

COMPORTAMENTO ESPECTRAL DE ALVOS NATURAIS NO PERÍMETRO IRRIGADO MANUEL ALVES, DIANÓPOLIS, TOCANTINS

Pietro Lopes Rêgo¹, Eduardo Carvalho Dias¹, Dieyson Rodrigues de Moura¹, Virgílio Lourenço da Silva Neto¹, **Kênio Puêblo Sena Siqueira**², Andreia Brandão de Melo Lopes Rêgo³

¹Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico – IFTO/*Campus* Dianópolis. e-mail: pietro.rego@ifto.edu.br, eduardo.dias@ifto.edu.br, dieyson.moura@ifto.edu.br e virgilio.neto@ifto.edu.br

²Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Agrônômica – IFTO/*Campus* Dianópolis. Bolsista do PIBIC/IFTO. e-mail: keniopssiqueira@gmail.com

³Aluna do Curso de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais – UFT/*Campus* Gurupi. e-mail: andreia.b.melo@hotmail.com

Resumo: O sensoriamento remoto de alvos separa a radiância de interesse das radiâncias de outros componentes. O comportamento espectral de alvos naturais é resultado dos processos de absorção e espalhamento da radiação no seu interior, e a radiação detectada pelo sensor fornece informações sobre características físico-químicas e biológicas. Com isso, objetivou-se avaliar o comportamento espectral de alvos naturais do Perímetro Irrigado Manuel Alves no município de Dianópolis-TO. Utilizou imagens do satélite Landsat 5 e 8 com sensores *Thematic Mapper* (TM) e *Enhanced Thematic Mapper* (ETM⁺), na composição RGB para as bandas 5, 4, 3 e 7, 2, 1 respectivamente. Coletou-se o valor numérico da refletância em dez pontos aleatórios para cada alvo. Verificou-se que desde a implantação do Perímetro Irrigado Manuel Alves, vem ocorrendo alterações nas constituições físicas, químicas e biológicas dos alvos naturais, decorrente da ação do homem. Notou-se ainda que com a retirada da vegetação nativa, e a utilização da agricultura irrigada de baixo carbono, tem provocado redução acentuada na umidade relativa do ar.

Palavras-chave: Dados orbitais, Refletância de áreas agrícolas, Sensores termais.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de métodos indiretos para caracterização do comportamento espectral em áreas de produção agrícola, é necessário no planejamento e execução dos trabalhos de campo, em geral pelo fato de estarem sujeitos a alterações em suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Nestas áreas, dados de sensoriamento remoto e de geofísica aeroportada são muitas vezes a única possibilidade de espacializar as pontuais observações em campo, muitas vezes escassas e mal distribuídas. Nestes casos, enquanto os dados aerogeofísicos informam diretamente do meio físico, as imagens de sensoriamento remoto óptico o fazem do comportamento espectral dos alvos naturais, que são função da constituição química e biológica, aspectos que ditarão a porção da radiação de origem solar a ser refletida.

O termo sensoriamento remoto referisse a estudo e monitoramento dos recursos naturais e culturais, através da utilização de produtos fotográficos ou dados correlatos obtidos por plataformas aéreas ou espaciais.

Segundo Lillesand & Keifir (1987), é a ciência e a arte de obter informação sobre um objeto, área ou fenômeno através da análise de dados adquiridos por um instrumento, que não entra em contato direto com o objeto, área ou fenômeno em investigação. Em termos técnicos, é o estudo do processo de interação entre a Radiação eletromagnética e os diversos objetos de interesse, de forma específica, refere-se ao estudo de refletância espectral dos objetos.

O comportamento espectral de cada objeto estudado é diferenciado devido vários fatores, como: a cor do solo é variada, pois cada solo tem composição diferente (matéria orgânica, teor de ferro, entre outros), umidade diferente, textura diferente e os sensores captam essas diferenças, a qual permite a caracterização de cada objeto estudado. O comportamento espectral da vegetação difere devido muito elemento da própria vegetação como as folhas, frutos, galhos, flores (IFG, 2016).

O sensoriamento remoto tem se mostrado um instrumental tecnológico de grande valia para o Brasil. Diversas áreas de o conhecimento ter utilizado dados de sensoriamento remoto para as mais variadas aplicações. Vários laboratórios de sensoriamento remoto estão espalhados pelo País, em universidades, institutos de pesquisa e mesmo em empresas. O uso de interpretação visual e de tratamento de imagens constitui o grande esforço desses laboratórios, com a finalidade de extrair o máximo de informações (EPIPHANIO; FORMAGGIO; VALERIANO, 1992).

Esses mesmos autores enfatizam, que outro aspecto de importância desse trabalho é o fato de, em modelos de refletância de culturas, amplamente utilizados para avaliações de desenvolvimento e de produtividade, informações de solo são imprescindíveis. Tais informações de comportamento espectral de solo permitem a construção das chamadas "linhas de solos". Com esses elementos, os modelos buscam uma "eliminação" do efeito do substrato (solo), enfatizando as características espectrais das plantas suprajacentes quando observadas em produtos de sensoriamento remoto. Desse modo, é possível o relacionamento mais consistente das características agrônômicas das culturas com as suas propriedades espectrais.

A pesquisa teve como objetivo avaliar o comportamento espectral de alvos naturais do Perímetro Irrigado Manuel Alves no município de Dianópolis-TO, mediante mecanismos de interação da energia eletromagnética com a matéria, baseando-se no desenvolvimento da relação entre a quantidade de energia eletromagnética refletida, emitida ou retroespalhada em bandas ou frequências específicas e as características químicas; biológicas e físicas do objeto a ser averiguado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Perímetro Irrigado Manuel Alves, localizado no município de Dianópolis, região sudeste do estado do Tocantins, estando delimitada pelas coordenadas geográficas 11°31'03" w 11°38'02" de latitude sul e 46°58'01" e 47°03'04" de longitude oeste e pelas coordenadas UTM zona 22L 8.726.400 e 8.713.000 de latitude sul e 277.000 e 286.000 de longitude oeste, distante cerca de 340 km da capital Palmas. A área faz parte do empreendimento de Irrigação da Área Piloto do Rio Manuel Alves que abrange 8.348,32 ha, dos quais 5.313,67 ha correspondem à área destinada à irrigação, 3.034,65 ha à Reserva Legal, e sendo contornada, na sua porção oeste, pelo Rio Manuel Alves (FIGURA 1).

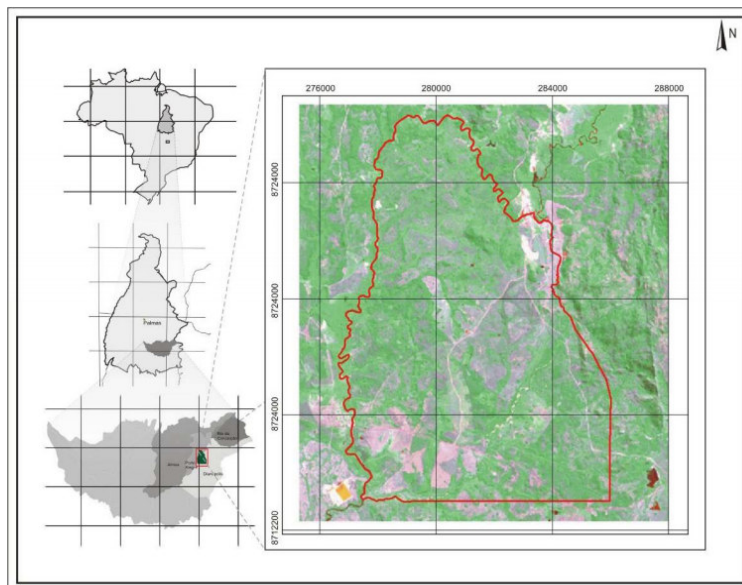


Figura 1. Localização da área de estudo. (Fonte: ACL, 2002).

Com a utilização do *software* Spring, versão 5.4.2. No processo da análise temporal do comportamento espectral realizou-se a aquisição de imagens de satélite no formato digital referente aos anos de 2005, 2010 e 2015 do LANDSAT 5-TM e 8-ETM⁺, correspondente a órbita/ponto 221/68 obtidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e a criação do banco de dados para armazenamento das imagens (QUADRO 1).

LANDSAT	SENSOR	ÓRBITA/PONTO	DATA
5	TM (<i>Thematic Mapper</i>)	221/68	21 - jun - 2005
5	TM (<i>Thematic Mapper</i>)	221/68	19 - jun - 2010
8	ETM ⁺ (<i>Enhanced Thematic Mapper</i>)	221/68	20 - jun - 2015

Quadro 1. Órbita/ponto e data de passagem dos satélites LANDSAT 5-TM e 8-ETM⁺.

As imagens foram obtidas em diferentes datas, mas no mesmo período anual, com o objetivo de utilizar imagens com menor nível de interferências dos efeitos atmosféricos e efeitos de iluminação. Na utilização do *software*, as imagens foram recortadas para o limite do Perímetro do Manuel Alves (FIGURA 2), restringindo o local de estudo e realçadas com a composição RGB para as bandas espectrais Banda 1 - Azul (0,450 - 0,520 μm); Banda 2 - Verde (0,520 - 0,600 μm); Banda 3 - Vermelho (0,630 - 0,690 μm); Banda 4 - Infravermelho próximo (0,760 - 0,900 μm); Banda 5 - Infravermelho médio (1,550 - 1,750 μm); Banda 6 - Infravermelho termal (10,40 - 12,50 μm); Banda 7 - Infravermelho médio (2,080 - 2,350 μm), para analisar as principais características empregadas nos sensores TM e ETM⁺ (QUADRO 2).



Figura 2. Recorte da imagem de satélite LANDSAT 8-ETM⁺ no ano de 2015 em composição RGB 5-4-3 do Perímetro Irrigado Manuel Alves, Dianópolis-TO.

BANDA	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES DAS BANDAS TM E ETM ⁺ DOS SATÉLITES LANDSAT 5 E 8
1	Apresenta grande penetração em corpos de água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos. Sofre absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenóides). Apresenta sensibilidade a plumas de fumaça oriundas de queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.
2	Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos de água.
3	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.
4	Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com pinus e eucalipto. Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (ex.: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.
5	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.
6	Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para

detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.

- 7 Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Esta banda serve para identificar minerais com íons hidroxilas. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal.

Quadro 2. Órbita/ponto e data de passagem dos satélites LANDSAT TM-5 e ETM⁺-8. (Fonte: INPE, 2016)

Foram feitas as composições RGB das bandas espectrais 5, 4 e 3 e das bandas 7, 2 e 1, respectivamente, sendo coletados dez pontos aleatórios dos alvos naturais estudados no Perímetro Irrigado Manuel Alves (QUADRO 3).

PON-TOS	LOCALIZAÇÃO/ALVOS NATURAIS					
	SOLO		ÁGUA		VEGETAÇÃO	
	Latitude (s)	Longitude (o)	Latitude (s)	Longitude (o)	Latitude (s)	Longitude (o)
1	s 11 30	o 46 58	s 11 29	o 46 57	s 11 28	o 46 55
	26.815	31.760	33.509	26.320	04.499	57.499
2	s 11 30	o 46 56	s 11 29	o 46 57	s 11 29	o 46 58
	51.697	12.662	57.691	30.679	34.320	12.563
3	s 11 32	o 46 59	s 11 30	o 46 57	s 11 30	o 46 55
	42.474	11.279	18.294	40.402	29.363	25.675
4	s 11 29	o 46 56	s 11 30	o 46 58	s 11 28	o 46 56
	32.870	04.268	34.068	05.662	42.809	56.298
5	s 11 31	o 46 58	s 11 31 00.111	o 46 57	s 11 31	o 46 57
	31.092	04.354		56.861	30.810	14.826
6	s 11 36	o 47 01	s 11 30	o 46 58	s 11 36	o 47 01
	18.467	42.195	53.905	41.131	27.394	01.948
7	s 11 35	o 46 59	s 11 31	o 46 58	s 11 34	o 47 01
	53.002	01.934	25.091	57.518	27.857	41.412
8	s 11 34	o 47 01	s 11 31	o 46 58	s 11 35	o 47 00
	40.743	01.895	49.301	57.688	34.765	07.803
9	s 11 36	o 47 00	s 11 32	o 46 59	s 11 35	o 46 58
	33.800	47.541	07.570	03.206	59.655	41.354
10	s 11 33	o 47 00	s 11 32	o 46 58	s 11 35	o 47 01
	42.161	05.877	28.946	45.989	29.865	17.216

Quadro 3. Geolocalização dos pontos coletados para cada alvo natural do Perímetro Irrigado Manuel Alves, Dianópolis-TO.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando o comportamento espectral do solo, constata-se ter os níveis de refletância referentes a cada banda espectral dos dez pontos de amostragem escolhidos aleatoriamente, os quais correspondem a dez áreas de solos visíveis no Perímetro Irrigado Manuel Alves, verifica-se na figura 3 que os maiores valores de refletância são encontrados na banda 5, isso ocorre devido permitir uma alta sensibilidade ao teor de umidade do solo, e por se tratar de uma área com alta frequência de irrigação, que promove umidade constante nos pontos analisados.

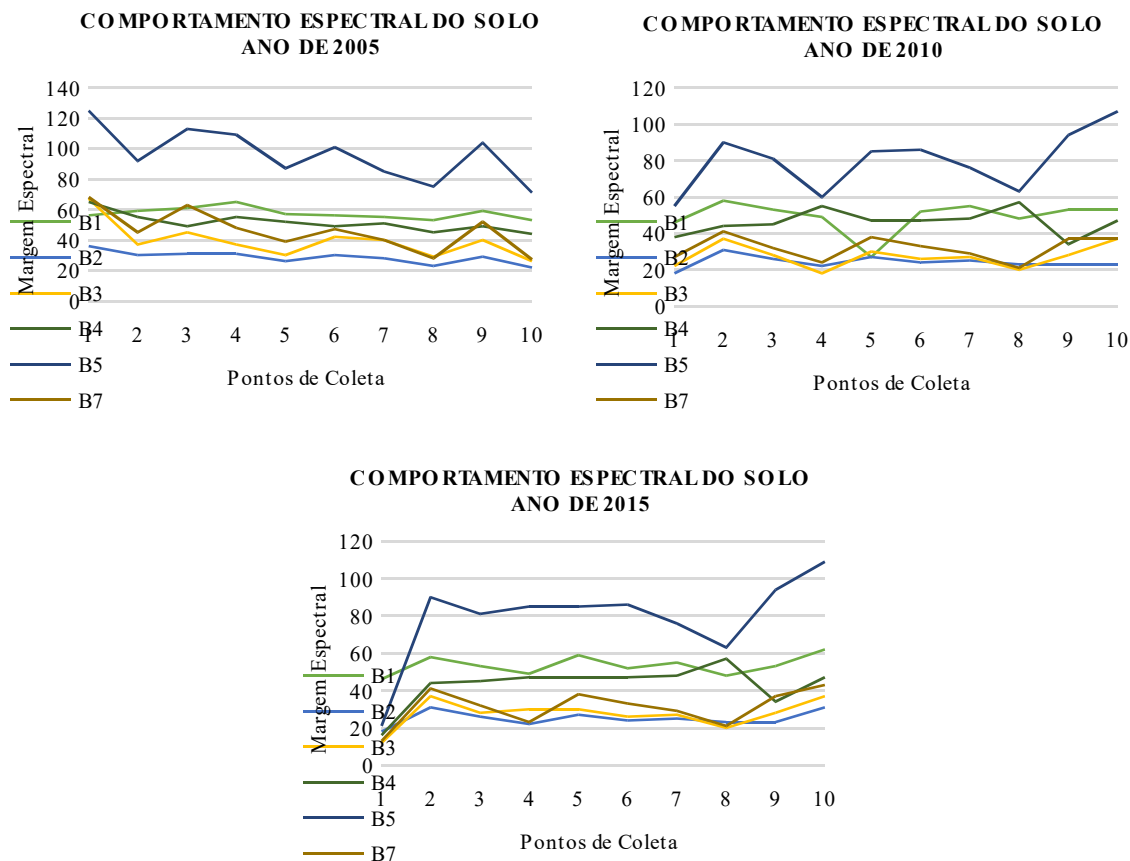


Figura 3. Componente espectral dos alvos naturais de solo nos anos de 2005, 2010 e 2015 do Perímetro Irrigado Manuel Alves do município de Dianópolis-TO.

Outro ponto a ser observado, é fato da composição mineralógica do solo da região, onde conforme o mapa de solos do IBGE (2007), no perímetro irrigado são encontrados solos CXdb (Cambissolos Háplicos Tb Distróficos), PVAd (Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos), RLd (Neossolos Litólicos Distróficos) e LVd (Latosolos Vermelhos Distróficos), sendo esse último encontrado em maiores proporções. De acordo com Demattê (2006), os principais componentes observados na análise qualitativa que influenciam nas características espectrais são a matéria orgânica, ferro, silte, areia, argila e minerais como o quartzo, magnetita e caulinita.

Os solos tipo LVd e o PVAd representados pelos pontos 4 e 8 (FIGURA 3) apresentaram comportamentos similares para o ano de 2010. Isso ocorre principalmente a existência de maior quantidade de argila e óxidos de ferro, que originalmente tendem a diminuir o fator de refletância (BELLINASSO et al., 2010). A água é um dos elementos que mais interferem nos dados espectrais, sua interação com a energia eletromagnética refletida pode ajudar a diagnosticar características do solo (DEMATTE et al., 2006).

Verificou-se que as bandas 5, 4 e 1 proporcionaram maiores valores de refletância para o alvo solo nos anos de 2010 e 2015 nos pontos analisados em relação às demais bandas. Isso pode ter ocorrido em função da redução do conteúdo de matéria orgânica no solo, provocando aumento na refletância espectral. As altas refletâncias proporcionadas pelos pontos demonstram pouca umidade e solos expostos. Aplica-se a áreas com pouca vegetação arbórea e também arbustiva distante umas das outras, visto que a baixa densidade de plantas proporciona esta configuração. O que pode ser correlacionado ao fato de existir pouca atividade agrícola com grandes áreas com solos desnudos no perímetro irrigado.

Em relação ao comportamento espectral do alvo natural água, observou-se um alto nível de refletância nos dados obtidos na banda 1, isso se dá ao fato da alta sensibilidade dessa banda a grande penetração em corpos de água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos (FIGURA 4). Isso mostra a capacidade da água de refletir energia eletromagnética na região do visível até comprimentos de onda de 0,6 μm e também a alta absorção de energia na região do infravermelho próximo e médio.

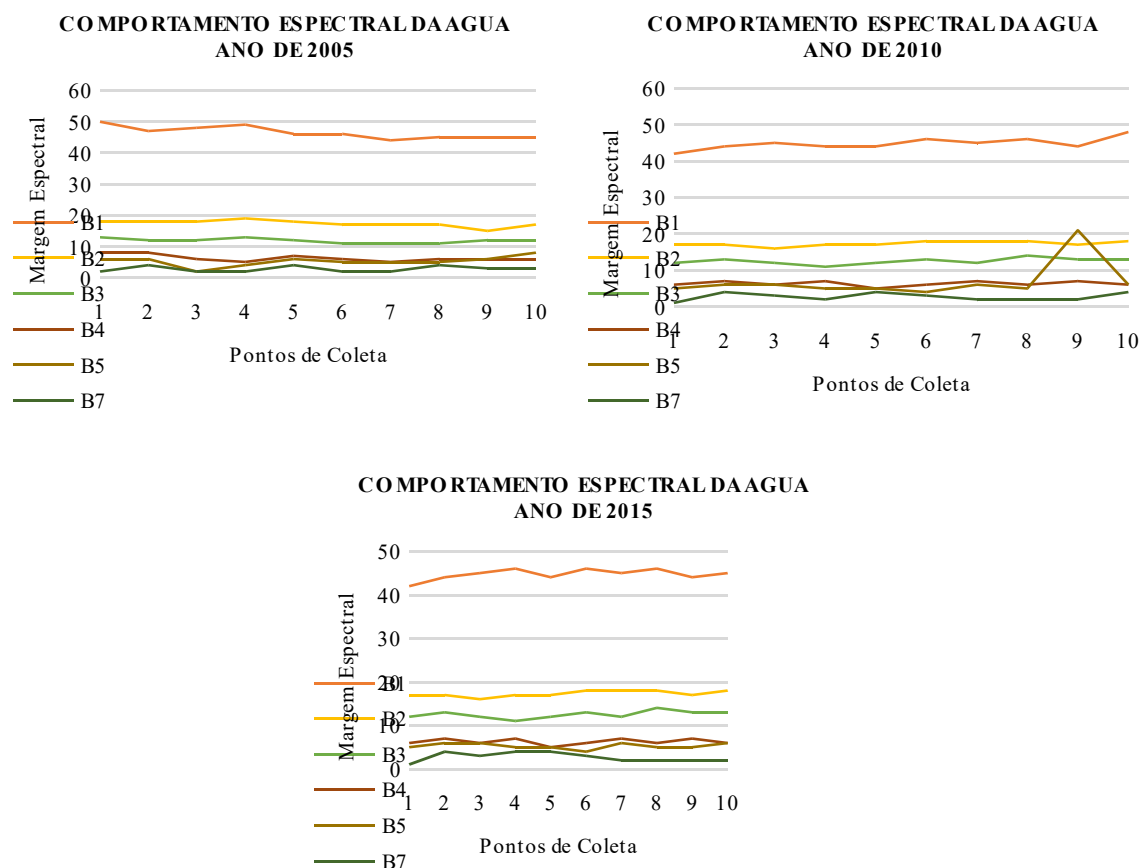


Figura 4. Componente espectral dos alvos naturais de água nos anos de 2005, 2010 e 2015 do Perímetro Irrigado Manuel Alves do município de Dianópolis-TO.

Os corpos d'água se distinguem também, dos demais alvos por apresentarem, em geral, baixas porcentagens de refletância, o que implica em baixas radiâncias e, portanto, baixa probabilidade de que as diferenças detectadas pelos sensores estejam acima do ruído do sensor, para a maioria dos sensores de primeira e segunda geração e para a maioria dos sensores de alvos terrestres, como é o caso dos sensores TM e ETM⁺ dos satélites Landsat e HRV dos satélites SPOT (NOVO e PONZONI, 2001). Como se comprova ao analisar os gráficos das figuras 3, 4 e 5, em que os maiores valores de refletância são atribuídos aos alvos naturais solo e vegetação.

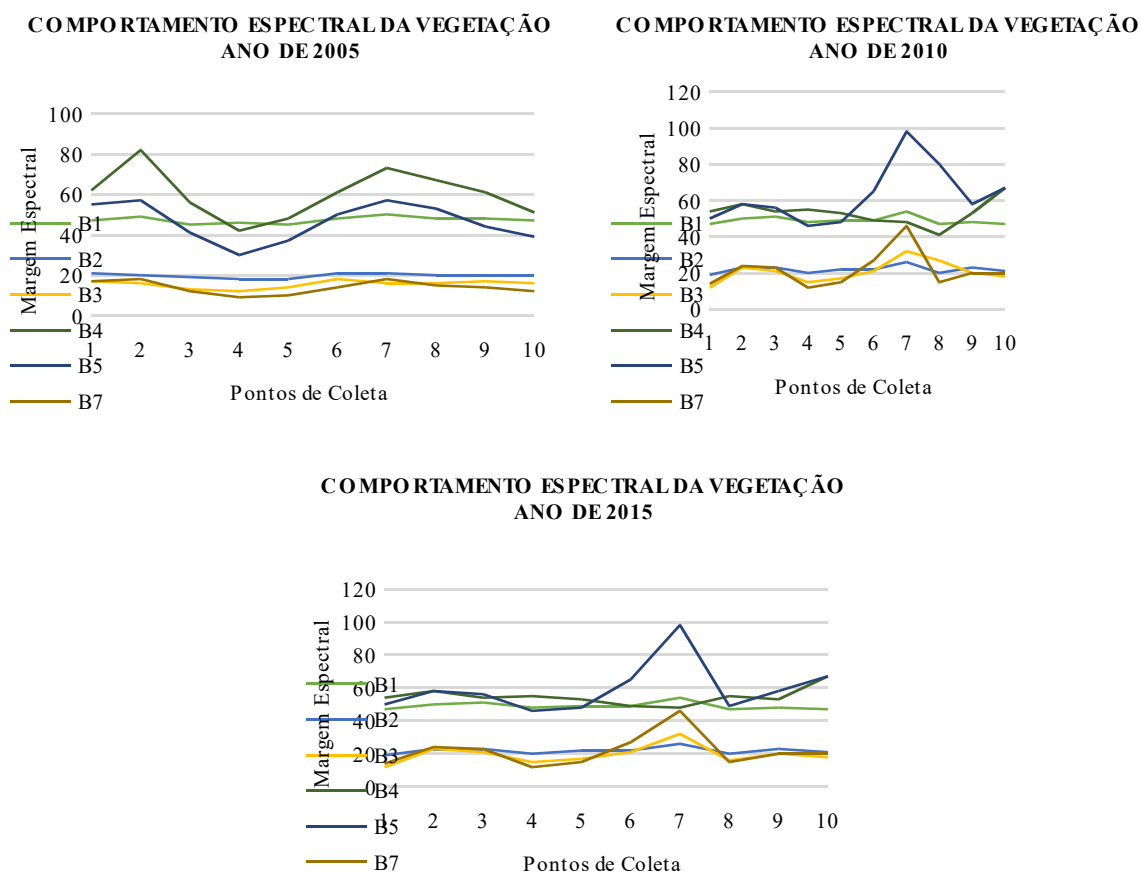


Figura 5. Componente espectral dos alvos naturais de vegetação nos anos de 2005, 2010 e 2015 do Perímetro Irrigado Manuel Alves do município de Dianópolis-TO.

Observou-se na figura 5 que a banda 4 obteve maior refletância para o alvo vegetação no ano de 2005 em todos os pontos analisados, sendo seguida pelas bandas 5 e 1. Isso ocorreu devido nesse ano existir grande porção de vegetação nativa na área, sabe-se que a vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens.

Nas imagens dos anos 2010 e 2015, ocorreu uma elevação significativa nos valores de refletância para a vegetação na banda 5, acredita-se que isso tenha ocorrido devido a existência de

estresse hídrico, relacionado a baixa atividade agrícola desenvolvida no perímetro irrigado, considerando que as irrigações realizadas nas áreas com o desenvolvimento da atividade não sejam suficientes para suprir a necessidade das culturas e aumentar umidade relativa do ar na área de cultivo. Sabe-se que essa banda tem alta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico.

Os índices de vegetação possuem uma relação de dependência com as características estruturais e fisiológicas da vegetação, as quais são amplamente afetadas pelo déficit hídrico. A geometria do dossel (ângulo de inserção, distribuição e espaçamento das folhas), teor de pigmentos, conteúdo de água, grau de senescência e os estresses ambientais e nutricionais são fatores que modificam a refletância do dossel da vegetação (BARET e GUYOT, 1991).

É na região do infravermelho próximo, que a vegetação apresenta as maiores refletâncias, onde a luz solar que incide diretamente sobre as plantas tem o maior volume de energia. Como forma de proteção, as mesmas não absorvem esta energia da mesma forma que ocorre na região do visível, pois caso acontecesse trariam danos irreversíveis as plantas em função do calor absorvido na camada de uma folha verde. É, portanto, nesta região espectral que as mudanças que porventura possam ocorrer podem fornecer informações sobre estresse de uma vegetação sadia. Deve-se observar que mudanças nas características espectrais dos alvos estão associadas a outros fatores colaterais que merecem a investigação, que para a vegetação, a época da imagem registrada gera muito dados e controvérsias, além do uso do solo e suas práticas e manejo integrado, índice de ocupação e período, podendo estar associado a outros pontos também.

6. CONCLUSÕES

A camada superficial do solo apresentou um padrão de refletância em função do seu tipo. Com isso o comportamento espectral de solos dependente diretamente de suas características físicas, químicas e biológicas. Através do uso de técnicas de sensoriamento remoto, podem-se obter informações de maneira rápida e não destrutiva da constituição dos solos em nível orbital, para auxiliar no manejo e recuperação dos mesmos.

O reservatório de água do Perímetro Irrigado Manuel Alves, apresentou baixa refletância, que pode estar relacionado a baixa concentração dos componentes opticamente ativos, pois neste reservatório apresenta baixas concentrações total de sólidos em suspensão, elevada transparência, e a baixa concentração de matéria orgânica em sua superfície como pode ser observado em campo.

Os estudos envolvendo águas oceânicas sobressaem em quantidade aos trabalhos voltados ao estudo das propriedades ópticas inerentes de corpos de águas continentais.

Os compostos foliares da vegetação em geral, tem comportamento funcional interdependente ou parcialmente interdependente, como foi verificado em intervalos específicos de comprimentos de onda, com correlações positivas (como clorofila no visível e água foliar no infravermelho ondas curtas), ou negativas (como clorofilas e carotenoides no visível).

AGRADECIMENTOS

Aos Programas de Apoio à Pesquisa (PAP) e Iniciação Científica (PIC) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) pela concessão de recursos e bolsas para o desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ACL. Acessoria e Consultoria LTDA. **Estudo de impacto ambiental da Área piloto do projeto de irrigação**. Sistema de aproveitamento hidroagrícola do Rio Manuel Alves. [Dianópolis]: 2002.
- BARET, F.; GUYOT, G. Potentials and limits of vegetation indices for LAI e APAR assessment. **Remote Sensing of Environmental**, Basingstone, v. 35, n. 2-3, p.161-173, 1991.
- BELLINASSO, H.; DEMATTÊ, J. A. M; ROMEIRO, S. A. Soil spectral library and its use in soil classification. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 861-870, 2010.
- DEMATTÊ, J. A. M.; SOUSA, A. A.; ALVES, M. C.; NANNI, M. R.; FIORIO, P. R.; CAMPOS, R. C. Determining soil water status and other soil characteristics by spectral proximal sensing. **Geoderma**, v. 135, p. 179-195, 2006.
- EPIPHANIO, J. C. N.; FORMAGGIO, A. R.; VALERIANO, M. de M. **Comportamento Espectral de Solos do Estado de São Paulo**. São José dos Campos: Viveca Santana Lemos - Serviço de Informação e Documentação, 1992.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapas Temáticos: Solos do Tocantins**. 2007. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/tematicos/solos>. Acessado em 11 de setembro de 2016.
- IFG, Instituto Federal de Goiás. **Comportamento Espectral**. Disponível em: <http://sanamentoifg.blogspot.com.br/2010/06/comportamento-espectral.html>. Acessado em 26 ago. 2016.
- INPE. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Divisão de Geração de Imagens: Características dos satélites LANDSAT TM e ETM⁺. Disponível em: http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_PT.php. Acessado em 11 de setembro de 2016.
- LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. 2. Ed. New York: J. Wiley, 1987, 850p.
- NOVO, E. M. L. M; PONZONI, F. J. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Instituto Nacional de pesquisas Espaciais, Divisão de Sensoriamento Remoto, 2001. Disponível em: http://www.agro.unitau.br/sensor_remoto/apofla.pdf. Acessado em 03/09/2016.