

Pasture Validation Network (PAVAN): primeiro sistema on-line para acompanhamento e validação de amostras de pastagens no Brasil

Manuel Eduardo Ferreira
Sérgio Henrique de Moura Nogueira
Daniel de Oliveira Soares

Universidade Federal de Goiás - UFG
Instituto de Estudos Sócio-Ambientais - IESA
Laboratório de Processamento de Imagem e Geoprocessamento - LAPIG
Campus II - Samambaia, 74001-970, Goiânia - GO, Brasil
{mferreira.geo, serque, ddoares}@gmail.com

Abstract. The pasture areas represent the broader anthropogenic class in Brazil, occupying about 22% or 190 million hectares of the country. A better understanding of this emerging ecosystem is of high importance for a more efficient environmental and socio-economic management, especially due the increasingly need for Brazil and the world's potentially available cropland, facing a growing demand for food. In this context, this research was aimed to create the first on-line system for monitoring the Brazil's pastures landscape, with which is possible to analyze, through a satellite data series, various biophysical parameters from representative locations with pasture, such as the Vegetation Index (EVI2), Evapotranspiration, Surface temperature, Albedo, log fires, among others. This information will bring conditions to infer the quality and characteristics of the pasture in the country, favoring the handling and a better guidance to land use in general. The system is already in operation and can be accessed through the portal "www.pastagens.org" with numerous geospatial information, among these 213 points (and their respective polygons) on the areas of pasture, all inspected in the field by collaborating institutions. In a preliminary analysis for the EVI2 parameter, we have noted differences in the greenness between samples, both in the dry and rain seasons, showing different degrees of resistance and resilience to the climate seasonality, which can ultimately be translated into differences in farm management, soil characteristics/fertility, water availability, among other natural aspects.

Palavras-chave: pastures, monitoring, remote sensing, pastagens, monitoramento, sensoriamento remoto.

1. Introdução

As áreas de pastagens representam hoje a classe de uso antrópico mais abrangente do Brasil, ocupando cerca de 22% do território nacional, ou 190 milhões de hectares (Sano et al., 2010). Conhecer melhor este emergente ecossistema é de suma importância para uma gestão mais eficiente em termos ambientais e socioeconômicos (Cohn et al., 2014), sobretudo pela necessidade de terras agricultáveis, cada vez mais escassas no Brasil e no mundo, frente a uma demanda por alimentos cada vez maior (Lambin et al., 2013).

Neste contexto, a rede de validação de pastagens (PAVAN - *Pasture Validation Network*) foi criada em 2014, no escopo do projeto "Radiografia das Pastagens do Brasil" (convênio Universidade Federal de Goiás - Secretaria de Assuntos Estratégicos/Presidência da República, www.pastagens.org), visando reunir uma extensa e atualizável rede *on-line* de localidades com pastagens (coordenadas geográficas) para todo o Brasil, caracterizadas *in loco*, com acesso irrestrito à comunidade acadêmico-científica.

Com a localização de representativas áreas de pastos, distribuídas por todo o país, alguns parâmetros como índice de vegetação, índice de área foliar, taxa de evapotranspiração e presença de queimadas, por exemplo – em geral obtidos a partir de imagens de satélite (ex. dados TERRA/Modis) –, poderão ser acompanhados de forma sistemática por meio de séries temporais, permitindo aos pesquisadores inferir sobre a criação, manutenção, forma de manejo ou suporte bovino/qualidade de uma determinada pastagem.

No momento, algumas instituições e empresas vêm colaborando com a criação desta rede, através do repasse de coordenadas referentes a pastos bem formados, sempre que

possível acompanhadas com informações obtidas em campo (ex. descrição física da propriedade, lotação bovina, fotos, etc.), a citar as ONGs Aliança da Terra (www.aliancadaterra.org) e WWF (www.wwf.org.br), a empresa Primegeo (www.primegeo.com.br) e a Universidade Federal de Goiás/LAPIG (www.lapig.iesa.ufg.br).

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Área de estudo

A área de estudo do PAVAN corresponde a todo o território nacional, em especial nos estados/municípios com maior concentração de propriedades agrícolas com pastagens, conforme ilustrado na Figura 1. Esta figura também ilustra a plataforma *on-line* de pesquisa, na qual uma série de informações cartográficas servem como apoio às análises aqui apresentadas e discutidas, acessível pelo portal < www.pastagens.org >.

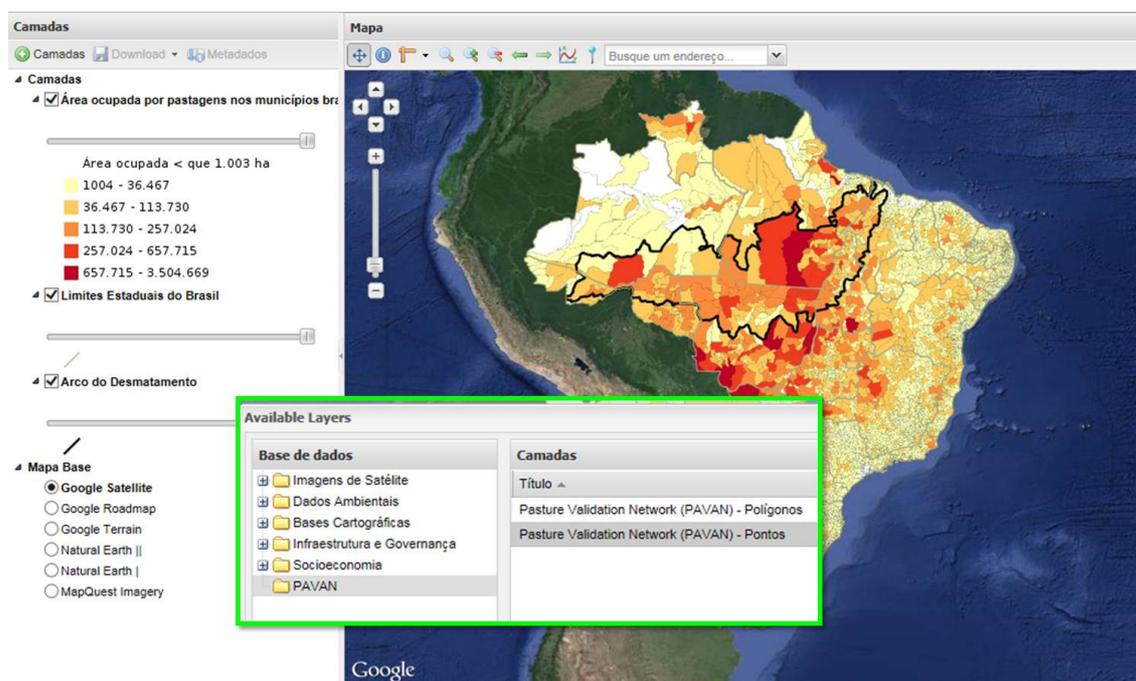


Figura 1. Plataforma *on-line* do projeto Radiografia das Pastagens do Brasil, com a Distribuição/intensidade das pastagens entre os municípios brasileiros, onde se estabelece a rede PAVAN.

2.2. Bases de dados/Procedimentos de análise

As bases de dados apresentadas neste trabalho referem-se aos registros (coordenadas) de representativas pastagens, obtidos com o apoio da Aliança da Terra, WWF, Primegeo e pelo próprio LAPIG - Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento da Universidade Federal de Goiás, por meio de suas atividades de campo na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, em Goiás, ou em outras localidades visitadas com este propósito (ex. projeto conduzido em Uberlândia, MG).

Outra base de dados organizada para este subprojeto (PAVAN) compreende as imagens orbitais do satélite Landsat 8/sensor OLI - *Operational Land Imager* (NASA, <http://landsat.gsfc.nasa.gov>), referentes aos meses de chuva (dez. de 2013, jan., mar. e abril de 2014) e seca (julho de 2014), sempre com a menor cobertura de nuvens possível, recobrendo todas as localidades registradas com pontos de pastos. Esta informação satelitária vem sendo útil para a geração e análise do índice de vegetação EVI2 (Jiang et al., 2008), além da conferência visual das informações obtidas em campo. O EVI2 é uma modificação do tradicional EVI (*Enhanced Vegetation Index*, Huete et al., 2002), porém sem o emprego da

banda espectral na faixa do azul (ver Equação 1, indicando as operações realizadas com as bandas deste sensor, no módulo de matemática de bandas do *software* ENVI), o que garante dados mais estáveis, sem parte da interferência atmosférica comum neste comprimento de onda.

$$((\text{float}(b1)-\text{float}(b2))/(\text{float}(b1)+2.4*\text{float}(b2)+1))*2.5 \quad (01)$$

Onde: b1 = imagem no canal infravermelho (originalmente, a banda 5 deste sensor); b2 = imagem no canal vermelho (originalmente, a banda 4 deste sensor); 2,4 e 2,5 são fatores de ganho fixos nesta equação, para compensar a interferência do solo e dos particulados da atmosfera; *float* é a expressão usada no *software* ENVI para o retorno de resultados com valores não-inteiros (decimais).

A plataforma *on-line*, compartilhada pelo subprojeto PAVAN, emprega imagens de alta resolução espacial providas pela plataforma Google Earth, para uma melhor representação e análise das áreas de interesse; tais imagens também são utilizadas no desenho de polígonos de pastagem ao redor (ou na proximidade imediata) dos pontos de campo (Figura 2).

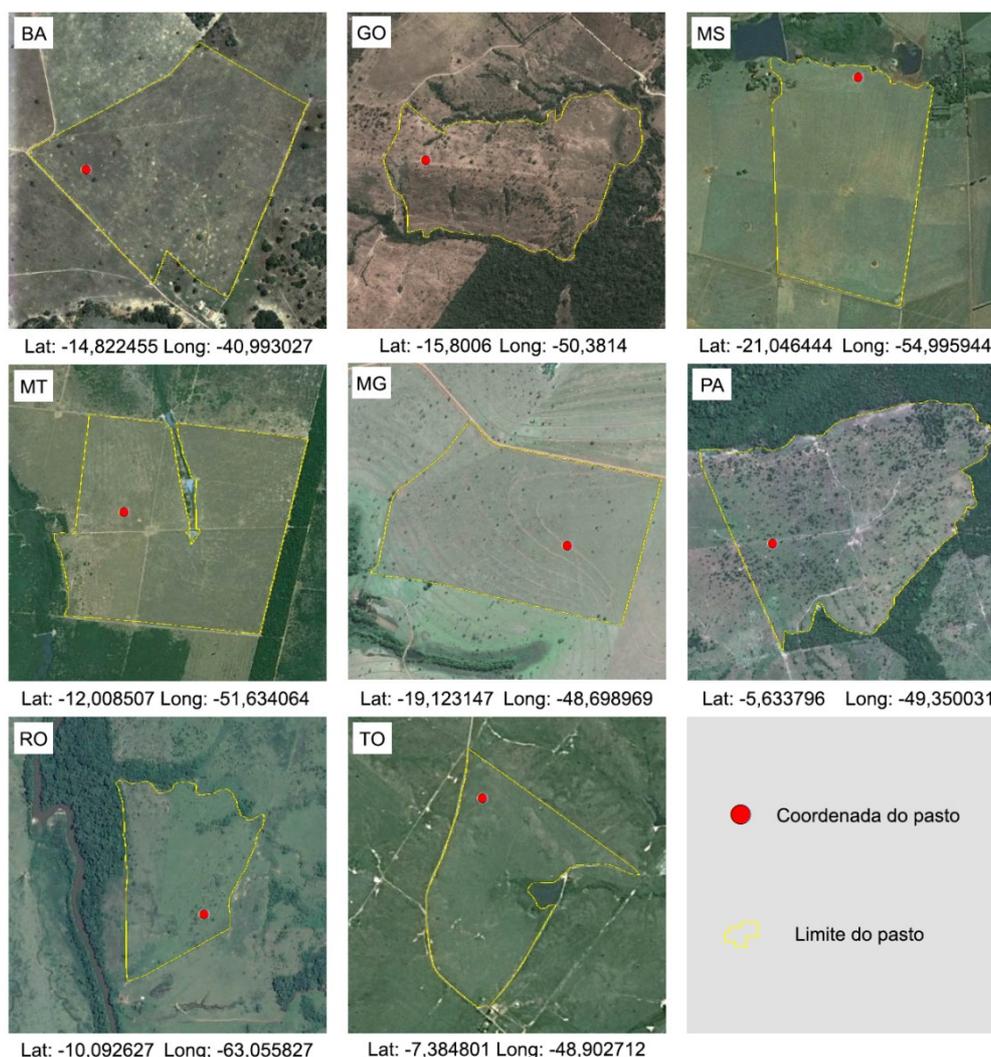


Figura 2. Exemplos de pastagens demarcadas em alguns dos principais estados pecuaristas do Brasil, a partir de pontos elencados no PAVAN (pontos na cor vermelha), com as respectivas coordenadas abaixo de cada quadro.

Com base nestes polígonos (ex. Figura 2), gerados manualmente para toda a lista do PAVAN, são comparados os valores médios de EVI2 obtidos com as cenas Landsat 8, para os dois períodos climáticos desta análise, cujos dados são apresentados brevemente nos resultados deste artigo, ilustrando uma das possíveis abordagens analíticas para os referidos pastos.

3. Resultados e Discussão

Até o momento, já são 213 pontos de pastagens catalogados e espacializados na plataforma *on-line* do projeto “Radiografia das Pastagens do Brasil”, distribuídos pelos estados da Bahia (03), Goiás (13), Minas Gerais (02), Mato Grosso do Sul (49), Mato Grosso (119), Pará (03), Rondônia (18) e Tocantins (05), conforme disponibilização das instituições parceiras. A Figura 3 ilustra esta etapa dos resultados, no layout do portal na internet.

Com exceção das cenas Landsat 8 (obtidas de portais específicos, mantidos pela NASA), todos os dados exemplificados nas Figuras 2 e 3 podem ser obtidos via *download* da referida plataforma de dados, com um simples comando/opção no *menu*, nos formatos *shapefile* e *raster* (imagens). No total, os polígonos representam uma área de 30.078 hectares, com área média de 141 ha (desvio padrão de 272 ha). Grande parte dos pastos é composta por gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* (e suas variações, conforme as características do terreno).

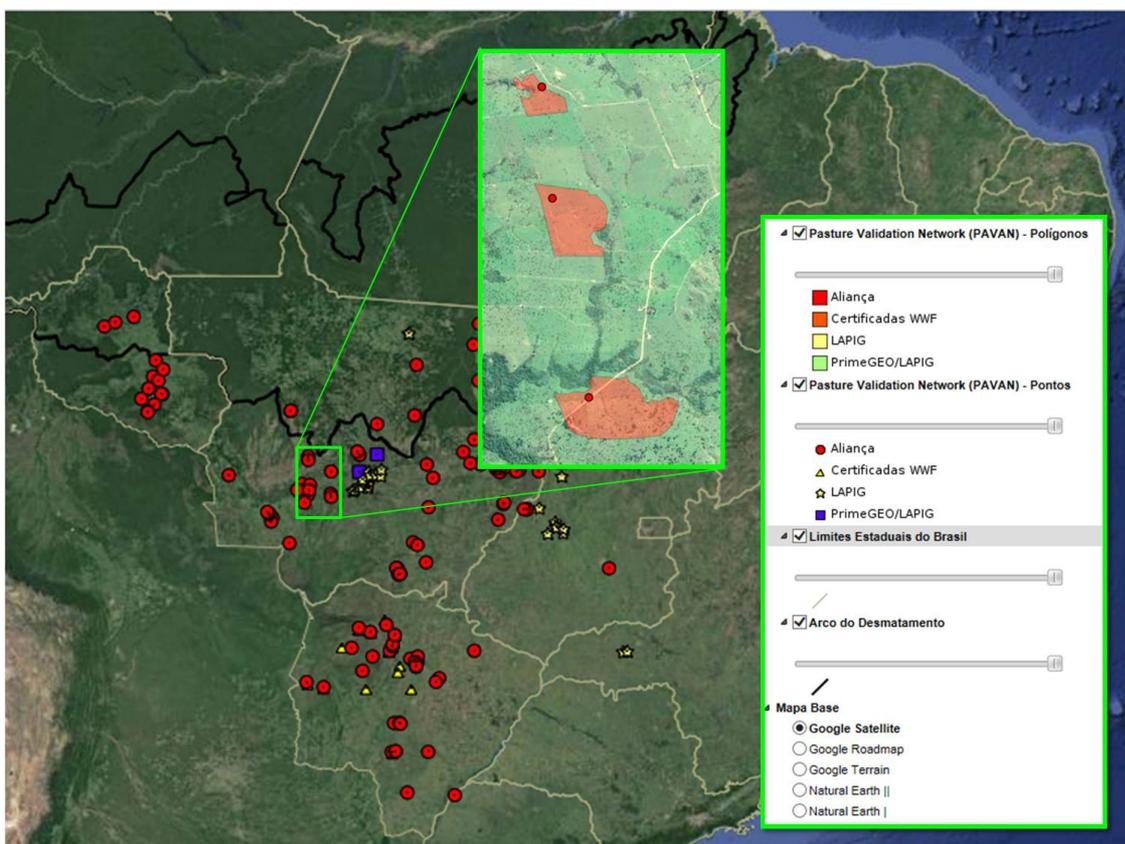


Figura 3. Distribuição dos pontos do PAVAN pelos estados brasileiros (até o momento, 213 pontos), com destaque para a elaboração dos polígonos de pastagem para cada um dos pontos.

A respeito da análise com o índice de vegetação EVI2, a Figura 4 ilustra uma das cenas Landsat 8 com este nível de processamento (transformação espectral), conforme descrito na metodologia (vide Equação 1).

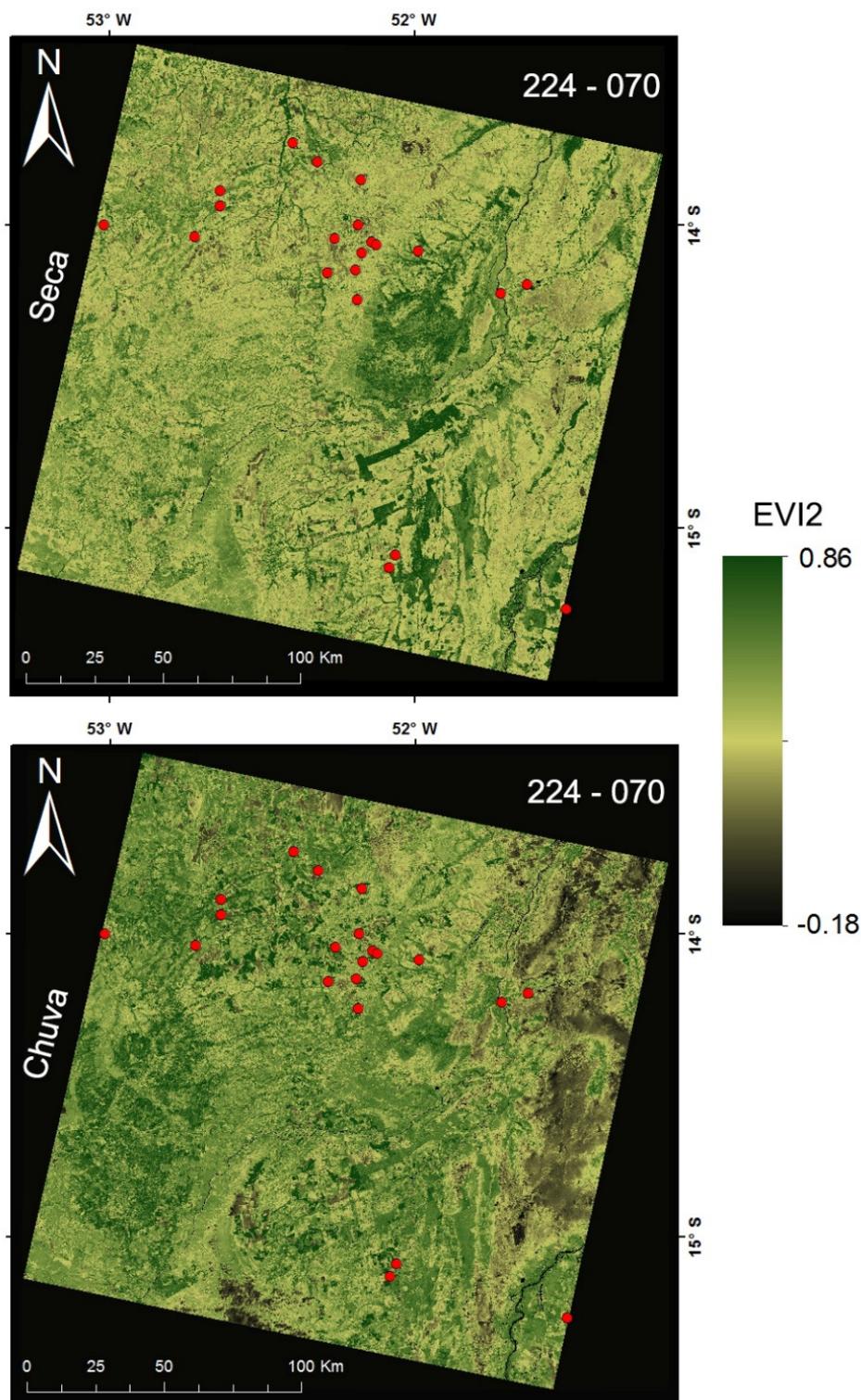


Figura 4. Variação sazonal na cena 224/70 do sensor Landsat 8 - OLI (referente ao estado de Mato Grosso, porção leste), com 21 amostras de pastagens registradas pelo PAVAN (pontos na cor vermelha). Num gradiente de cores na escala do verde, as áreas mais secas aparecem em verde claro, enquanto a cor verde escuro denota maior vigor vegetativo (EVI2 máximo de 0,86). Manchas escuras sobre as imagens (principalmente no período chuvoso) indicam a presença de nuvens, ausência de vegetação ou corpos hídricos (EVI2 mínimo de -0,18).

Observa-se nesta Figura 4 (cena 224/70), apresentada num gradiente de cores em verde (i.e., verde mais claro indica áreas com vegetação rala, enquanto verde mais escuro indica

áreas com vegetação densa), uma esperada variação sazonal da vegetação nativa e antrópica para o leste do estado de Mato Grosso, referente aos meses de chuva (2013/2014) e seca (2014), destacando também áreas com projetos de irrigação. Nesta cena, por exemplo, há o registro de 21 amostras de pastagens do PAVAN (pontos na cor vermelha). Ainda em termos visuais (Figura 4), nota-se que as áreas de pasto, em sua maioria, apresentaram uma razoável recuperação do vigor vegetativo (e provavelmente da biomassa) após a chegada das chuvas, ainda que algumas áreas nativas de Cerrado tenham evidenciado uma recuperação ainda mais intensa, numa região marcada pelas cheias do Rio Araguaia (médio e baixo cursos).

Uma análise quantitativa com o EVI2 também foi elaborada em caráter preliminar para os pontos de pastagens indicados na Figura 2 (8 amostras, uma para cada estado analisado) e na Figura 4 (21 pontos na cena 224/70), com a finalidade de destacar possíveis variações do índice de vegetação dentre as amostras selecionadas pelo PAVAN, em termos climáticos (período chuvoso e seco) e espaciais. No primeiro momento, notam-se diferenças quanto ao vigor vegetativo entre as amostras de pastos, tanto no período de seca quanto de chuva, evidenciando diferentes graus de resistência e resiliência às variações sazonais do clima, o que em última instância poderia ser traduzido em diferenças de manejo na propriedade rural, características de solo/fertilidade, disponibilidade hídrica, dentre outros aspectos naturais. Os gráficos apresentados nas figuras 5 e 6 ilustram esta condição.

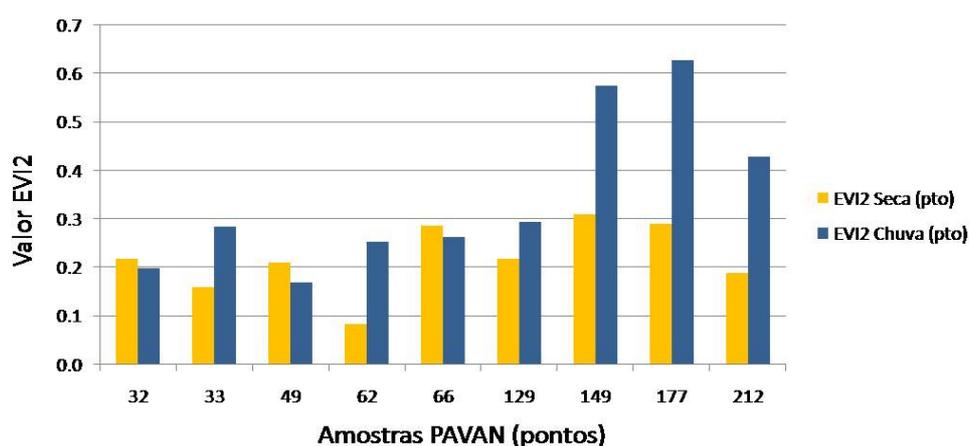


Figura 5. Valores de EVI2 obtidos de um único pixel de pastagem, para cada um dos pontos apresentados na figura 2 (1 ponto por estado analisado).

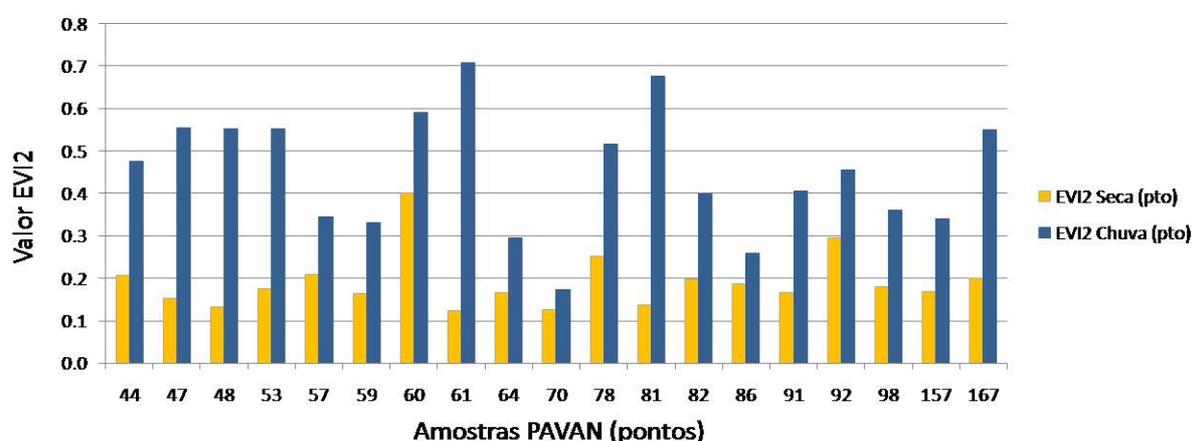


Figura 6. Valores de EVI2 obtidos de um único pixel de pastagem, para cada um dos pontos localizados na cena 224/70 (vide figura 4).

Uma análise mais detalhada da Figura 5 (EVI2 para os pontos de pastagem nos estados representados até o momento no PAVAN, conforme ilustrado na Figura 2) demonstra o predomínio de dois grupos, o primeiro reunindo as amostras de pastos identificadas pelos números 32 (Bahia), 33 (Minas Gerais), 49 (Tocantins), 62 (Mato Grosso), 66 (Pará) e 129 (Rondônia), e o segundo reunindo as amostras 149 (Paraná), 177 (Mato Grosso do Sul) e 212 (Goiás). O segundo grupo apresentou claramente uma maior resposta vegetacional no período chuvoso, evidenciado pelos maiores valores de EVI2. Por outro lado, no primeiro grupo de pontos (EVI2 mais baixo), há casos em que o vigor vegetativo (aqui associado à biomassa) se apresenta ligeiramente maior nos meses de seca; de certa forma, uma contradição, observada nos pontos 32, 49 e 66 (Figura 5), mas que pode refletir uma seca mais intensa nestas áreas, associada com um manejo do gado inadequado.

Por fim, uma última análise com o EVI2 foi realizada com todos os 213 pontos listados no PAVAN até o momento, para os dois períodos e formatos (pontos e polígonos). Assim, os gráficos A e B na Figura 7 ilustram o comportamento dos pastos quanto ao seu EVI2 na chuva e na seca, respectivamente, indicando uma maior variabilidade do índice de vegetação durante o período chuvoso, o que denota diferentes qualidades de pastos neste universo amostral (desvio padrão de 0,06858). Na época seca, esta variação é significativamente menor (desvio padrão de 0,03001), de certa forma encobrendo a qualidade do pasto, isto é, valores de EVI2 em geral semelhantes entres estes pontos, devido ao predomínio de uma cobertura seca, com baixa biomassa e presença de solo exposto.

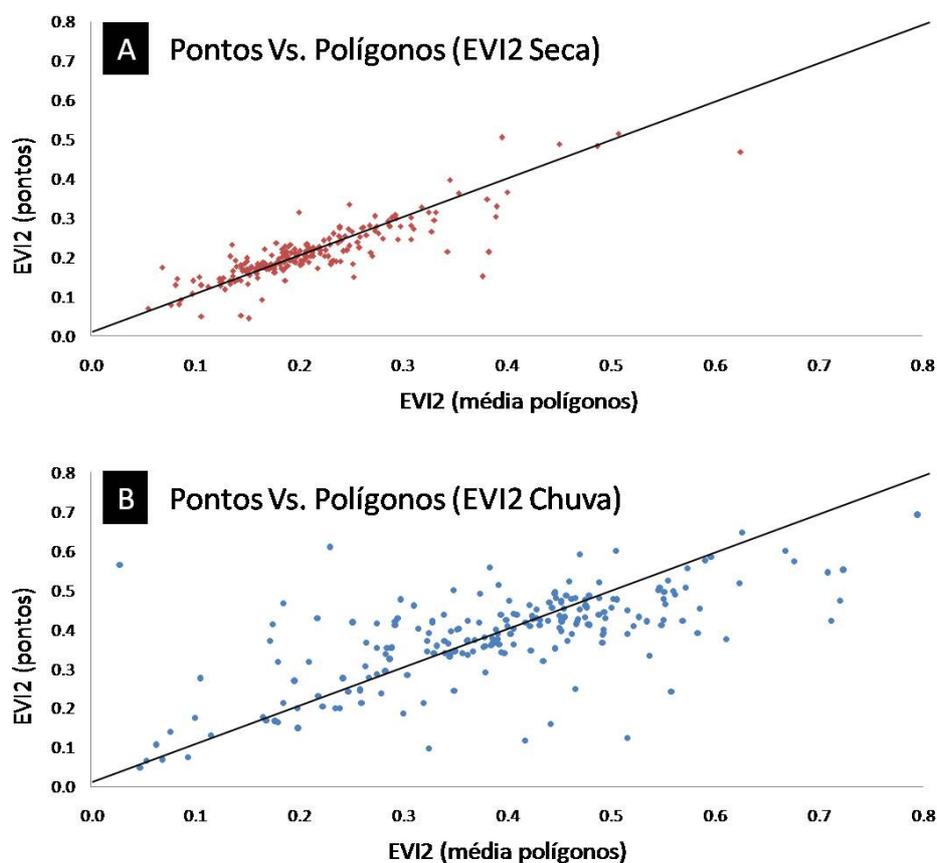


Figura 7. Valores de EVI2 para todos os pontos cadastrados no PAVAN, correspondentes a valores individuais/pontos vs. valores médios/polígonos, na época seca (A) e chuvosa (B).

4. Conclusões

O PAVAN, neste curto espaço de tempo, demonstra ser um eficiente sistema de validação e acompanhamento das pastagens no país, com inúmeras possibilidades de pesquisa, gestão ambiental e planejamento do uso do solo.

Com uma lista de pontos ainda pequena, porém confiável, já é possível evidenciar diferentes qualidades de pasto, seja sob condições normais de precipitação e/ou seca, ou mesmo sob extremos climáticos. A proposta daqui para frente é a de que o PAVAN seja alimentado continuamente com informações de campo, podendo trazer um melhor esclarecimento sobre a ideia de qualidade, no que se refere, sobretudo, ao suporte bovino, estágios de degradação ambiental, resistência à seca e tempo de recuperação.

Por enquanto, os comparativos de EVI2 para os períodos de seca e chuva, levando-se em consideração uma representatividade de amostras de pastagens dentre os estados brasileiros, indica que estes pastos possuem qualidades distintas em termos de biomassa, suporte nutricional, manejos, aptidão agrícola, aspectos do terreno e clima.

Outras variáveis, além do EVI2, poderão ser analisadas com estes pontos de campo, incluindo repostas de temperatura da superfície, precipitação e evapotranspiração, presença de queimadas e taxas de emissão/absorção de CO₂, enriquecendo a descrição das pastagens no país, com especial contribuição ao projeto “Radiografia das Pastagens do Brasil”.

Agradecimentos

À FAPEG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás), pelo apoio a esta pesquisa (PRONEX, processo 201200766130154, chamada pública no. 007/2012; Universal, processo 201210267000966, chamada pública no. 05/2012). À SAE - Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE-PR), pela parceria com a Universidade Federal de Goiás/LAPIG, no âmbito do projeto Radiografia das Pastagens do Brasil.

Referências Bibliográficas

- Avery S. Cohn, Mosnier, A.; Havlík, P.; Valin, H.; Herrero, M.; Schmid, E.; O’Hare, M.; Obersteiner, M. Cattle ranching intensification in Brazil can reduce global greenhouse gas emissions by sparing land from deforestation. **PNAS** (Early Edition), 2014.
- Huete, A. R.; Didan, K.; Miura, T.; Rodriguez, E. P; Gao, X; Ferreira, L. G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, n. 83, p. 195-213, 2002.
- Jiang, Z.; Huete, A. R.; Didan, K.; Miura, T. Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. **Remote Sensing of Environment**, n. 112, p. 3833-3845, 2008.
- Lambin, E. F.; Gibbs, H. K.; Ferreira L. G.; Grau, R.; Mayaux, P.; Meyfroidt, P.; Morton, D. C.; Rudel, T. K.; Gasparri, I.; Munger, J. Estimating the world’s potentially available cropland using a bottom-up approach. **Global Environmental Change** (Early Edition), 2013.
- Sano, E. E.; Rosa, R.; Brito, J. L. S.; Ferreira Jr., L. G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 166, p. 113-124, 2010.