

## Uso da cobertura vegetal e índices topográficos como subsídio para o mapeamento digital de solos, no Distrito Federal.

Luiz Felipe Siqueira Marques Rego<sup>1</sup>  
Francielle do Monte Lima<sup>1</sup>  
Marina Rolim Bilich Neumann<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Brasília - UnB/FAV  
Caixa Postal 4508 - 70910-960 - Brasília - DF, Brasil  
{francielledomonte, felipe6769} @gmail.com  
marinabilich@unb.br

**Abstract.** At the emerging field of quantified environmental analysis, the study about digital techniques as a tool to make more accurate, fast and cheap soil maps have been developed, The technique to integrate environmental variables into digital geographic data, generating pedometry predicted maps is an important forward at the study of soil in a quantitative way, decreasing the analyst accuracy factor, and generating forms to improve and help the soil mapping. Thus, converging this tendency, the present work used LANDSAT 5 TM images and vectorial data from the Rio Jardim watershed to generate influence parameters like Digital Elevation Model, Vegetation Index, and surface derivated attributes, as a north to generate digital soil maps. The Topographic *Wetness* Index (TWI), and the Perpendicular Vegetation Index (PVI), showed to be able, when submitted at cluster classification, and cross tabulation using the pre existent soil map parameters, as a good tool in the evidenced distinction of three soils classes boundaries. The used vegetation index results in a better distinction for hidromorphic soils, and the topographic index was good to discretize two others soil classes. About these results can be concluded that this study is helpful to the production of more methodologies to proceed digital oriented pedometric analysis.

**Palavras-chave:** Índice Topográfico de Umidade, Índice Perpendicular de Vegetação, mapeamento digital de solos, *Topographic Wetness Index*, *Perpendicular Vegetation Index*, *Soil Digital Mapping geographic information systems*, *geoprocessing*.

### 1. Introdução

Na tecnologia de sensoriamento remoto, o entendimento da dinâmica e do comportamento das radiações eletromagnéticas emanadas e/ou refletidas pelos mais variados constituintes da superfície terrestre, bem como o conhecimento acerca dos métodos de captação e de análise das informações geradas pelos sensores remotos, serve como subsídio para o estudo das relações vegetação versus solo por meio de ferramentas de análise digital de imagens.

Segundo Richards & Jia (2005) as radiações provenientes de alvos na Terra são captadas por sensores digitais montados em plataformas (aéreas ou aeroespaciais). Quando a energia captada é advinda da luz solar refletida pela superfície (no espectro de ondas da faixa da luz visível), pode-se ver uma imagem idêntica à que o olho humano percebe, mas usualmente no sensoriamento remoto, trabalha-se com a captação de radiações eletromagnéticas, que não são perceptíveis ao olho humano, observando que cada material constituinte da terra absorve um determinado intervalo espectral e reflete outro. A energia detectada pode também ser refletida do alvo por resultado da ação de uma fonte de energia artificial como um laser ou um radar.

Os dados coletados pelos sensores são armazenados digitalmente como imagens, e essas imagens são compostas de elementos pictóricos discretos: chamados pixels. Cada pixel possui um conjunto de dados numéricos relacionados, sendo sua localização dada por X, Y definindo a área mapeada da terra correspondente ao tamanho do pixel. Essa definição também é chamada de resolução espacial Richards & Jia, (2005), e ainda por um atributo numérico Z, que se refere aos níveis de cinza de cada célula, o chamado Digital Number –

DN, ou ainda, resolução radiométrica Richards & Jia, (2005). Esses níveis de cinza DN são captados pelos sensores de acordo com a leitura das peculiaridades de reflectância ou emissividade de cada material, em relação à banda espectral ou o canal mapeado Teixeira (2008)

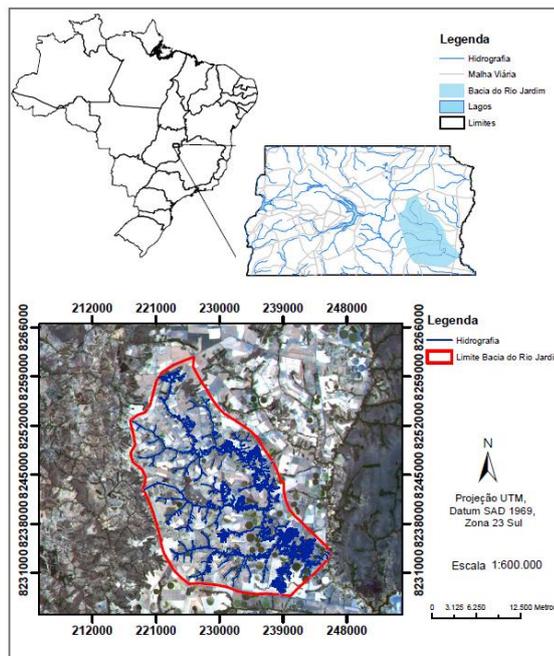
Considerando os efeitos de opacidade seletiva da atmosfera terrestre, a maioria das frequências utilizadas no sensoriamento vão de 0.4 até 12  $\mu\text{m}$  que é a faixa do espectro visível e das radiações infravermelho. Comprimentos de onda muito curtos são interceptados pela atmosfera, como as radiações UV e os Raios X, enquanto maiores comprimento de ondas possuem uma maior penetração na atmosfera, como as microondas. Richards & Jia (2005) Cada corpo material constituinte da superfície da terra se comporta conforme a radiação que nele incide, assim, é possível classificar um material de acordo com a energia refletida, absorvida, ou emitida por ele, observando ainda a intensidade, a natureza e a frequência dessas interações, a esse estudo dá-se o nome de radiometria espectral. Teixeira (2008)

As características possíveis de reação podem ser categorizadas, e os pixels pertencentes a categorias similares são, portanto, agrupados para delinear feições e limites entre as classes de categorização. Esse processo de classificação pode ser realizado por programas específicos de análise digital de imagens.

## 2. Metodologia

A Bacia Hidrográfica do Rio Jardim se localiza na porção sudeste do Distrito Federal, compondo parte da área de contribuição da Bacia do Rio Preto Reatto et al. (2000) e é caracterizada por uma exploração agrícola intensiva com um difundido uso de irrigação (Figura 4).

As imagens utilizadas no estudo foram LANDSAT TM adquiridas a partir da página do INPE, sendo selecionada, a cena que apresentava melhores condições de visualização e ausência de nuvens, também foi considerada a data da imagem como fator de escolha. Sendo assim, a imagem solicitada foi a do sensor LANDSAT 5 TM datada a 10 de Setembro de 2011.

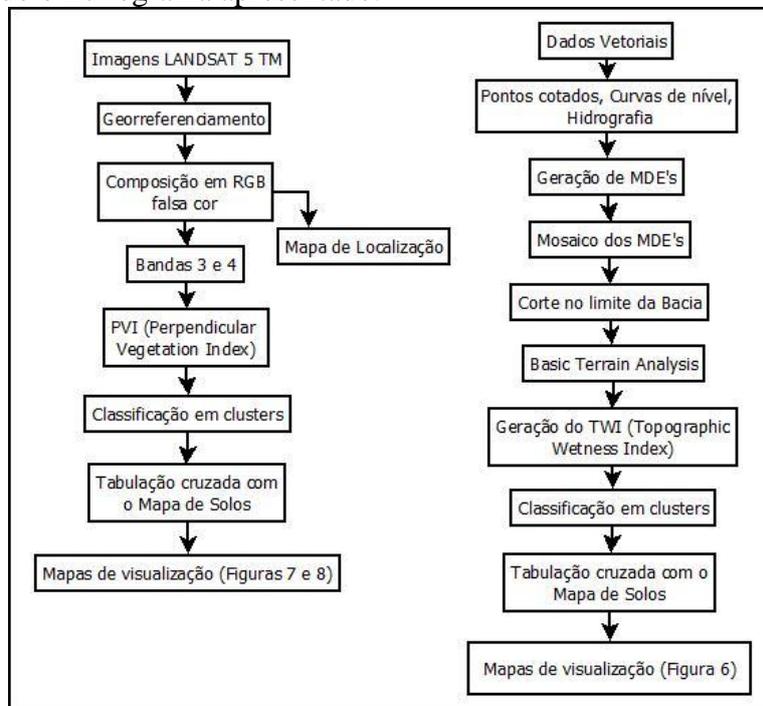


**Figura 4.** Mapa de localização da área de estudo

Os dados da Bacia do Rio Jardim são constituídos de dados vetoriais como o limite da bacia, hidrografia, curvas de nível, e pontos cotados, divididos em regiões (Alto, Médio e

Baixo Jardim), tais dados foram disponibilizados pelo Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, em escala 1:10.000.

Para a escolha dos sensores possíveis de serem utilizados no estudo, foram consideradas algumas informações importantes. Partindo do princípio de que a evolução dos sensores orbitais a bordo de satélites proporcionou uma maior facilidade de acesso de dados, sendo disponibilizadas gratuitamente, pelo site do INPE, imagens de sensores multi-espectrais a bordo de variadas plataformas orbitais, como os satélites Landsat-5, Landsat-7, CBERS-2, CBERS-2B, que possui um sensor *High Resolution Camera* (HRC) que opera com uma banda pancromática que abrange as faixas do visível e do NIR (0.5 – 0.8  $\mu\text{m}$ ), possuindo uma alta resolução espacial (2,5m), INPE, (2012). Para a análise correta de imagens multiespectrais, fez-se o uso de ferramentas adequadas à melhor visualização destas ao olho humano, deste modo, foram atribuídas cores diferentes às bandas. Foram utilizados os seguintes *softwares* para o processamento dos dados, suíte de aplicativos ArcGis 10.0 da ESRI, e o *software* gratuito, de código aberto *System for Automated Geoscientific Analysis* (SAGA-GIS 2.1.0), as ferramentas utilizadas foram as disponíveis nos módulos de ferramentas dos respectivos *softwares*, segundo o fluxograma apresentado.



**Figura 5.** Fluxograma da confecção dos dados.

Os dados vetoriais com atributos de terreno compostos por pontos cotados, curvas de nível, e hidrografia foram utilizados na geração do Modelo Digital de Elevação por meio da ferramenta “*Topo to Raster*” do ArcGIS 10. Estes estavam divididos em 3 partes Alto, Médio e Baixo Jardim. Os MDE’s foram então gerados separadamente para cada região, para preservar a integridade dos dados e melhorar o desempenho do *software*, não causando incongruências nas tabelas de atributos das feições, sendo gerado o mosaico das imagens, foi realizada a extração dos parâmetros de análise do terreno ou índices de representação da paisagem a partir do MDE Prates et. al, (2012) por meio do SAGA pelo módulo “*Basic Terrain Analysis*”. Sendo estes parâmetros base para a confecção do “*Topografic Wetness Index*” pelo mesmo *software*. Também foi calculado o índice de vegetação PVI de Richardson & Wiegand (1977) Após esse procedimento foi realizada a classificação em clusters tanto do TWI quanto do PVI para assim proceder a classificação cruzada com o mapa de classes de solos elaborado pela EMBRAPA.

A ferramenta do *software* SAGA utilizada para a análise em clusters do TWI e do PVI foi a “*Cluster Analysis for Grids*” do autor Conrad (2001). Possuindo como referência o trabalho Forgy, (1965). A ferramenta do mesmo *software* utilizada na tabulação cruzada com o mapa de classes de solos da EMBRAPA foi a “*Cross-Classification and Tabulation*”.

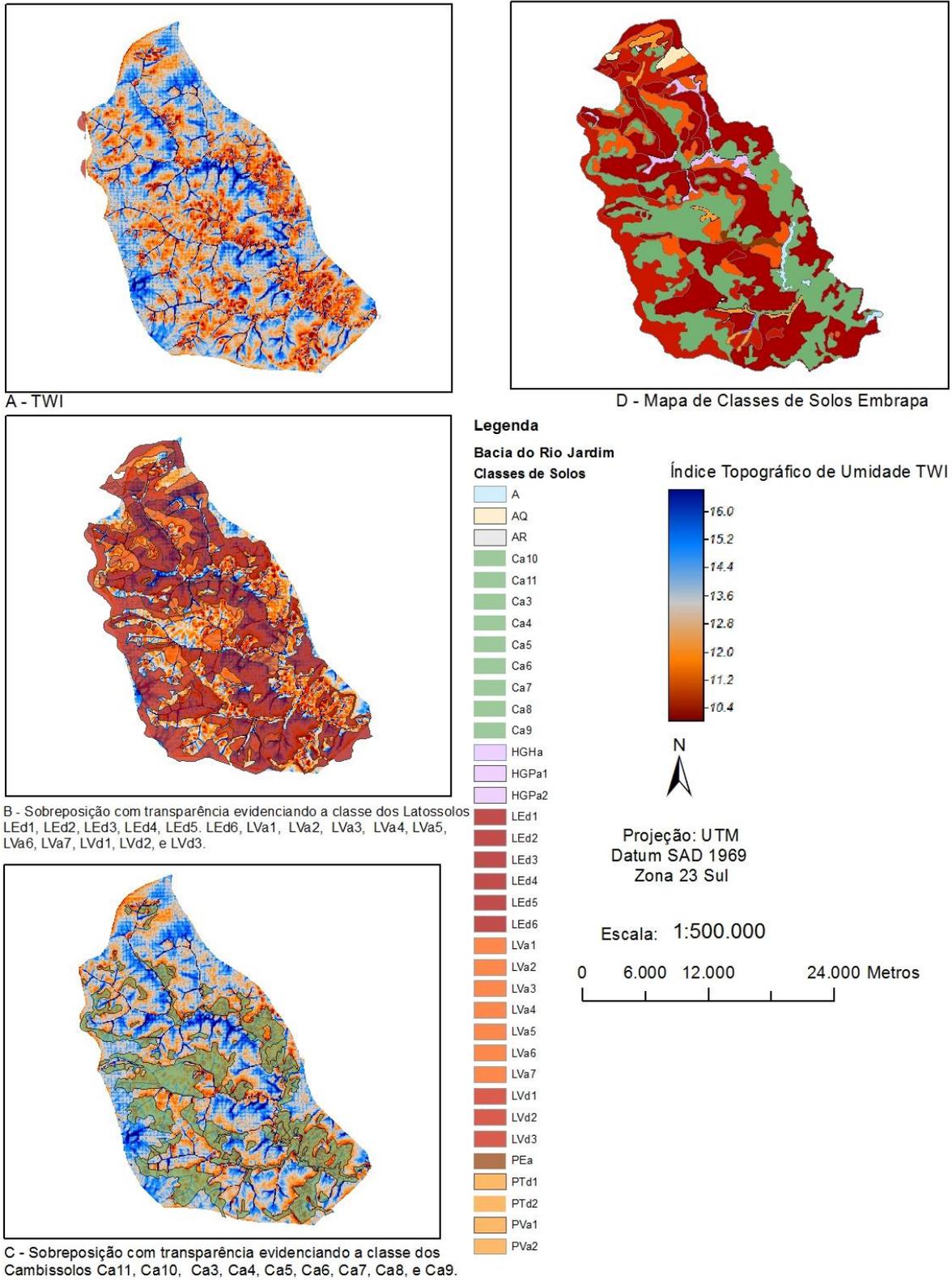
### 3. Resultados e Discussão

De acordo com o observado no índice topográfico de umidade (Figura 6 - A), os valores baixos (11 – 12,8) como descrito por Lin et. al (2006) correspondem a solos mal drenados, na figura observam-se tais valores conforme os limites das classes dos Cambissolos como o demonstrado na Figura 6 – C , os valores acima de 15,5 aproximadamente, foram, mais evidentemente no Alto Jardim, interessantes na diferenciação de solos de caráter hidromórfico, tal efeito pode ser visualizado na Figura 6 – D comparando-se com o TWI à esquerda (Figura 6 – A). Se a área estivesse em sua condição natural, sem interferência de atividade agrícola, a distinção dos Cambissolos poderia estar relacionada com a ocorrência da fitofisionomia de Campo Sujo, Cerrado Stritu Sensu, Floresta subcaducifolia, ou Campo Úmido como o disposto na topossequência elaborada por Junior et al, (2010), e pelo levantamento semietalhado por Reatto et al, (2000). Tal classe de solos pode estar ainda associada à fitofisionomia de Cerradão em menor proporção, como disposto por Balbino, (2004), a correlação solo e vegetação pode ser de utilidade para ilustrar o efeito do relevo na formação do solo e no estabelecimento da vegetação sobre ele.

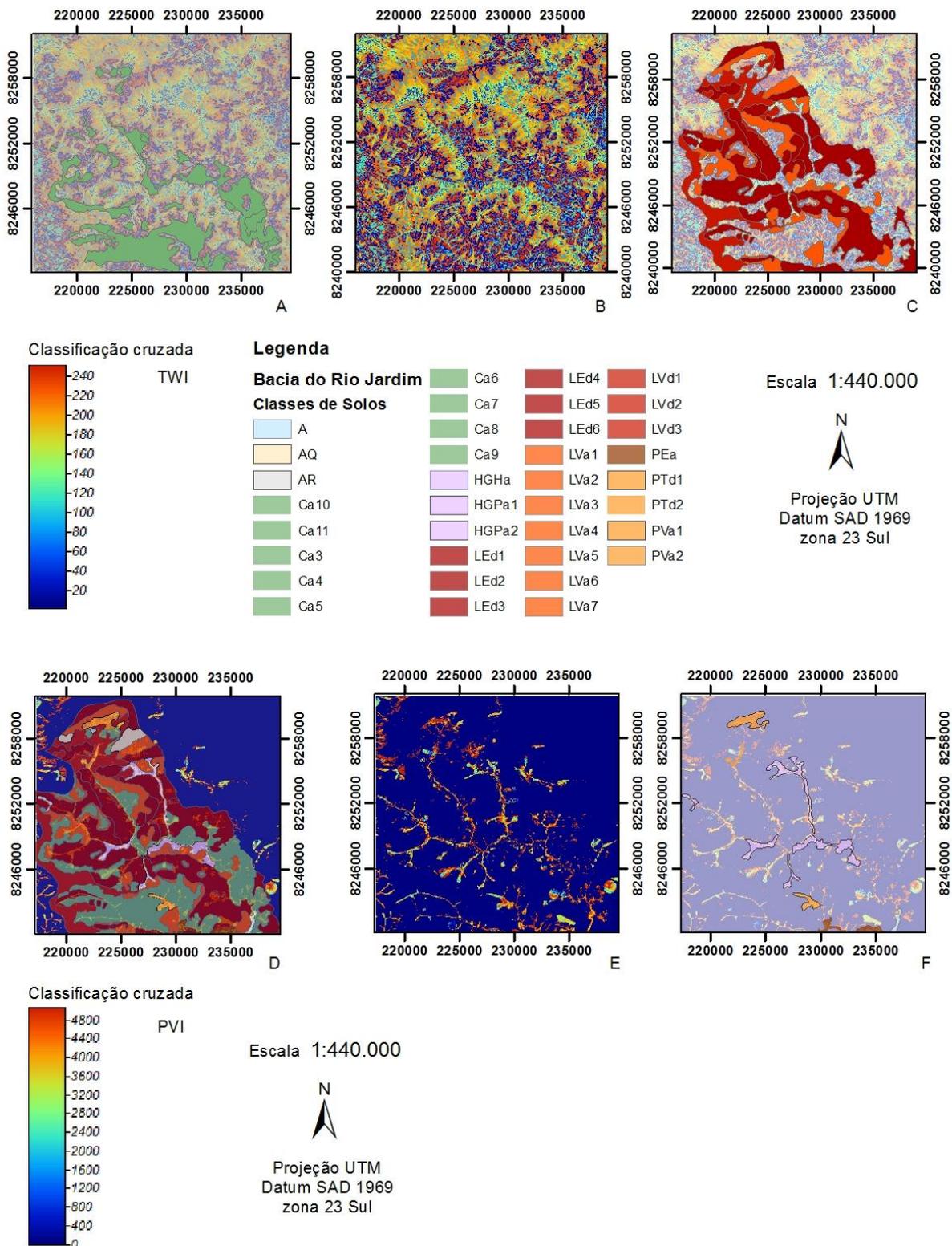
Moreno (2008) correlaciona a fitofisionomia de cerradão e Mata Semi-decídua com solos de altitudes mais atenuadas em relação ao contexto do cerrado, tal condição de relevo promove a acumulação natural de nutrientes, e leva a desenvolver estratos vegetativos mais abundantes. Observou-se também que os valores de TWI maiores que 15 são correspondentes aos solos com drenagem deficiente como Glei Húmico e Podzólico Textural, tais limites são representados nitidamente por essa distribuição de intervalos de valores do TWI (Figura 6 – A, e D). Tal análise é correspondente com o descrito por Prates et. al (2012), que também observou a correlação de valores do índice topográfico de umidade com solos hidromórficos .

A figura 07 demonstra o efeito da tabulação cruzada com o mapa de solos a partir da classificação em clusters dos índices TWI e PVI respectivamente. Na tabulação cruzada com base na classificação em clusters do TWI foi observada uma correspondência dos valores acima de 180 com os limites das classes dos Latossolos, (Figura 7 - C) tais tipos de solos se referem a superfícies bem drenadas, de dissecação do terreno menos acentuadas, Balbino (2004) e menor declividade, o que favorece a implantação de atividade agrícola a qual caracteriza a área.

A tabulação cruzada da classificação em clusters do PVI pôde ressaltar os limites dos solos hidromórficos próximos às linhas de drenagem, (Figura 7 – E, e F) A figura 08, que apresenta maior intervalo de classificação em relação a classificação da figura anterior, evidencia o efeito da relação de acumulação de nutrientes no relevo com a ocorrência de vegetação mais adensada como de matas de galeria e campo úmido, nessa figura, valores a partir de  $8 \cdot 10^6$  correspondem a respostas espectrais características desses tipos de vegetação, bem como áreas de agricultura em estágio avançado. O efeito de interferência dessas áreas de agricultura é diminuído na figura 07 – E com um intervalo de representação menor, ressaltando a correspondência desses valores elevados com solos hidromórficos, tal classificação pode servir de fator de influência para a identificação e manchas desses tipos de solos, embora uma comparação complementar com o TWI sirva de fator de decisão na classificação dos diversos tipos de solos.

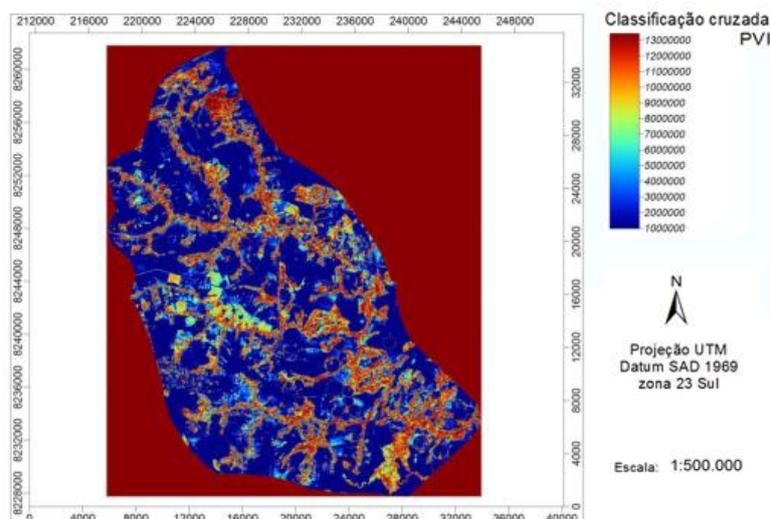


**Figura 6.** Comparação do mapa de classes de solos da Embrapa com o TWI gerado.



**Figura 7.** Comparação das classificações em clusters com o mapa de solos (Reatto, 2001).

**Figura 07** – **A** - Detalhe do Alto Jardim, Sobreposição evidenciando a classe dos Cambissolos: Ca11, Ca10, Ca3, Ca4, Ca5, Ca6, Ca7, Ca8, e Ca9. ; **B** - Detalhe do Alto Jardim, Tabulação cruzada com o mapa de solos da classificação em clusters do TWI ; **C** - Detalhe do Alto Jardim, Sobreposição evidenciando a classe dos Latossolos: LEd1, LEd2, LEd3, LEd4, LEd5, LEd6, LVa1, LVa2, LVa3, LVa4, LVa5, LVa6, LVa7, LVd1, LVd2, e LVd3. ; **D** - Detalhe do Alto Jardim, e sobreposição com transparência do mapa de classes de solos na tabulação cruzada com o mesmo mapa da classificação em clusters do PVI. ; **E** - Detalhe do Alto Jardim, tabulação cruzada com o mapa de solos da classificação em clusters do PVI. ; **F** - Detalhe do Alto Jardim, Sobreposição evidenciando a classe dos solos de caráter hidmórfico: A, HGHa, HGPa1, HGPa2, PTd1, PTd2, PVa1, e PVa2.



**Figura 8.** Tabulação cruzada da classificação em clusters do PVI com maior intervalo de representação.

De acordo com o observado no índice topográfico de umidade, os valores baixos (11 – 12,8) correspondem aos limites das classes dos cambissolos, tal distinção pode estar relacionado com a fitofisionomia de cerradão como o disposto por Balbino (2004) e ainda por Moreno (2008), que relaciona esta fitofisionomia e a de Mata Semi-decídua com solos de altitudes mais atenuadas em relação ao contexto do cerrado. Observou-se também que os valores maiores que 15 são correspondentes aos solos com drenagem deficiente como Glei Húmico e Podzólico Textural, tais limites são representados nitidamente por essa distribuição de intervalos de valores do TWI. Já na tabulação cruzada com base na classificação em clusters do TWI foi observada uma correspondência dos valores acima de 180 com os limites dos latossolos, e dos valores entre 120 e 150, com a mesma correspondência com os solos hidromórficos observada no índice sem o procedimento de classificação. A tabulação cruzada da classificação em clusters do PVI pôde ressaltar os limites dos solos hidromórficos próximos às linhas de drenagem, havendo uma certa interferência ocasionada pela resposta espectral das áreas irrigadas por pivôs. Tal análise é correspondente com o descrito por PRATES et. al 2012, que também observou a correlação de valores do índice topográfico de umidade com solos hidromórficos.

### 3. CONCLUSÕES

- 1 - As técnicas de análise digital de terreno e de processamento de imagens e dados vetoriais aqui empregadas com o objetivo de prever quantitativamente caracteres pedométricos, que estão relacionados à diversas variáveis concretamente mensuráveis a partir de técnicas de geoprocessamento, foram satisfatoriamente experimentadas, e encontraram correlações com observações de outros autores.
- 2 – A classificação em clusters do TWI se mostrou eficiente para encontrar os limites das classes dos Latossolos.
- 3 - O índice que melhor contribuiu para a discretização dos limites das classes de solos foi o TWI, sendo o índice de vegetação resultando em melhor distinção para a descrição de solos hidromórficos.
- 4 – O estudo aqui apresentado pode servir como subsídio para a produção de mais metodologias na realização de análises pedométricas digitalmente orientadas.

#### 4. AGRADECIMENTOS

Agradeço à concessão dos dados vetoriais pelo Instituto de Geociências da Universidade de Brasília. E a todos que colaboraram na execução deste trabalho.

#### Referências Bibliográficas

BALBINO, VANESSA KARLA, **Análise da separabilidade espectral entre cerradões e matas de galeria no DF** UnB GEA, mestre, gestão ambiental territorial -2004 dissertação de mestrado em geografia. 75p.

HOLANDA, A. S. S. e GUERRA, C. E. **Monitoramento da vegetação da região do eixo-forte no município de Santarém-PA utilizando imagens dos índices de vegetação NDVI e NDWI**. Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA Laboratório de Sensoriamento Remoto de Santarém –Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação Recife - PE, Julho de 2010 .

JUNIOR, A. F. C; SOUZA, V. V.;JÚNIOR, O. A. C; MARTINS E. S; SANTANA, O. A; FREITAS, L. F; GOMES, R. A. T; **Integração de Parâmetros Morfométricos e Imagem Aster Para a Delimitação das Fitofisionomias da Serra da Canastra**, PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA, MG - Revista Brasileira de Geomorfologia, v.11, n.1, p.57-68, 2010

MACHADO E. C;CAMARGO, M. B. P; PEREIRA, A. R.; FAHL, J. I. **Relações radiométricas de uma cultura de cana-de-açúcar.**, Instituto Agronômico (IAC), Campinas – SP. Seção de Climatologia Agrícola maio de 1984.

MENEZES, P. R., e NETO, J. S. M., **Sensoriamento remoto - Reflectância de alvos naturais**. Embrapa, 2000, editora UnB, 262p.

MOREIRA, MAURÍCIO A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**, 2º Ed. UFV – Universidade Federal de Viçosa, 2003

MORENO, M. I. C; SCHIAVINI, I; HARIDASAN, M; **Fatores Edáficos Influenciando na Estrutura de Fitofisionomias do Cerrado, Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 9, n. 25 Mar/2008 p. 173 - 194 Página 173

PRATES, Venina; SOUZA, Luiz C. de P.; OLIVEIRA JUNIOR, Jairo C. de. Índices para a representação da paisagem como apoio para levantamento pedológico em ambiente de geoprocessamento. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 16, n. 4, Apr. 2012 .

REATTO, A.; CORREIA, J. R.; SPERA, S. T.; CHAGAS, C. da S.; MARTINS, E. de S.; ANDAHUR, J. P.; GODOY, M. J. S.; ASSAD, M. L. C. L. 2000 **Levantamento semidetalhado dos solos da bacia Rio Jardim-DF escala 1:50.000**. Planaltina : Embrapa Cerrados, 2000. 63p. (Boletim de pesquisa / Embrapa Cerrados, ISSN 1518-0417; n.18)

RICHARDS, John A.; JIA, Xiuping. **Remote Sensing Digital Image Analysis, An Introduction**, 4ª Ed.Australia, 2005. 260p

TEIXEIRA, C. V. **Uso do sensoriamento remoto para delimitação de áreas inundáveis (várzea) na bacia amazônica**. Brasília. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 2008, 84 p. Dissertação de Mestrado.