

UMA ANÁLISE DO COMPORTAMENTO ESPECTRAL DE FOLHAS DE PLANTAS EM FUNÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE P2O5

Raissa Maria Pimentel Neves (1); Morgana Lígia de Farias Freire (2))

Universidade Estadual da Paraíba, raissaeter@yahoo.com.br ; morganalff@gmail.com

RESUMO: A avaliação das diferenças dos níveis de nutrientes das plantas pode ser detectada por meio de sensores remotos. Por isso a análise das respostas espectrais pode ser um bom indicador das mudanças que ocorrem nas culturas, particularmente, para o fenômeno da adubação. O objetivo geral deste trabalho foi analisar a reflectância espectral de folhas de plantas do amendoim submetido a diferentes doses de P2O5 incorporadas ao material do solo, em diferentes bandas estreitas, nas regiões do visível e infravermelho próximo durante a fase de crescimento das plantas. Para isso foi realizado um experimento em casa-de-vegetação. A cultivar objeto de estudo foi feita através da BR-1, que é de ciclo curto (98 dias), sugerido para condições de sequeiro. O experimento constou de 4 tratamentos correspondentes a cinco doses de P2O5: 0; 50; 100; 150 kg.ha⁻¹, que foi incorporado ao material do solo. As unidades experimentais foram vasos de 22 litros e as doses de P2O5 foram aplicadas em cobertura na semeadura. As médias realizadas corresponderam a reflectância de uma folha individual durante o ciclo da cultura do amendoim obtidas com um espectrorradiômetro portátil, com uma resolução espectral de 2 nm. A resposta espectral das plantas do amendoim, em todos os tratamentos testados, segue padrões típicos da vegetação verde sadia, e sofrem mudanças nos valores reflectância conforme as variações das doses de P2O5 aplicados ao material do solo, principalmente na região do visível.

Palavras-chaves: Sensoriamento Remoto, Reflectância, Adubação

INTRODUÇÃO

O Sensoriamento Remoto pode ser definido como 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 (LILLESAND e KEIFIR, 1979). Sendo que o “elemento” fundamental no qual baseiam as técnicas de SR é a radiação eletromagnética (REM). É através dela que a energia se propaga a partir de uma fonte, diretamente através do espaço, ou indiretamente pela sua reflexão quando incidente nas mais variadas superfícies. Da interação desta energia com a matéria constituinte dos objetos é que se fundamenta o Sensoriamento Remoto.

A agricultura, que integra o rol das ciências que lidam com recursos naturais pode se beneficiar com o uso do sensoriamento remoto (propriedades espectrais), para estudar e solucionar problemas que necessitam serem tratados harmônica e rapidamente. Além disso, o Sensoriamento

Remoto é uma importante fonte de dados para a Agricultura, tendo se mostrado uma das técnicas mais promissoras, e podendo suprir, desde que com técnicas adequadas, algumas das necessidades deste sistema. As importantes características do Sensoriamento Remoto são a rapidez e a representatividade com que se consegue obter informações sobre a cultura em curto espaço de tempo; possibilitando um acompanhamento das condições da cultura. Sendo assim, essas características são extremamente úteis no estudo do estado nutricional da planta, podendo substituir métodos convencionais, tornando o processo menos demorado e até mesmo dispendioso.

A avaliação das diferenças dos níveis de nutrientes das plantas pode ser detectada por meio de sensores remotos. Diferenças nos níveis de nitrogênio das plantas, devido à adubação, tem sido enfoque em vários trabalhos (JENSEN et al., 1990; FERNÁNDEZ et al., 1994; FONSECA et al., 2002). Assim, a análise das respostas espectrais pode ser um bom indicador das mudanças que ocorrem no dossel, particularmente, para o fenômeno da adubação.

Trabalhos no sentido de detectar diferenças de nutrientes por sensores remotos já existem. Sendo que o nutriente trabalhado é o nitrogênio (JESSEN et al., 1990; FERNÁNDEZ et al., 1994; FONSECA et al., 2002). A detecção do nitrogênio é possível devido a sua influência tanto na taxa de expansão quanto na divisão celular, determinando assim o tamanho final das folhas. Então, o nitrogênio é um dos fatores determinantes da taxa de acúmulo de biomassa (JESSEN et al., 1990). A detecção é obtida sabendo que à medida que aumenta os níveis de adubação nitrogenada, observa-se uma diminuição da reflectância em todos os comprimentos de onda da região do visível, devido ao aumento da quantidade de folhas e cloroplastos para interagir com a radiação (JESSEN et al., 1990; FERNÁNDEZ et al., 1994).

O nutriente enfatizado nesta pesquisa foi o P_2O_5 e as folhas das plantas analisadas será a do amendoineiro. A escolha deste nutriente é devido à importância do fósforo, pois quando esse nutriente encontra-se ausente no substrato, ou não é fornecido na adubação em quantidade suficiente, o sistema radicular apresenta-se pouco desenvolvido, especialmente as raízes secundárias, reduzindo assim, a capacidade da muda em absorver água e nutrientes.

O objetivo geral deste trabalho foi analisar a reflectância espectral de folhas de plantas do amendoim submetido a diferentes doses de P_2O_5 incorporadas ao material do solo, em diferentes bandas estreitas, nas regiões do visível e infravermelho próximo durante a fase de crescimento das plantas.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado na casa-de-vegetação, no Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNPA), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), localizada em Campina Grande – PB. A cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.), nosso objeto de estudo foi feita através da BR-1, que é de ciclo curto (98 dias), sugerido para condições de sequeiro.

O experimento constou de 4 tratamentos correspondentes as cinco doses de P_2O_5 : 0; 50; 100; 150 $kg.ha^{-1}$, que foi incorporado ao material do solo. Houve também a utilização do nitrogênio e do sulfato de amônio (20% de N), em dose única de 20 $kg.ha^{-1}$ para todos os tratamentos, no início da floração. O tipo de solo utilizado foi o Neossolo, também conhecido como Regossolo, este solo é encontrado na região do Agreste e Brejo Paraibano, mas especificamente na cidade de Lagoa Seca – PB.

As unidades experimentais foram vasos de 22 litros, pintados de cor cinza metálica ou prata, os quais possuem furos que tem por finalidade facilitar a drenagem e lixiviação. As doses de P_2O_5 foram aplicadas em cobertura na semeadura.

Portanto, foram tomados todos os cuidados para a maior precisão experimental dos resultados, como por exemplo, as unidades experimentais com a mesma cor, dispostas ao longo da bancada sentido Norte-Sul, acompanhando o comprimento maior da casa para uma distribuição uniforme da luz e irradiância solar e outros (BELTRÃO et al., 2002).

As variáveis espectrais que correspondem às medidas de reflectância e de transmitância de uma folha individual durante o ciclo da cultura do amendoim com um integrador esférico interligado a um espectroradiômetro portátil com um cabo de fibra ótica. Para isso, foi utilizada uma fonte de luz artificial, simulando a luz do sol. O espectroradiômetro é um equipamento não imageador, que produz uma curva espectral que caracteriza as grandezas radiométricas (reflectância, transmitância ou absortância), com uma resolução espectral de 2 nm, o qual possui um sensor denominado de cosseno coletor, que possibilita variar o ângulo de visada do alvo.

Estas medidas foram feitas em casa de vegetação (*in situ*) na superfície adaxial em uma folha individual, realizadas semanalmente, a cada sete dias, dos 28 aos 91 DAE, durante o ciclo da cultura do amendoim.

Com o espectrorradiômetro foi possível medir a reflectância $[r(\lambda)]$ e a transmitância da folha $[t(\lambda)]$, em que a obtenção da absorptância $[a(\lambda)]$ é dada pela Lei de Kirchoff $[a(\lambda) + r(\lambda) + t(\lambda) = 1]$, sendo λ o comprimento de onda, pois estas grandezas são espectrais.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados estão apresentados através de gráficos, nas Figuras 1 a 10, que representam a reflectância das folhas do amendoim em função do comprimento de onda. Nesse caso a assinatura espectral refere-se as das folhas das plantas do amendoim devido a incorporação do P_2O_5 que é a fonte de fósforo, nas doses de 0, 50, 100 e 150 $kg \cdot ha^{-1}$.

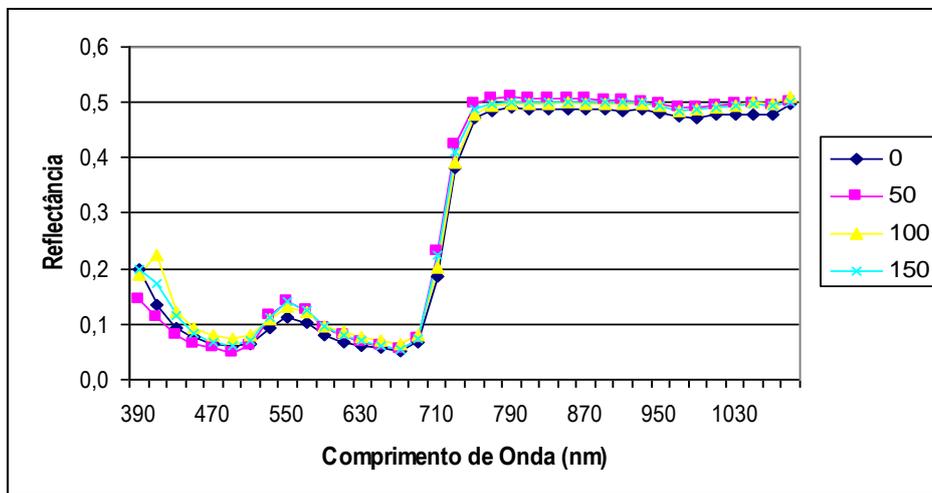


Figura 1: Curvas da reflectância em função do comprimento de onda das folhas do amendoim aos 28 DAE que receberam os tratamentos de 0, 50, 100 e 150 $kg \cdot ha^{-1}$ de P_2O_5 .

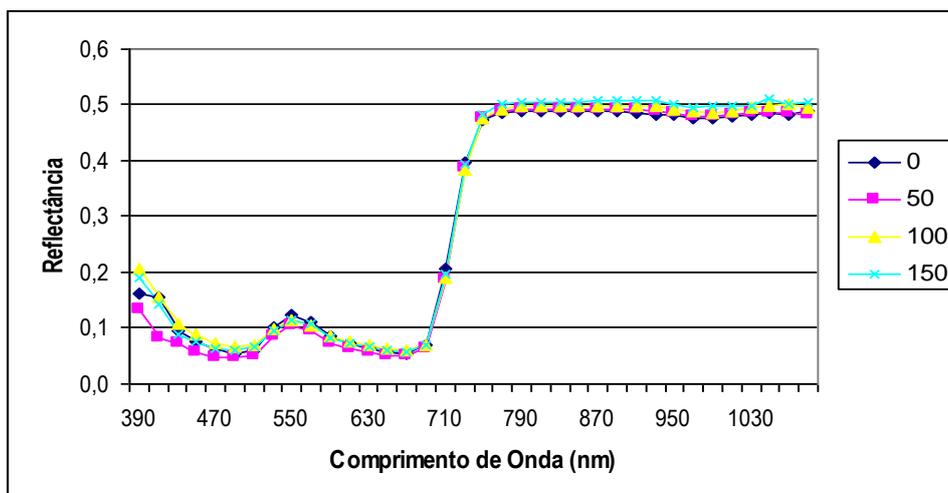


Figura 2: Curvas da reflectância em função do comprimento de onda das folhas do amendoim aos 35 DAE que receberam os tratamentos de 0, 50, 100 e 150 $kg \cdot ha^{-1}$ de P_2O_5 .

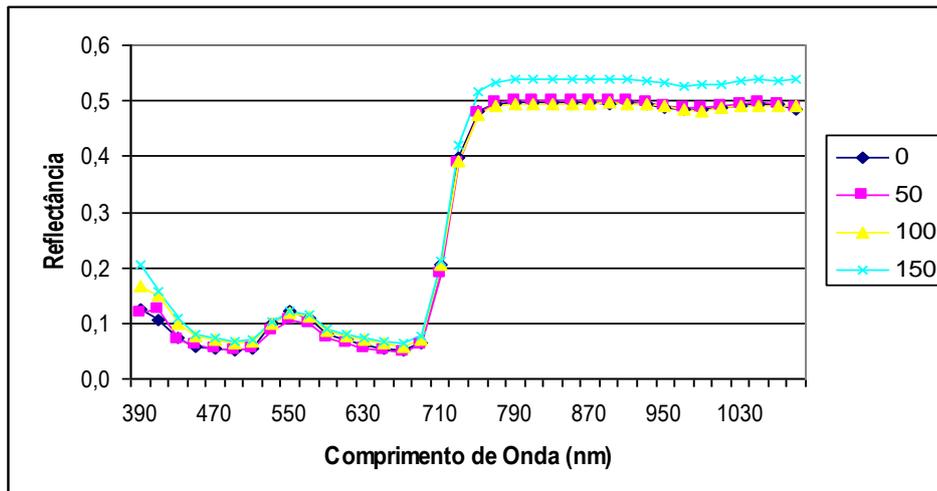


Figura 3: Curvas da reflectância em função do comprimento de onda das folhas do amendoim aos 42 DAE que receberam os tratamentos de 0, 50, 100 e 150 kg .ha⁻¹ de P₂O₅.

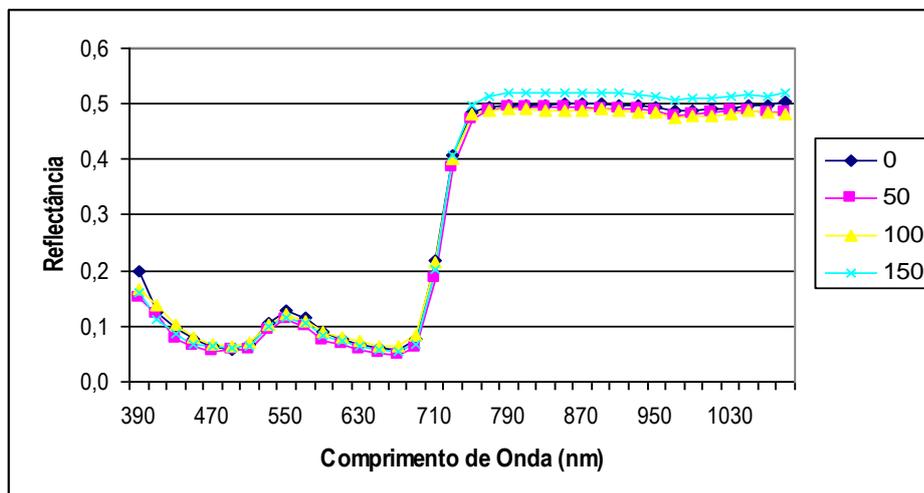


Figura 4: Curvas da reflectância em função do comprimento de onda das folhas do amendoim aos 49 DAE que receberam os tratamentos de 0, 50, 100 e 150 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

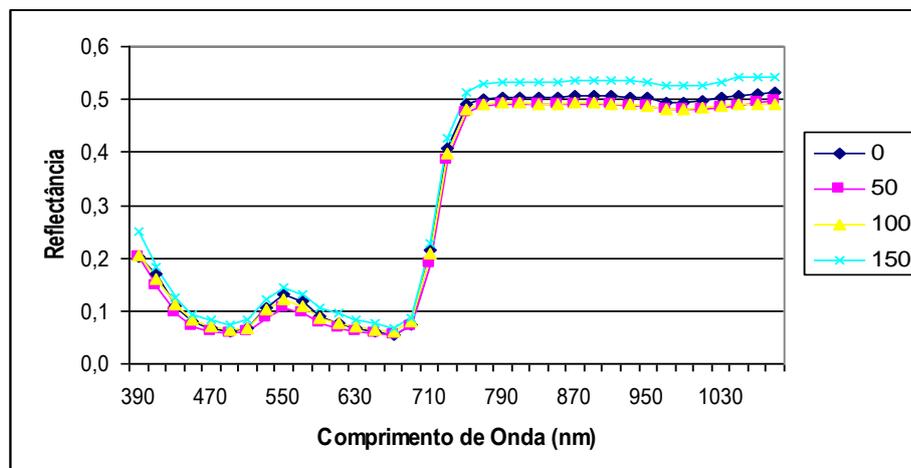


Figura 5: Curvas da reflectância em função do comprimento de onda das folhas do amendoim aos 56 DAE que receberam os tratamentos de 0, 50, 100 e 150 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

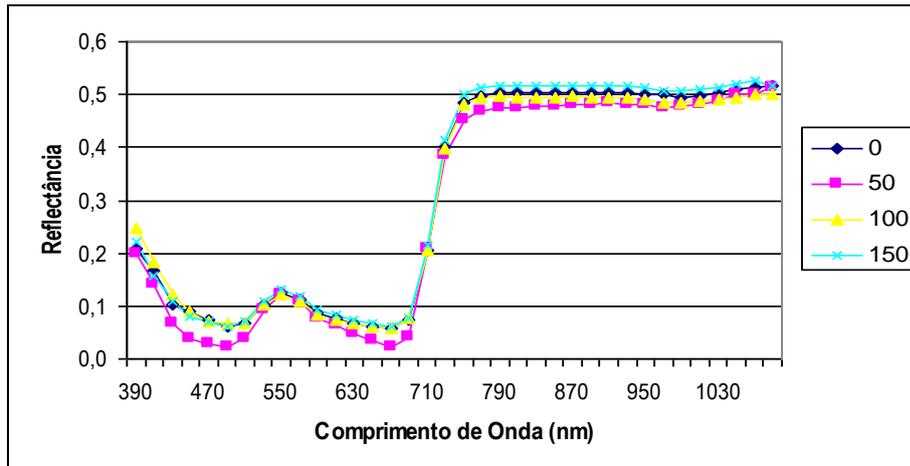


Figura 6: Curvas da reflectância em função do comprimento de onda das folhas do amendoim aos 63 DAE que receberam os tratamentos de 0, 50, 100 e 150 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

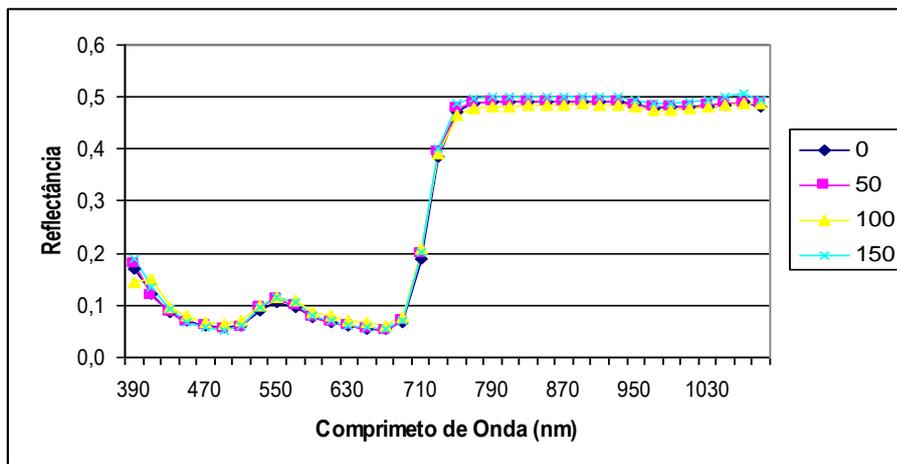


Figura 7: Curvas da reflectância em função do comprimento de onda das folhas do amendoim aos 70 DAE que receberam os tratamentos de 0, 50, 100 e 150 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

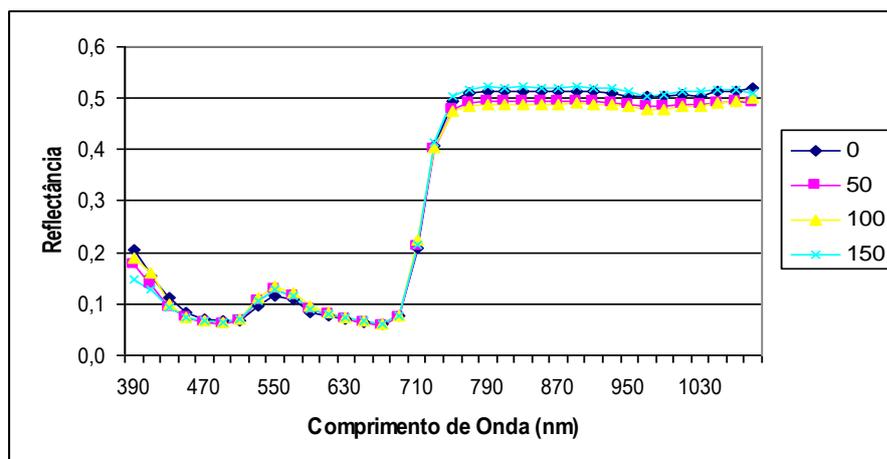


Figura 8: Curvas da reflectância em função do comprimento de onda das folhas do amendoim aos 77 DAE que receberam os tratamentos de 0, 50, 100 e 150 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

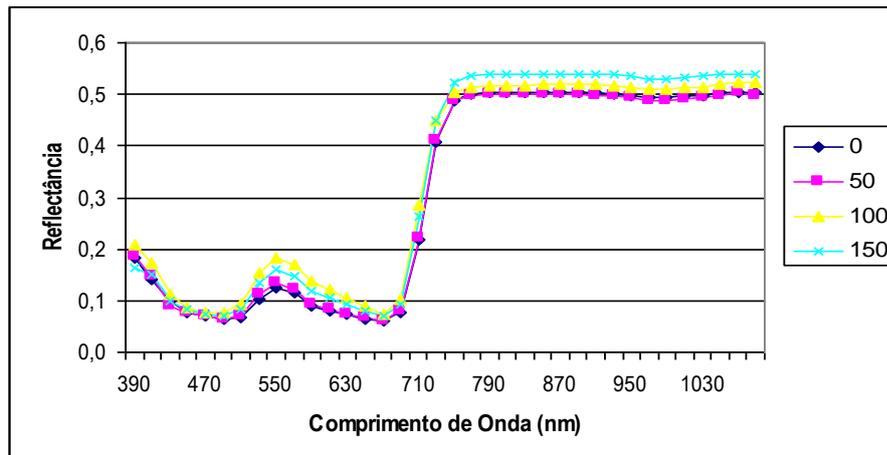


Figura 9: Curvas da reflectância em função do comprimento de onda das folhas do amendoim aos 84 DAE que receberam os tratamentos de 0, 50, 100 e 150 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

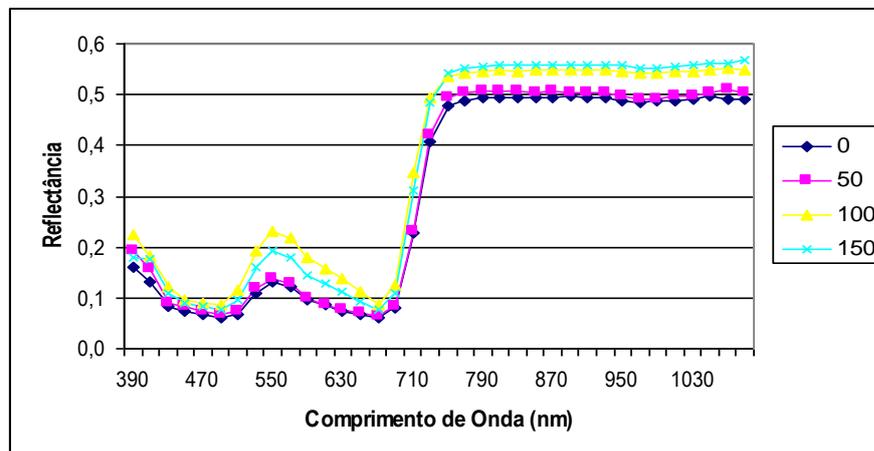


Figura 10: Curvas da reflectância em função do comprimento de onda das folhas do amendoim aos 91 DAE que receberam os tratamentos de 0, 50, 100 e 150 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

Nos 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 e 91 dias após a emergência (DAE) as plantas do amendoim apresentaram o comportamento espectral representados pelas curvas espectrais de reflectância, evidenciadas nos gráficos das Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10, respectivamente, considerando cada tratamento.

Conforme pode ser visto em cada curva a reflectância é muito baixa na região do visível do espectro eletromagnético, a qual é influenciada, principalmente, pelos pigmentos existentes nos cloroplastos amplamente encontrados nas células do mesófilo das folhas (KNIPLING, 1970). Ainda tem-se que na faixa do verde, centralizada em, aproximadamente, 0,55µm, a reflectância é máxima, daí a razão da cor verde ser a cor visualizada pelos vegetais.

Na região do infravermelho próximo, o aumento nos valores de reflectância da curva característica deve-se ao fato de estarem relacionadas à estrutura interna celular da folha (GATES, 1965). Também, tem-se que esta alta reflectância é importante para que a folha mantenha o equilíbrio no balanço de energia e não se superaqueça, evitando assim a destruição da clorofila.

As medidas radiométricas ao nível terrestre podem ser um bom indicador para o acompanhamento da nutrição mineral do amendoim, mostrando um comportamento que pode estar correlacionado com parâmetros agrônômicos que seja de interesse.

Podemos verificar que o comportamento das reflectâncias das folhas em função das doses de P_2O_5 de aplicadas ao material do solo para o comprimento de onda de 550nm corresponde à região do visível foi bastante satisfatório porque em metade das amostras percebemos que quando aplicamos a dose de $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ temos uma produção máxima. Já para o comprimento de onda de 870nm que corresponde ao infravermelho próximo verificamos que para nos certificarmos em que momento a produção seria máxima, precisaríamos de valores mais elevados que a dose de $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

CONCLUSÃO

Através do uso do sensoriamento remoto, pode-se obter informações de um valor inestimável para a agricultura. Para o nosso caso fazendo uso das técnicas do sensoriamento remoto percebe-se que o óxido de fósforo (P_2O_5) pode alterar a reflectância das folhas das plantas do amendoim, em maior ou menor “grau” dependendo da fase temporal da cultura.

A resposta espectral das plantas do amendoim, em todos os tratamentos testados, segue padrões típicos da vegetação verde sadia, e sofrem mudanças nos valores reflectância conforme as variações das doses de P_2O_5 aplicados ao material do solo, principalmente na região do infravermelho próximo.

A reflectância média das regiões do visível e do infravermelho próximo mostram valores mínimos, quando ajustadas segundo uma curva polinomial de segundo grau, em torno dos valores de P_2O_5 em que a produção de vagens é máxima. Dentre as duas regiões a que apresentou melhores resultados foi a do infravermelho próximo. E quanto aos dias após a emergência das plantas (DAE) indicamos as medidas de reflectância seja realizado dos 63 aos 77.

REFERÊNCIAS

- BELTRÃO, N. E. M.; FIDELES FILHO, J.; FIGUEIREDO, I. C. M. Uso adequado de casa-de-vegetação e de telados na experimentação agrícola. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3 p. 547-552, 2002.
- FERNÁNDEZ, S.; VIDAL, D.; SIMÓN, E.; SOLÉSUGRAÑES, L. Radiometric characteristics of *Triticum Oestivum* cv. Astral under water and nitrogen stress. **International Journal of Remote Sensing**. London, v. 15, n.9, p. 1867-1884, 1994.
- FONSECA, E. L.; ROSA, L. M. G.; FONTANA, D. C. Caracterização Espectral de *Paspalumnotatum* em diferentes níveis de adubação nitrogenada. **Pes. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 365-371, mar, 2002.
- GATES, D. M.; KEEGAN, H. J.; SCHLETER, J. C.; WEIDNER, V. R. Spectral properties of plants. **Applied Optics**, v. 4, n. 1, p. 11-20, 1965.
- JENSEN, A.; LORENZEN, B. OSTERGAARD, H. S.; HVELPLUND, E. K. Radiometric estimation of biomass and nitrogen content of barley grown at different nitrogen levels. **International Journal of Remote Sensing**, London, v. 11, n. 10, p. 1809-1820, 1990.
- KNIPLING, E. B. Physical and physiological basis for the reflection of visible and near infrared radiation from vegetation, **Remote Sensing of Environment**, v. 1, p. 155-159, 1970.
- LILLESAND, T., M.; KEIFIR, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1979.