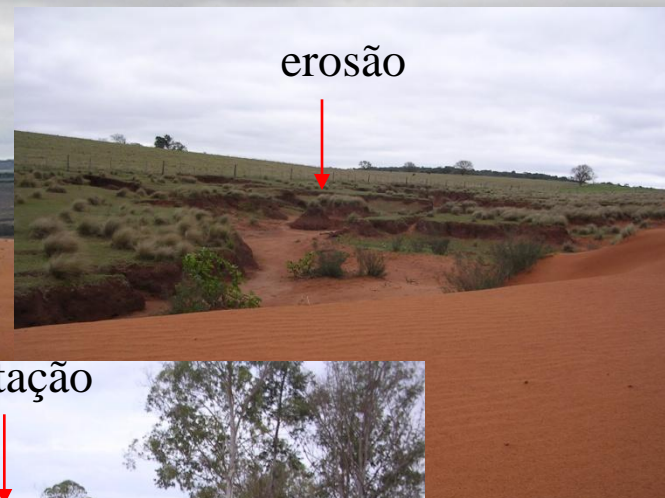
“retrabalhamento de depósitos areníticos ou arenosos...não consolidados...que promove uma dificuldade de fixação da vegetação, devido à constante mobilidade dos sedimentos”

Forte relação com uso antrópico e aspectos pedológicos

Dificultadores para o mapeamento remoto

Fragmentação dos alvos

Heterogeneidade de alvos



Erosão

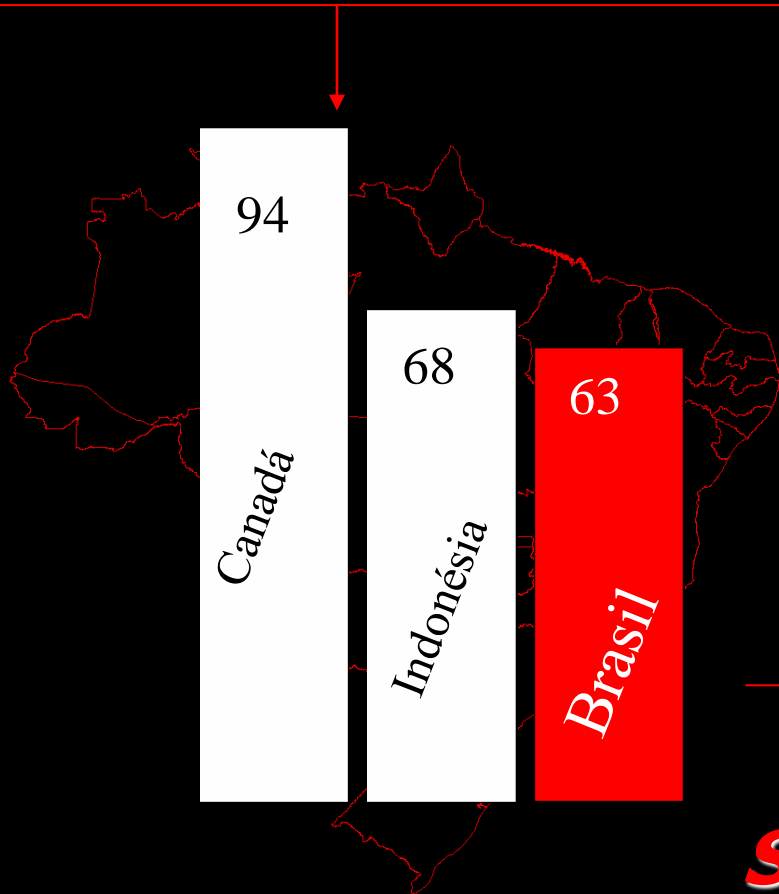
Alteração no ciclo de nutrientes

Perda de vegetação

Alteração do ciclo de Carbono

Total áreas degradadas - 1.881.702 Km²

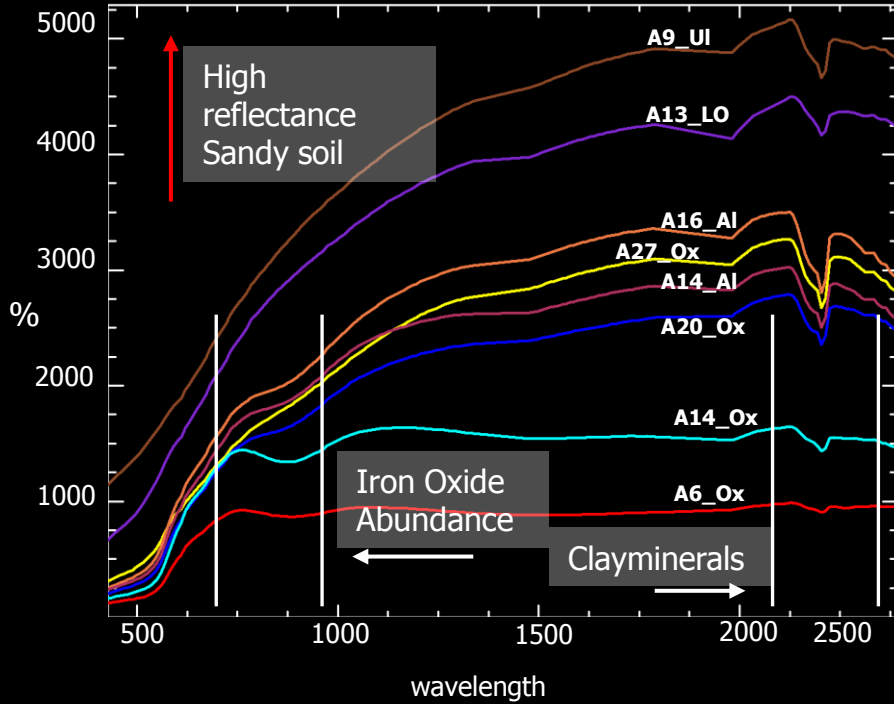
22 % do território



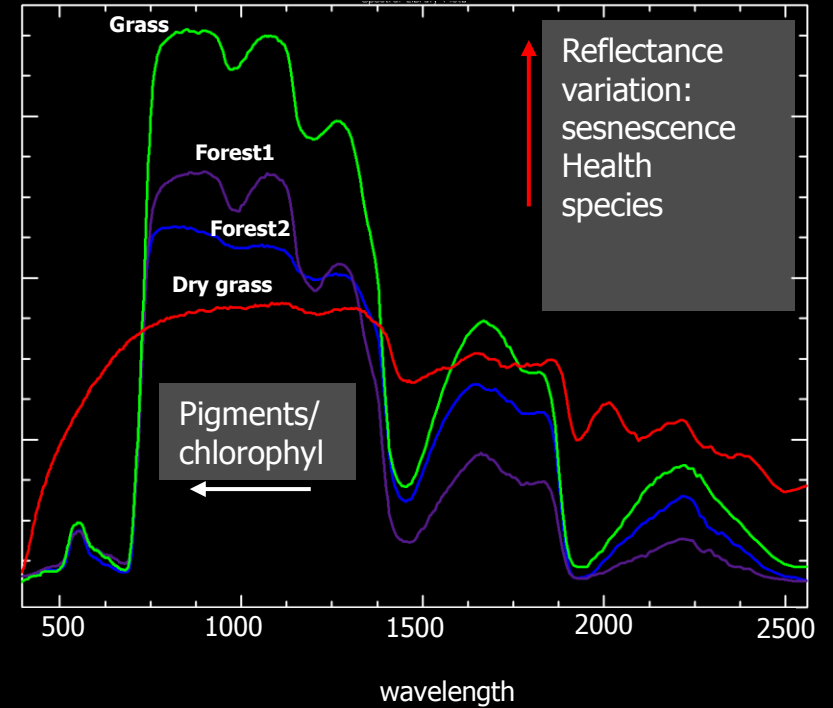
Perda de Produtividade do setor primário 63 milhões (ton) (1981-2003)

Sensoriamento Remoto

Soil spectral features



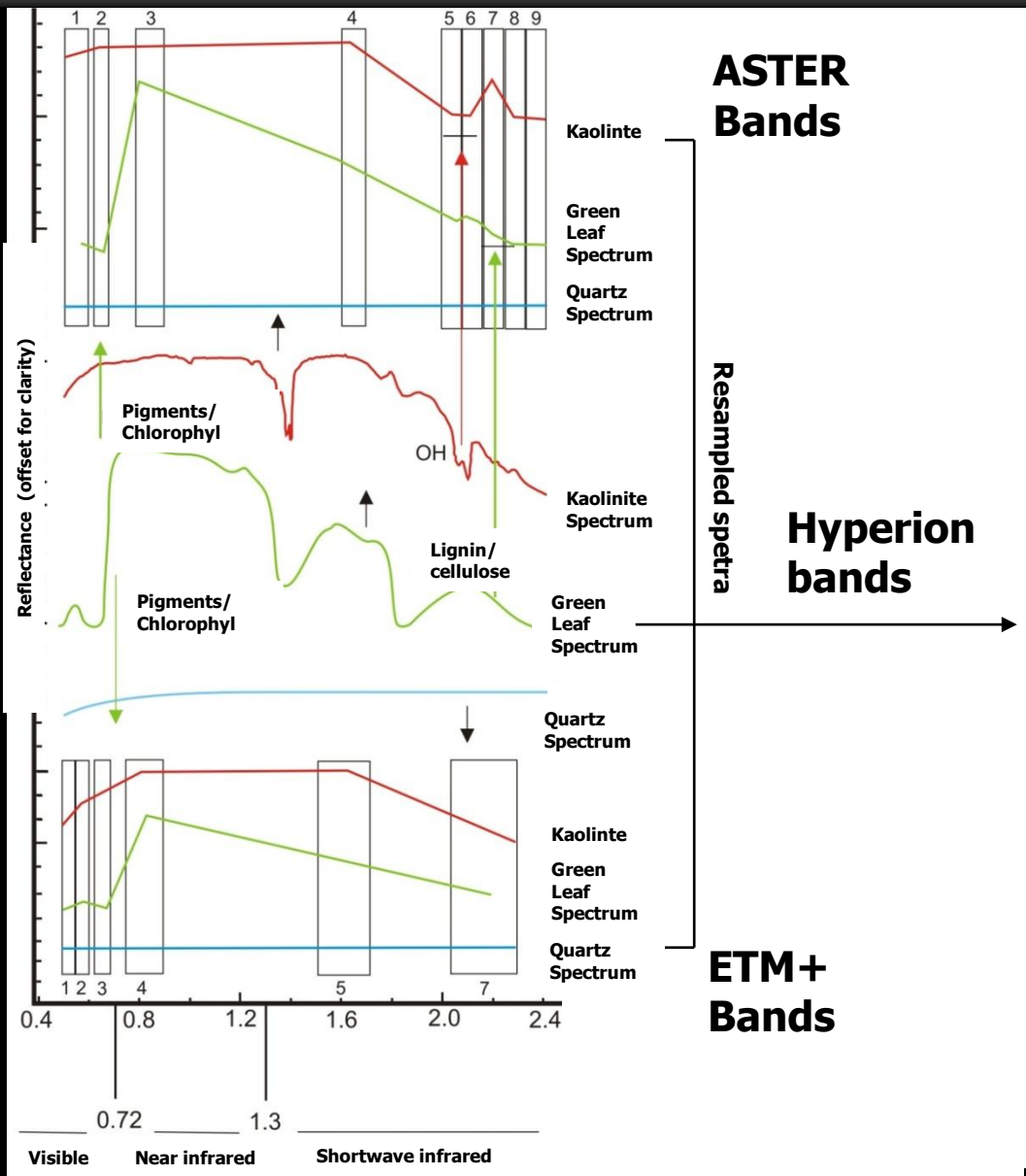
Vegetation spectral features



Spectral Analysis

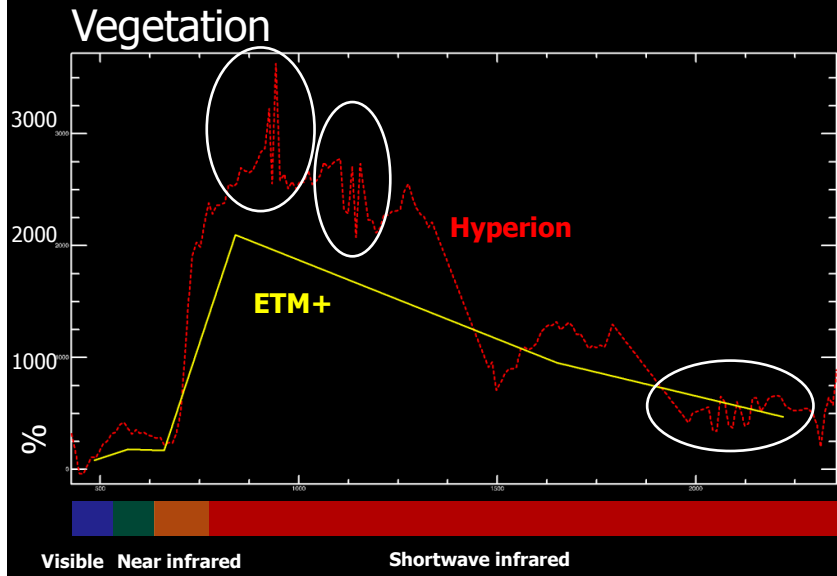
Remote Sensing

Background: hyperspectral Remote Sensing



Hyperion characteristics

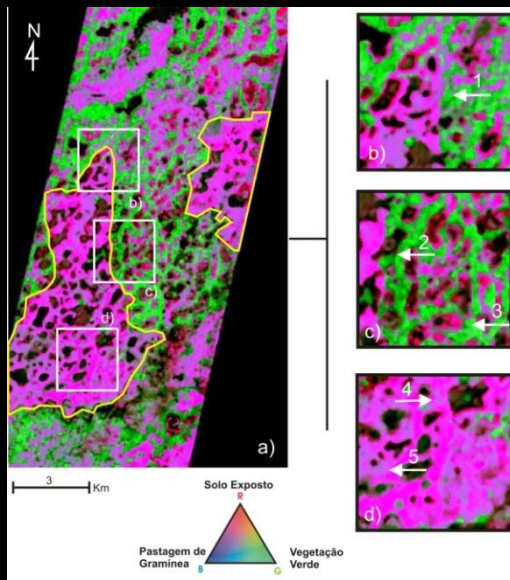
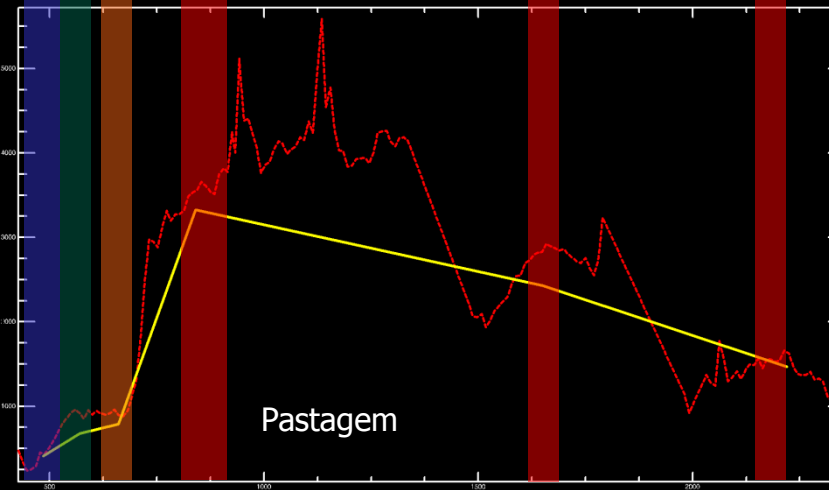
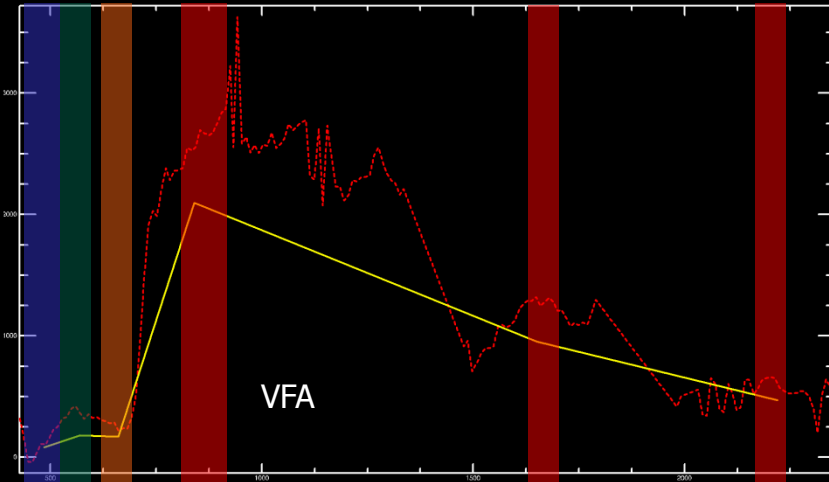
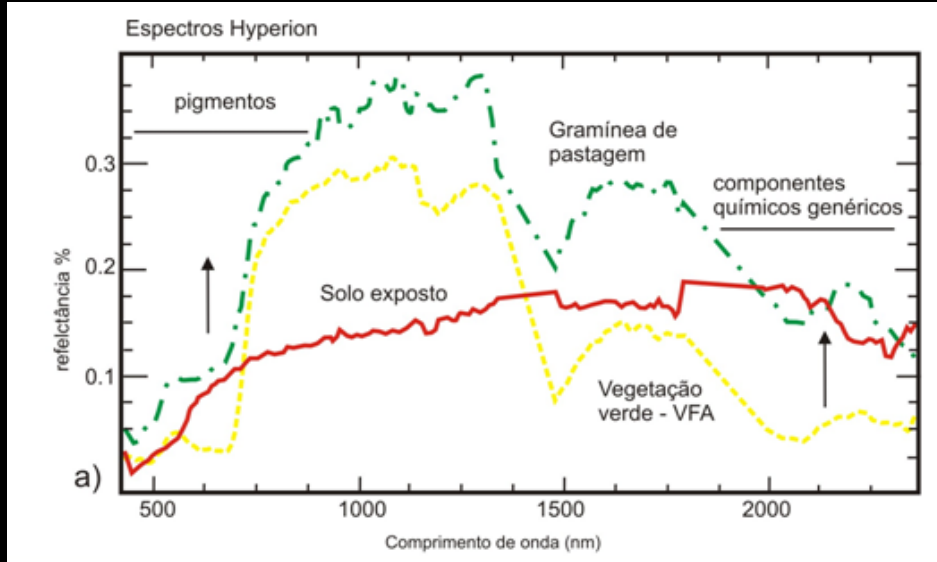
- Dataset size ~100 mb
- Signal-to-noise (SNR) under 100:1



Traditional Hyperion data processing – linear model approach

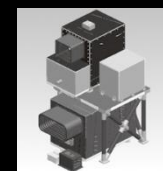
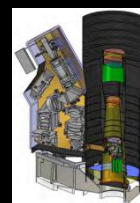
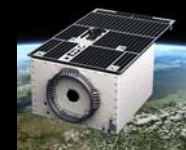
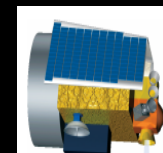
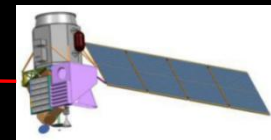
Spectroscopia de reflectância/imageamento

Exemplo de aplicação



— Espectro TM5 - - - Espectro Hyperion

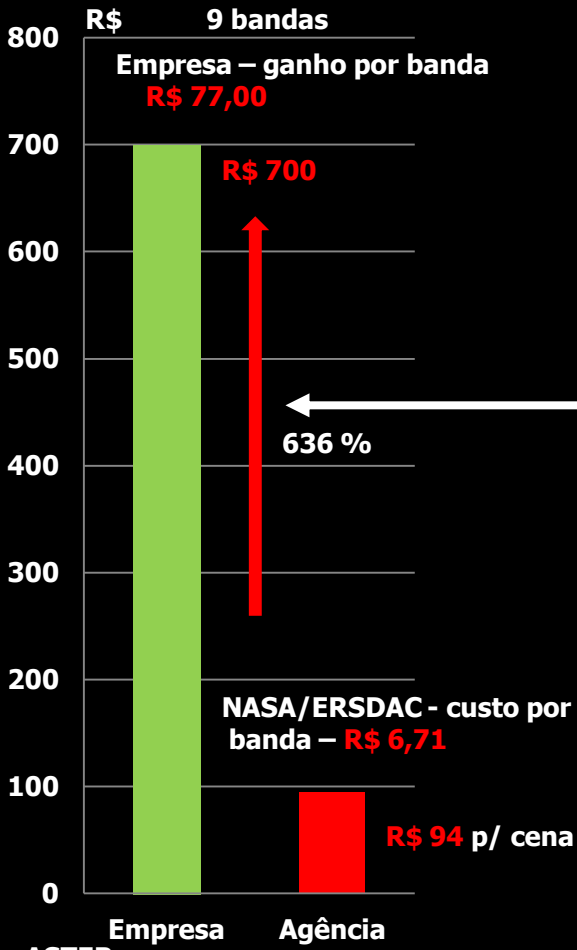
Sensor	Previsão	País/Agência	Res. Espectral	Res. Espacial
HypSIRI**	2016	Brasil (INPE)/EUA (NASA)	~212	60 m
HERO – Hyperspectral Environment and Resources Observer	?	Canadá/ Canadian Spatial Agency	210 (10 nm)	30 m
EnMap - Environmental Mapping and Analysis Program	2015	Alemanha	228	30 m
MSMI* Multi-Sensor Microsatellite Imager	2010	Consórcio – África do Sul/Bélgica	200 (10 nm)	15 m
HISUI* Hiperspectral Image SUite	2014	Japão (JAROS/METI)	185	30 m



* Multisensor operando com multiespectral

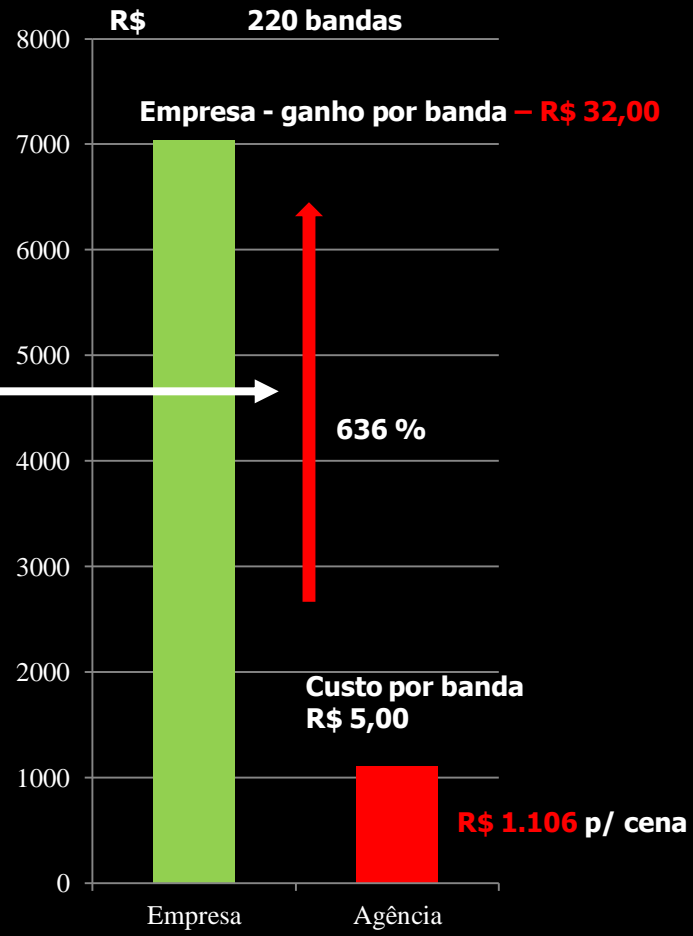
** Multisensor operando com multispectral TIR

Novos Sensores: viabilização vs conhecimento

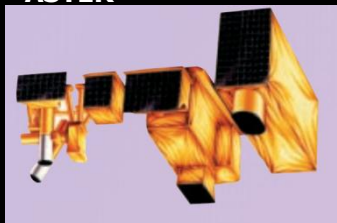


CONHECIMENTO

- Diversificação de produtos multibandas
- Possibilidades de intercalibração com Sensores multiespectrais
- Integração multiplataforma
- Alto valor agregado



Hiperespectral



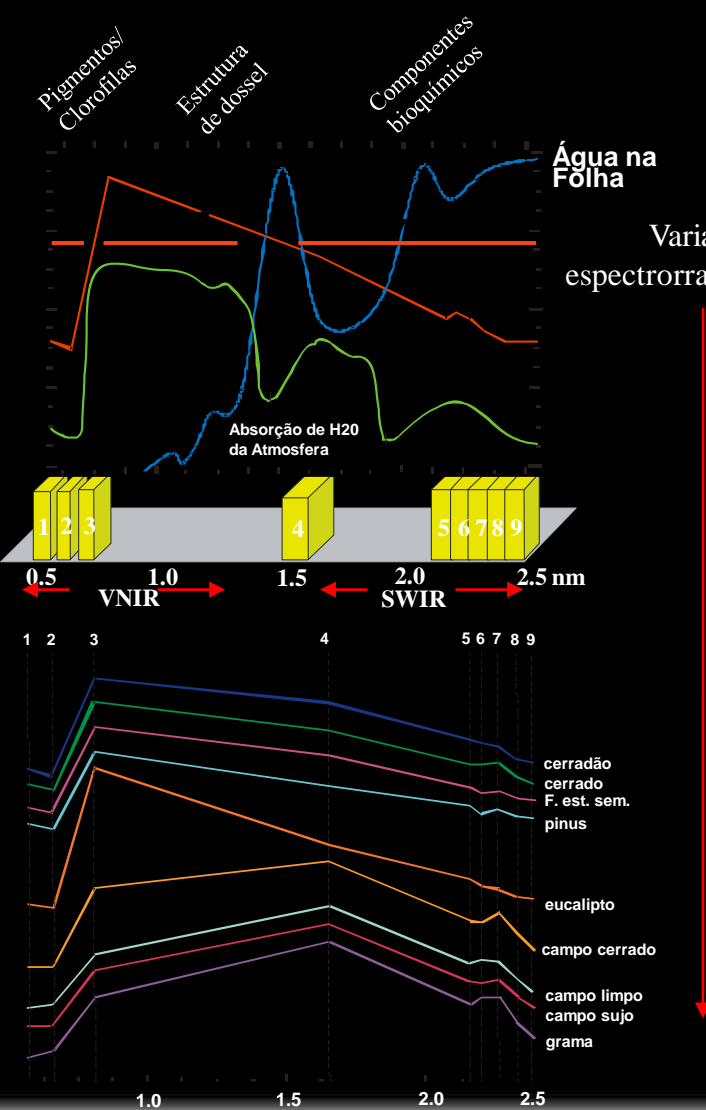
Fonte: Vicente, 2007. *Dólar - 1.58



Objetivos: comportamento espectral da soja

Espectro de folha verde reamostrada para o sensor

ASTER



Objetivo

Analisar propriedades espectralradiométricas da soja com vistas ao desenvolvimento de métodos quantitativos não destrutivos para mensuração de suas propriedades bioquímicas (e.g. clorofilas, celulose, lignina, amido) e manifestações de doenças típicas na estrutura latifoliada, investigando feições diagnósticas nas regiões do visível, infravermelho próximo e infravermelho distante.

Atividades

- Realizar medidas espectralradiométricas de diferentes cultivares de soja sob **condições de laboratório** considerando estágios de senescência e níveis de sanidade (ASD, FieldSpec Full-Resolution);
- Realizar medidas espectralradiométricas de diferentes cultivares de soja sob **condições de campo** considerando sazonalidade, estágios de senescência e níveis de sanidade (ASD, FieldSpec Full-Resolution);
- Validar feições espectrais diagnósticas utilizando técnicas laboratoriais tradicionais (e.g. Medidas de componentes bioquímicos)
- Testar métodos de detecção e quantificação espectralradiométrica de nutrientes, pigmentos, componentes bioquímicos e doenças com vistas a definição de feições espectrais diagnósticas associadas (e.g. Continuum Removed);

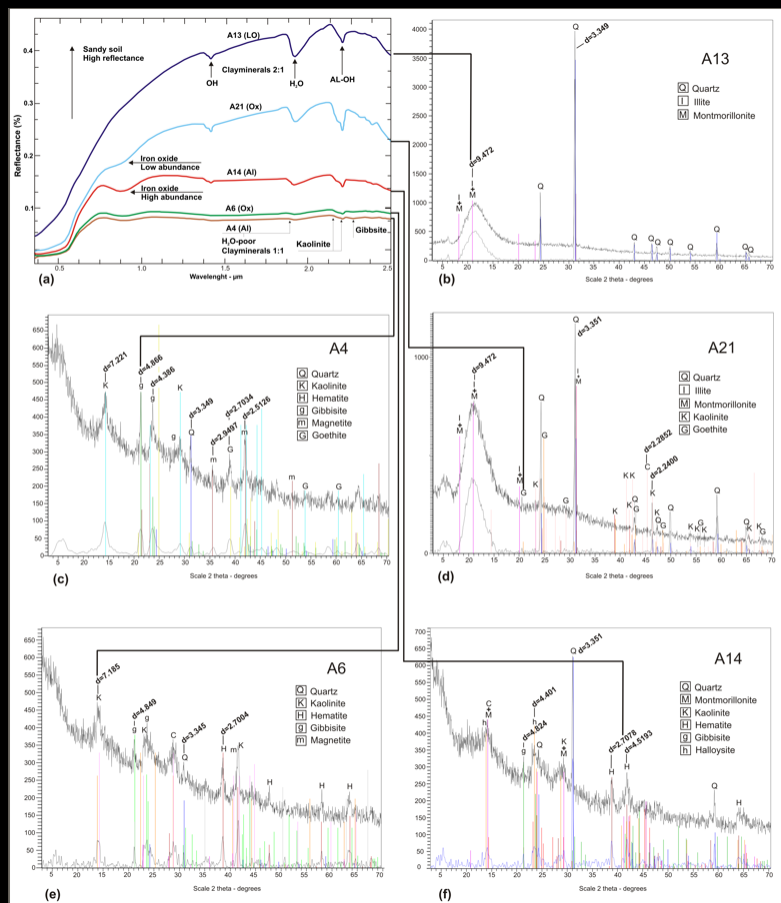
Objetivo

Medidas espectrorradiométricas de solo e DRX

Analisar propriedades espectrorradiométricas de solo com vistas ao desenvolvimento de métodos quantitativos não destrutivos para mensuração de propriedades granulométricas, mineralógicas e biofísicas de solos tropicais, investigando feições diagnósticas nas regiões do visível, infravermelho próximo e Infravermelho distante.

Atividades

- Realizar medidas espectrorradiométricas de diferentes classes de solo sob condições de laboratório (ASD, FieldSpec Full-Resolution);
- Realizar medidas espectrorradiométricas de solo sob condições de campo considerando diferentes classes de solo (ASD, FieldSpec Full-Resolution);
- Testar algoritmos de identificação e quantificação de feições espectrais diagnósticas (e.g. Continuum Removed);
- Validar feições espectrais diagnósticas utilizando técnicas laboratoriais tradicionais (e.g. Difractometria de Raio X)
- Testar métodos de detecção espectrorradiométrica de nutrientes e contaminação com vistas a definição de feições espectrais diagnósticas associadas;



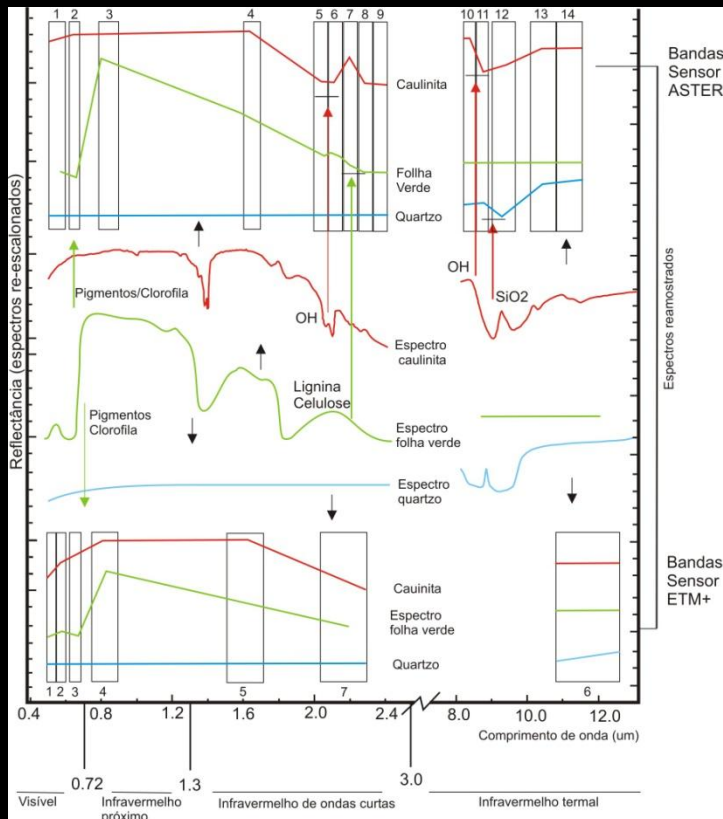
Objetivos: espectroscopia de reflectância e dados multi/hiperespectrais

Espectros de minerais e vegetação reamostrados para os sensores multiespectrais ASTER e ETM+

Utilizar técnicas de espectroscopia de imageamento e medidas espectrorradiométricas de diferentes tipos de solo e soja (analisadas, convalidadas e reamostradas) para detecção e quantificação de suas propriedades espectrais análogas em imagens multi/hiperespectrais.

Atividades

- Testar e avaliar novos e tradicionais sistemas sensores no âmbito de suas potencialidades para o mapeamento de alvos prioritários para a agricultura tropical priorizando o principal escopo do projeto no que se refere ao uso de “scanners” de imageamento e os alvos de soja e solos;
- Estabelecer protocolos de calibração radiométrica, correção atmosférica e conversão para reflectância passíveis de serem replicados por demais instituições de pesquisa e unidades da Embrapa;
- Testar algoritmos e métodos de classificação multi/hiperespectrais (e.g. SAM, PPI, MTMF, SMA, Índices Espectrais) no âmbito do mapeamento das propriedades físicas e químicas de solos e da soja;
- Desenvolver e/ou aprimorar métodos de detecção/quantificação de propriedades físicas e químicas de solos utilizando imagens de sensores remotos;
- Desenvolver e/ou aprimorar métodos de detecção/quantificação de propriedades bioquímicas e de sanidade da soja utilizando imagens de sensores remotos;

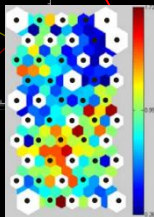
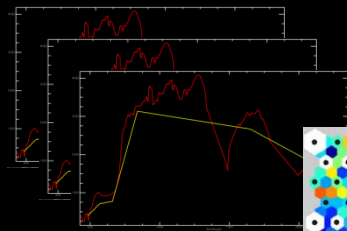


Objetivos: modelagem não linear/validação multifonte

Mineração

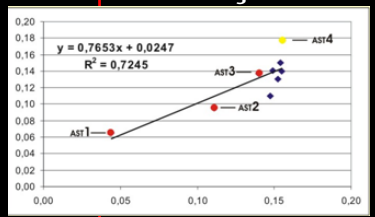
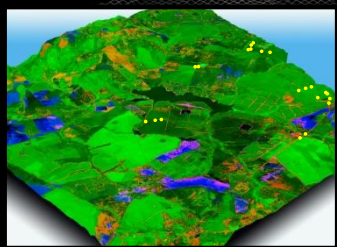
Normalização

Objetivo



Utilizar métodos estatísticos tradicionais conjuntamente com abordagens não lineares de mineração, clusterização e visualização de dados multifonte oriundos de plataformas orbitais, aerotransportada, laboratoriais e de campo com vistas ao desenvolvimento de algoritmos proprietários de classificação de imagens considerando o comportamento espectral das propriedades de solo e soja.

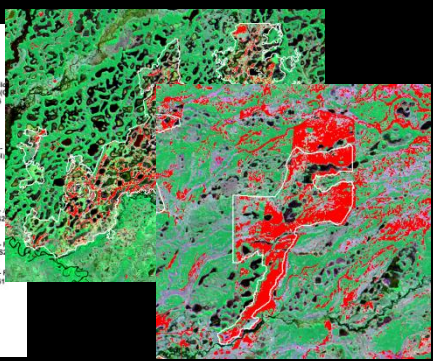
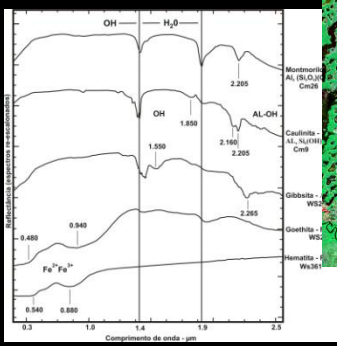
Validação



Atividades

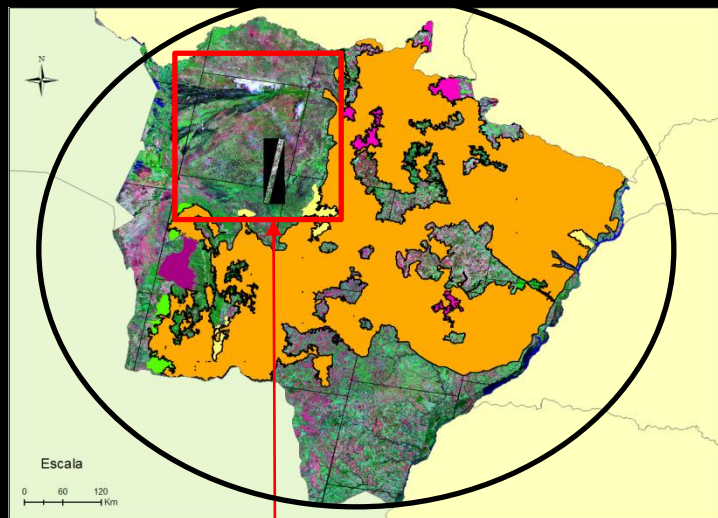
- Testar e avaliar medidas de incerteza, estatística multivariada (métodos lineares) e abordagens não lineares para validação de dados campo vs sensor (orbital, aerotransportado);
- Desenvolver algoritmos para detecção e quantificação espectrorradiométrica de componentes de solo e soja associados à feições espectrais diagnósticas;
- Testar algoritmos de classificação de dados multi/hiperespectrais (e.g. MTMF, SAM, PPI, Redes Neurais, Índices espectrais, SMA) e os desenvolvidos durante o projeto;
- Adaptar métodos não lineares de clusterização à classificação de imagens multisensor (e.g. Self Organizing Map);

Produtos



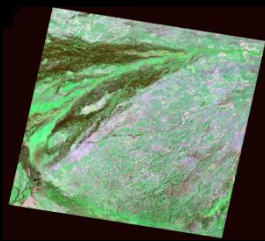
Objetivos integração e intervalidação de dados multiescala

Estado do Mato Grosso: dados Hyperion e TM



Resolução espacial <

Resolução espectral >



Objetivo

Utilizar o arcabouço de dados espectrorradiométricos gerados durante o projeto na intervalidação e aprimoramento dos resultados de sensores de resolução moderada-baixa (e.g. modis, spot vegetation) com vistas ao mapeamento de grandes áreas.

Atividades

- Testar e avaliar métodos de fusão de imagens (e.g. fusão Wavelet, IHS) em imagens de diferentes resoluções espaciais utilizando os parâmetros espectrorradiométricos gerados durante pelo projeto;
- Testar e avaliar procedimentos *upscaling* para translação de parâmetros espectrorradiométricos em imagens de diferentes resoluções espaciais;
- Correlacionar parâmetros gerais biofísicos e de balanço de energia obtidos por medidas de campo e modelagem, com dados espectrorradiométricos gerados pelo projeto;
- Desenvolver e/ou aprimorar métodos de detecção de propriedades bioquímicas e estágios de senescência da soja utilizando imagens de sensores remotos de resolução moderada-baixa;
- Desenvolver e/ou aprimorar métodos de detecção de solo exposto utilizando imagens de sensores remotos de resolução moderada-baixa;

EO1-Hyperion

Landsat 5 TM

Resultados esperados: transferência de tecnologia

- Desenvolvimento e aprimoramento de métodos quantitativos de análise envolvendo propriedades de solo e soja com ampla aplicabilidade em sensoriamento remoto (sinótica e espacial) enquanto alternativa à métodos laboratoriais tradicionais;
- Redução de custos de mapeamento/monitoramento da cadeia produtiva da soja e de levantamento de solos incluindo o desenvolvimento de produtos de alta aplicabilidade em agricultura de precisão;
- Identificação de variedades de soja através de mapeamento remoto;
- Determinação de padrões na estrutura latifoliada da soja que permitam a identificação de doenças e estágios de senescência mais precisos;
- Mapeamento remoto de propriedades granulométricas e mineralógicas de solo;
- Elaboração e disponibilização de bibliotecas espectrais de soja e tipos de solo no âmbito inédito da aplicação em alvos da agricultura tropical;
- Avaliação e apontamentos de novos sensores de última geração para o uso em demandas de mapeamento remoto em agricultura tropical;
- Geração de metodologias sobre o registro do comportamento espectral de alvos importantes na agricultura tropical e aptos a subsidiar mapeamentos multi-escala;
- Elaboração de métodos e algoritmos de classificação proprietários baseados no conhecimento espectral e sinótico da base de dados espectrorradiométrica;
- Tornar a Embrapa referência em novas tecnologias de mapeamento e sensores remotos de última geração no âmbito do monitoramento da agricultura tropical;



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



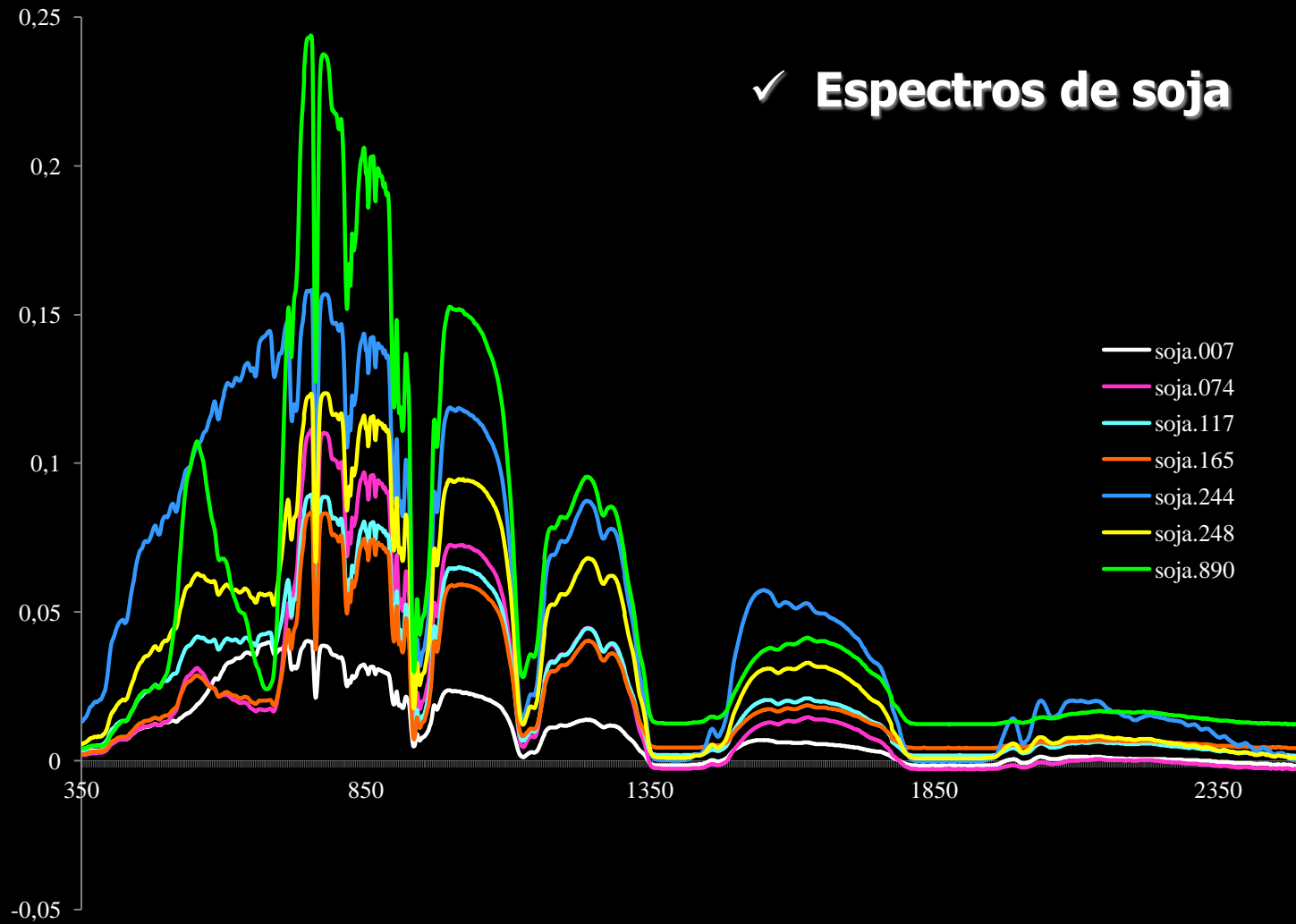
Viabilidade e demandas do projeto

- Existência de uma rede de instituições e potenciais colaboradores pré-identificados e que atuam de forma isolada e não coordenada no tema proposto neste projeto, entre elas : USP/ESALQ, Unicamp, USGS (EUA), Universidade Humboldt (Alemanha);
- Identificação de uma forte demanda interna da Embrapa enquanto unidades que atuam em temas correlatos e não aplicados diretamente a área de sensoriamento remoto, como por exemplo: Embrapa Solos, Embrapa Instrumentação, Embrapa Soja;
- Forte demanda da comunidade científica por aplicações no estado da arte do sensoriamento remoto que utilizem novos sistemas sensores orbitais e aerotransportados recém lançados, ou com lançamento previsto para os próximos anos. Destaca-se neste ínterim a cada vez maior utilização de sensores hiperespectrais ou de alta resolução espacial com uma satisfatória ampliação do número de bandas.
- Forte demanda mercadológica por produtos de sensoriamento remoto de alta performance e baixo custo aplicáveis na agricultura de precisão;
- Inexistência de uma iniciativa de pesquisa em rede considerando o tema proposto e sua alta aplicabilidade e versatilidade para a agricultura tropical;
- Total aderência a temas atuais como redução de custos ambientais de produtividade e agricultura de baixo carbono, viabilizando significativamente busca por recursos externos;



- ✓ **Contato com produtores e campos experimentais: elaboração de termos de cooperação e parceria;**
- ✓ **Incursões de campo: coletas de amostras de solo e vegetação, medidas espectrorradiométricas de campo (definição de protocolos);**
- ✓ **Testes multisensores: TM, MODIS, SPOT vegetation, sensores hiperespectrais – geração de publicações;**
- ✓ **Protocolos de calibração e pré-processamento (e.g. correção atmosférica): geração de manuais e publicações;**

✓ Espectros de soja





- ✓ **Montagem , validação e disponibilização de bibliotecas espectrais;**
- ✓ **Incursões sazonais de campo;**
- ✓ **Finalização de metodologia de mapeamento para sensores de resolução moderada;**
- ✓ **Publicação de resultados utilizando modelos não paramétricos e dados hiperespectrais;**
- ✓ **Testes com dados aerotransportados – VANTS;**

**Integração de dados multisensor e espectroscopia de
reflectância aplicado ao mapeamento de alvos estratégicos da
agricultura tropical
AGSPEC**

Obrigado!

Luiz Eduardo Vicente — vicente@cnpm.embrapa.br - *Brazilian*
Agricultural Research Corporation



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

