

Uso de câmera multiespectral e sensor óptico ativo para estimar as características produtivas do capim *Andropogon*

João Lucas Aires Dias¹, Áyzik Macedo Silva¹, Paulo Alexandre Rodrigues Pereira¹, Patryck da Costa Dias¹, Camila Rosa Fonseca¹, Sabino Pereira da Silva Neto²

¹Alunos do curso técnico em agronegócio integrado ao médio, *Campus* de Gurupi – Instituto Federal do Tocantins, IFTO. E-mail: lucassingle@hotmail.com;

²Professor do curso técnico em Agronegócio, *Campus* de Gurupi – Instituto Federal do Tocantins, IFTO. E-mail: sabino.pereira@ifto.edu.br

Resumo: Objetivou-se verificar se uma câmera digital de chip óptico único, convertida em equipamento multiespectral e um sensor óptico ativo são capazes de medir e discriminar o índice vegetativo da diferença normalizada (NDVI) em função das doses de nitrogênio e verificar esse índice se correlaciona as características produtivas do *Andropogon gayanus* cv. Planaltina. O delineamento experimental utilizado, foi o de blocos inteiramente casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por cinco doses de nitrogênio, correspondentes a 0; 62,5; 125; 187,5; 250 mg dm⁻³. Independente do tratamento, uma semana após a semeadura, foi realizada a adubação em dose única de 200 mg dm⁻³ de fósforo e após o corte de estabelecimento 300 mg dm⁻³ de potássio. O sensor óptico ativo e a câmera multiespectral discriminam o índice vegetativo da diferença normalizada (NDVI) em função das dose de nitrogênio. A produção de matéria seca de lâminas foliares e altura de plantas do *Andropogon gayanus* cv. Planaltina se correlacionam fortemente com os valores de NDVI. Assim, os dados de NDVI obtidos por sensor óptico ativo e câmera multiespectral são capazes de estimar a produtividade de pastos de capim *Andropogon*.

Palavras-chave: imagem digital, NDVI, pastagem

1. INTRODUÇÃO

Algumas pesquisas buscam métodos de determinação da biomassa que sejam de baixo custo (BRANDÃO et al. 2005) e de fácil obtenção. Diante disso, o uso de algumas técnicas aliadas ao sensoriamento remoto, vem tornando-se uma alternativa importante para obtenção de estimativas precisas e confiáveis do manejo das culturas agrícolas (GOWER et al. 1999). Dessa forma, o uso de medidas de reflectância tal como índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) é considerado um bom estimador de biomassa (JACKSON et al. 1986).

Os valores de NDVI são utilizados no monitoramento do estado nutricional das culturas agrícolas por meio das medidas de reflectância ou respostas espectrais da vegetação (SHIRATSUCHI et al. 2011). O NDVI geram valores na escala de -1 a 1, sendo que, os valores próximos de 1 caracterizam-se pelas maiores diferenças entre a reflectância do infravermelho próximo e o vermelho (RIZZI. 2011). As medidas de NDVI podem ser obtidas usando-se sensores ópticos ativos e passivos que então auxiliam para detectar o potencial produtivo das culturas.

Os valores de NDVI variam, principalmente, em função da concentração de clorofila no tecido foliar, a qual é fortemente associada com o teor de nitrogênio e com a biomassa das plantas (SIMÕES et al. 2015). Diante disso, esse método pode ser utilizado para estimar a produtividade das pastagens (RIZZI et al. 2007). Entretanto, estudos de manejo de pastagens utilizando o sensoriamento remoto são escassos.

A produção de bovinos no Brasil é realizada, na sua grande maioria, sob áreas de pastagens (ANDRADE et al. 2003). Assim, surge a oportunidade de se incorporar tecnologias que podem melhorar a capacidade produtiva da pecuária. Com isso, os métodos indiretos de estimar a biomassa e produtividade das culturas desenvolvidos pela agricultura de precisão, podem auxiliar na avaliação das condições das características produtivas das pastagens.

Assim, objetivou-se verificar se uma câmera digital de chip óptico único, convertida em equipamento multiespectral e um sensor óptico ativo são capazes de medir e discriminar o índice vegetativo da diferença normalizada (NDVI) em função das doses de nitrogênio e verificar esse índice se correlaciona as características produtivas do *Andropogon gayanus* cv. Planaltina.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Gurupi, situada nas coordenadas geográficas, aproximadas de latitude 11°43'45" S e longitude 49°04'07" W, no período de 14 de janeiro a 19 de maio de 2015.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por cinco doses de nitrogênio, correspondentes a 0; 62,5; 125; 187,5; 250 mg dm⁻³. Independente do tratamento, uma semana após a semeadura, foi realizada a adubação em dose única de 200 mg dm⁻³ de fósforo e após o corte de estabelecimento, de 300 mg dm⁻³ de potássio.

O *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, foi cultivado em vasos plásticos sem furos, com capacidade de cinco litros, contendo como substrato areia lavada e vermiculita, na proporção de 2:1 v v⁻¹. Foram realizados desbastes periódicos de plantas até que permanecessem cinco plantas vaso⁻¹.

No dia 24 de fevereiro de 2015, aos 42 dias após a emergência das plantas, realizou-se o corte de uniformização a 10 cm de altura do solo. Os efeitos das doses de nitrogênio, nas características espectrais e produtivas da gramínea foram estudados durante três cortes sucessivos: 24 de março, 21 de abril e 19 de maio de 2015 com intervalos de 28 dias entre cada corte. Todo o material vegetal coletado foi colocado para secar em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65°C até peso constante.

Para analisar a refletância espectral do dossel forrageiro foi utilizado o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) utilizando-se para isto um sensor óptico ativo e uma câmera multiespectral. O sensor óptico possui dois LED's que emitiam radiação ativa em dois comprimentos de onda centralizada no vermelho (660 nm) e no infravermelho próximo (770 nm), com largura espectral de 25 nm. Já a câmera multiespectral foi convertida por meio da remoção do filtro de vidro que bloqueia a passagem do comprimento de onda do infravermelho e em seu lugar inseriu-se filtro multiespectrais que permite a passagem dos comprimentos de ondas do vermelho e infravermelho próximo.

Os dados do sensor óptico e as imagens foram coletados a 60 cm de altura do topo do dossel da gramínea. As leituras do NDVI foram realizadas pelo sensor óptico ativo GreenSeeker® modelo HCS-100 e com a câmera Canon PowerShot A495 de chip único.

As imagens dos dosséis da gramínea foram processadas e convertidas em imagens que informam o NDVI, para isto utilizou-se o programa ImageJ (image processing and analysis in Java). Já os valores do NDVI coletados pelo sensor óptico ativo foram calculados internamente por meio da seguinte equação:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Em que, NIR é a reflectância no infravermelho próximo e RED é a reflectância no vermelho. O NDVI pode variar de -1 a +1. Valores negativos representam solo nu ou sem vegetação, e os valores maiores que zero representam a vegetação.

Após as coletas periódicas, os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, para verificar a significância do efeito das doses de nitrogênio sobre os atributos avaliados,

utilizando-se o programa Assistat versão 7.5 beta. A escolha da equação de regressão foi realizada com base no coeficiente de determinação (R^2), na significância da regressão e de seus coeficientes, testados ao nível de 1% e 5% de probabilidade. Os dados das características produtivas do *Andropogon gayanus* cv. Planaltina foram submetidos a estudo de correlação com os valores de NDVI da câmera digital e do sensor óptico ativo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de regressão da produção de matéria seca de lâminas foliares (MSLF) e altura de plantas do *Andropogon gayanus* cv. Planaltina mostra que o nitrogênio (N) alterou essas variáveis produtivas as quais se ajustaram ao modelo quadrático, sendo que essas equações tiveram coeficientes de regressão de 0,96 e 0,98 respectivamente (Figura 1). Já a produção de matéria seca de colmo (MSCM) e de material morto (MSMM) se ajustou ao modelo linear com coeficientes de determinação iguais a 0,61 e 0,86 respectivamente. Simões et al., (2015) observaram que a matéria seca do capim tifton foi influenciada pela adubação nitrogenada, apresentando equação segundo modelo quadrático.

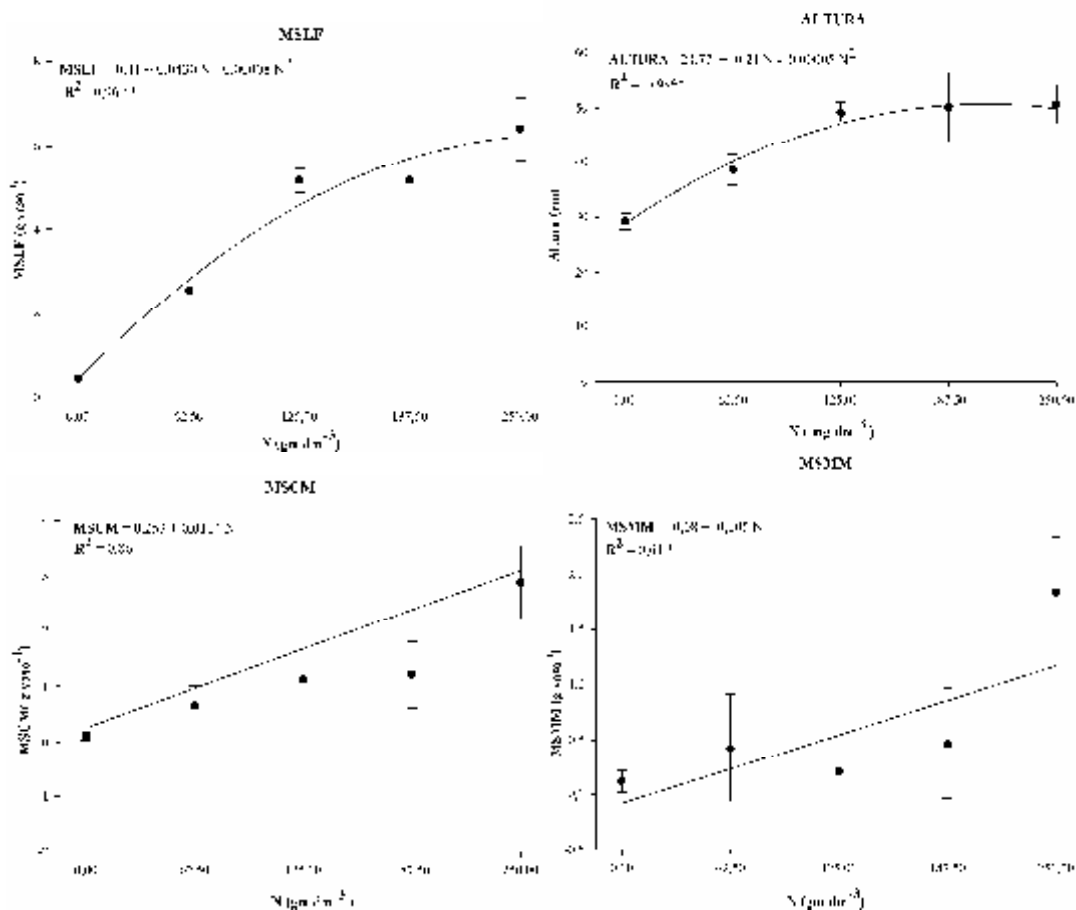


Figura 1 – Características produtivas do *Andropogon gayanus* cv. Planaltina em função das doses de nitrogênio.

Os resultados da análise de regressão mostram que houve efeito das doses de N sobre as características espectrais do *Andropogon gayanus* cv. Planaltina (Figura 2). Observa-se, que a resposta espectral é alterada com a variação da biomassa (FONSECA et al. 2002) (Figura 1) pois, quando se aplica N na planta há um aumento na clorofila e com isso a absorção da

radiação na região do visível é maior causando assim o aumento do NDVI (READ et al. 2003). Assim, essas alterações espectrais foram detectadas tanto pelo sensor óptico ativo como pela câmera multiespectral.

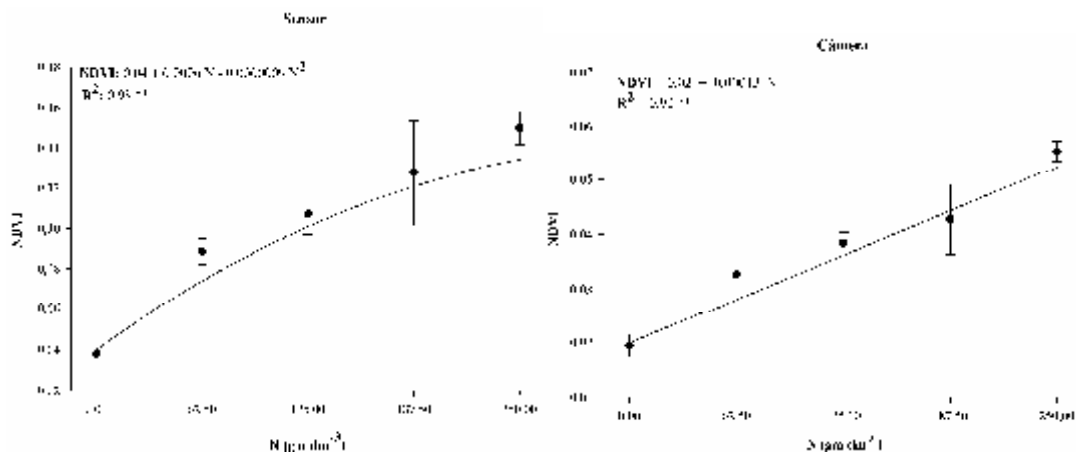


Figura 2 – Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) obtidos por sensor óptico ativo e câmera multiespectral do dossel de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, em função de diferentes doses de nitrogênio.

As equações de regressão indicam que apesar das respostas espectrais dos dosséis da cultivar Planaltina de *Andropogon gayanus* serem influenciadas pela aplicação de N, elas apresentaram comportamentos matemáticos distintos em relação aos métodos de obtenção dos valores de NDVI (Figura 2). Assim, quando se utilizou o sensor óptico ativo, os valores do NDVI se ajustaram ao modelo matemático quadrático, com o coeficiente de determinação igual a 0,98. Já as respostas do NDVI da câmera multiespectral convertida, apresentou comportamento matemático linear e coeficiente de regressão igual a 0,96. Entretanto, esses dois métodos apresentam alta correlação entre os valores de NDVI dos dosséis da planta investigada neste presente estudo (Figura 3).

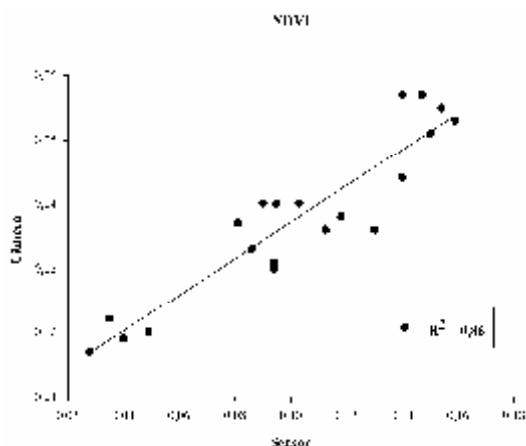


Figura 3 – Correlação entre as medidas de índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) obtidas por sensor óptico ativo e câmera multiespectral dos dosséis do *Andropogon gayanus* cv. Planaltina.

Com o intuito de se conhecer a capacidade dos valores de NDVI em estimar as características produtivas do capim *Andropogon*, foi realizada a análise de correlação simples entre essas variáveis. Nota-se que a produção de matéria seca de lâminas foliares (MSLF) e altura de plantas de *Andropogon* ocorreu coeficientes de correlação altos e positivos para os dois equipamentos utilizados para medir o NDVI dos dosséis forrageiros (Figura 4). Já a produção de matéria seca de colmo (MSCM) e de material morto (MSMM) apresentaram baixos valores de coeficientes de correlação. Silva Júnior et al., (2008) encontraram que a produção de matéria seca da *Urochloa decumbens* Stapf. se correlacionou positivamente com os valores de NDVI obtidos por câmeras espectrais. Abrahão et al., (2009) também observaram correlação positiva entre NDVI e produção de matéria seca do capim Tanzânia. Diante disso, é possível gerar um modelo de disponibilidade de matéria seca da gramínea, por meio das leituras de NDVI, tanto da câmera multiespectral como do sensor óptico ativo, sob diferentes doses de N.

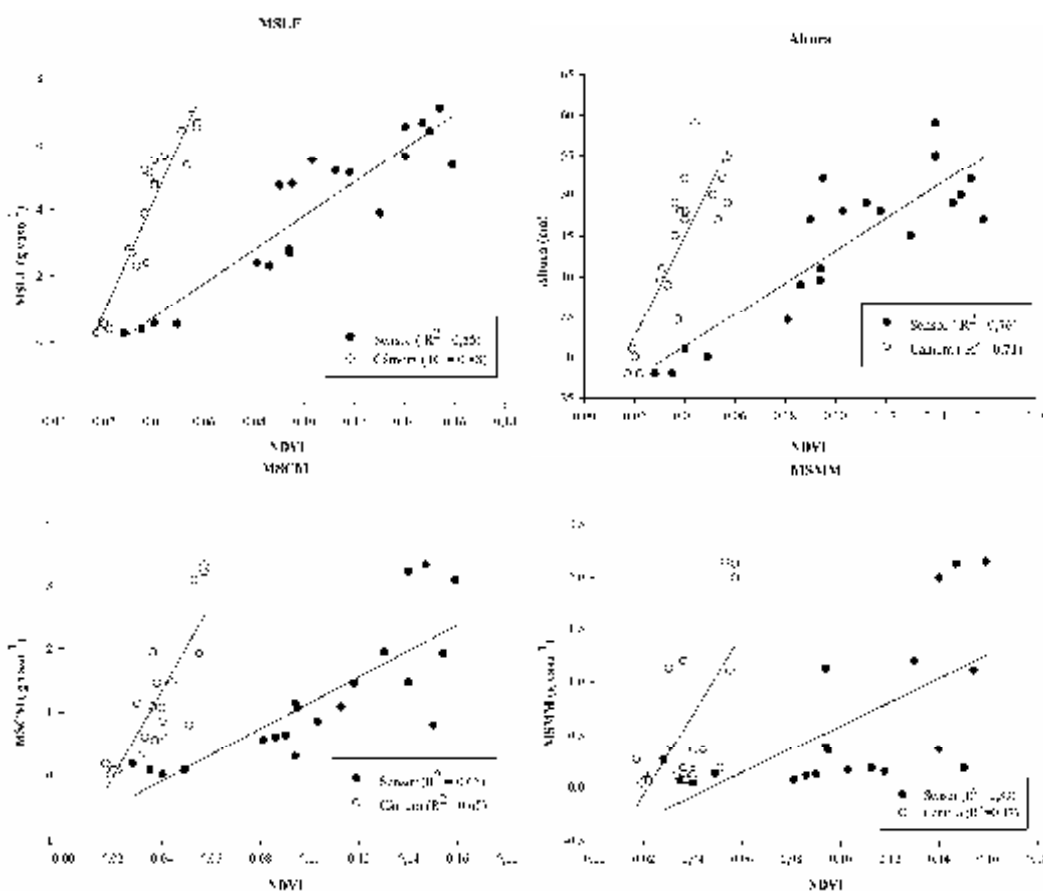


Figura 4 – Correlação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) obtidos por sensor óptico ativo e câmera multiespectral e as características produtivas do *Andropogon gayanus* cv. Planaltina.

6. CONCLUSÕES

O sensor óptico ativo e a câmera multiespectral discriminam o índice vegetativo da diferença normalizada (NDVI) em função das dose de nitrogênio. A produção de matéria seca de lâminas foliares e altura de plantas do *Andropogon gayanus* cv. Planaltina se correlacionam fortemente com os valores de NDVI. Assim, os dados de NDVI obtidos por sensor óptico ativo e câmera multiespectral são capazes de estimar a produtividade de pastos de capim *Andropogon*.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins pelo apoio a pesquisa (Edital 05/2014) e ao CNPq pela concessão de bolsas de iniciação científica na modalidade PIBIC-EM.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, S.A; PINTO, F.A.C; QUEIROZ, D.M; SANTOS ,N.T.S, GLERIANI, J.M; ALVES, E.A. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.38, n.9, p.1637-1644, 2009.
- ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; QUEIROZ, D.S. et al. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. Cv. Napier). **Ciência e Agrotecnologia**, edição especial, p.1643-1651, 2003
- BRANDÃO, Z. N., BEZERRA, M. V. C., FREIRE, E.C. e SILVA B. B., Determinação de Índices de Vegetação usando Imagens de Satélite para uso em Agricultura de Precisão. In: V Congresso Brasileiro de Algodão, **V CBA**, Salvador, BA, 2005. Anais. Campina Grande: CNPA, 2005. CD-ROM On-line.
- COSTA, C.; DWYER, L.M.; DUTILLEUL, P.; STEWART, D.W.; MA, B.L.; SMITH, D.L. Interrelationships of applied nitrogen, SPAD, and yield of leafy and non-leafy maize genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, Monticello, n. 8, v. 24, p. 1173-1194, 2001.
- FONSECA, E.L.; ROSA, L.M.G.; FONTANA, D.C. Caracterização espectral de *Paspalum notatum* em diferentes níveis de adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.3, p.365-371, 2002.
- GOWER, S.T., KUCHARIK, C.J., NORM, J.M. Direct and indirect estimation of leaf area index, fAPAR, and net primary production of terrestrial ecosystems. **Remote Sensing Environment**. v.70, p.29-51, 1999.
- JACKSON, R. D., P.J. PINTER, R. J. REGINATO, S. B. IDSO. Detection and Evaluation of plant stresses for crop management decisions. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing** GE-24:99-106. 1986
- MONTEIRO, F. A. Nutrição mineral e adubação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 12., 1995, Piracicaba. **Anais Piracicaba: FEALQ**, 1995. p.219-244.
- MORAN, M. S., INOUE, Y., & BARNES, E. M.. Opportunities and limitations for image-based remote sensing in precision crop management. **Remote Sensing of Environment**, v.61, p.319- 346, 1997.
- PIRES, J.L.F.; COROSSA, G.M.; STRIEDE, M.L.; DALMAGO, G.A.; CUNHA, G.R.; SANTI, A.; SILVA JÚNIOR, J.P.; SANTI, A.L.; SANTOS, H.P.; PASINATO, A.; REMOR, C. Uso de sensor óptico ativo para caracterização do perfil de NDVI em dosséis de trigo submetidos a diferentes estratégias de manejo. In: BERNARDI, A.C.C.; NAIME, J.M.; RESENDE, A.V.; BASSOI, L.H.; INAMASU, R.Y. (Eds) Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar. Brasília: **Embrapa**, 2014. p. 279 – 286.
- RIZZI, R.; RUDORFF, B.F.T. Imagens do sensor MODIS associadas a um modelo para estimar a produtividade de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p.73-80, 2007.
- SHIRATSUCHI, L. S. Integration of plant-based canopy sensors for site-specific nitrogen management. 2011. 157 f. **Dissertação** (Mestrado)-University of Nebraska, Lincoln, 2011.
- SILVA JÚNIOR, M.C; PINTO, F.A.C; FONSECA, D.M; QUEIROZ, D.M; MACIEL, B.F. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.37, n.3, p.411-419, 2008



SIMÕES.C.R; ROSSIELLO.R.O.P; GRACIOSA.M.G; MACHADO.M.L; SILVA.C.F., Imagens multiespectrais para avaliação de índice de área foliar e massa seca do capim 'Tifton 85', sob adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, v.45,n.4,abr,2015.