

GEOTECNOLOGIAS PARA O MAPEAMENTO DIGITAL DE SOLOS: USOS E APLICAÇÕES

Évelen da Paixão Santana¹

¹Estudante de Bacharelado em Geografia, UFBA, Salvador – BA, evelenpaixao@yahoo.com.br

RESUMO: Este trabalho se propõe a apresentar uma revisão de metodologias empregadas para o mapeamento digital de solos em diferentes áreas de estudo localizadas no Brasil. Apesar dos distintos métodos, a principal base utilizada para os mapeamentos foi a análise dos fatores de formação dos solos do ambiente a ser mapeado, sobretudo o relevo a partir da criação de um modelo digital de terreno (MDT) ou empregando imagens obtidas por sensoriamento remoto (SR). Foi observado que os SIG são amplamente utilizados para a vetorização e interpolação de dados geoambientais, para a criação de modelos de terreno e aplicação de regras de classificação, que determinam a delimitação das unidades de mapeamento de solos.

PALAVRAS-CHAVE: pedologia, SIG, sensoriamento remoto.

INTRODUÇÃO: Segundo Mulder et al (2011), no mapeamento de solos, tradicionalmente a produção de imagens a partir do sensoriamento remoto (SR) tem sido usada para apoiar a segmentação da paisagem em unidades morfopedológicas mais homogêneas. Para Arruda, Demattê & Chagas (2013), o conhecimento sobre as propriedades e os atributos dos solos é de extrema importância para a adoção de práticas adequadas de manejo, auxílio na prevenção da erosão, contaminação do lençol freático, entre outros. Logo, auxilia na definição de estratégias de gestão e planejamento do meio, seja urbano, rural ou natural.

Diversos métodos são utilizados para inferir sobre classes de solo e, graças ao avanço tecnológico, os SIGs se tornaram ferramentas importantes para manipular e cruzar informações do meio físico (sobretudo relevo e geologia) que servem como base para a interpretação da superfície terrestre e, posteriormente, para a espacialização das classes de solo mapeadas e tomada de decisões acerca da gestão do local (Arruda, Demattê & Chagas, op. cit.).

O presente trabalho tem o objetivo de revisar as metodologias utilizadas em estudos de casos realizados no Brasil, entretanto, como suporte teórico para o desenvolvimento da pesquisa, também foram consultadas demais produções teóricas e conceituais.

MATERIAL E MÉTODOS: Foi realizado um levantamento bibliográfico, incluindo artigos, dissertações, teses e manuais técnicos, para obtenção de informações relevantes relacionadas ao tema dessa pesquisa. A seleção das obras também foi orientada para agregar diferentes metodologias de mapeamento de solos com o subsídio de geotecnologias para, assim, apresentar mais diversidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES: Para MacMillan (2008 apud SILVA, 2012) o processo de mapeamento digital de solos envolve, basicamente, seis passos. O primeiro passo consiste em definir o objetivo do mapeamento, como inferir classes de solos, por exemplo; o segundo é obter dados relevantes para se alcançar o objetivo definido, como informações acerca das características morfológicas do local pelo modelo digital de terreno (MDT), imagens de sensoriamento remoto e mapas; o terceiro passo envolve o desenvolvimento de equações para predizer propriedades dos solos ou de regras de classificação; o quarto consiste em aplicar as equações ou regras; o quinto passo corresponde à avaliação da acurácia da inferência, comparando-se o resultado com dados de referência coletados em pontos de observação; e o sexto e último passo é a geração do mapa final. Caso o resultado não for válido, verificado no quinto passo, deve-se retornar às etapas anteriores para revisão e adequação.

Na Figura 1 estão representados os planos de informações (PIs) utilizados no mapeamento digital de solos realizado por Alves (2008). Observa-se que os dados geoambientais, como aqueles obtidos pelo comportamento espectral dos alvos considerados, são um dos pontos de partida para a delimitação das unidades de mapeamento e a classificação do tipo supervisionada.

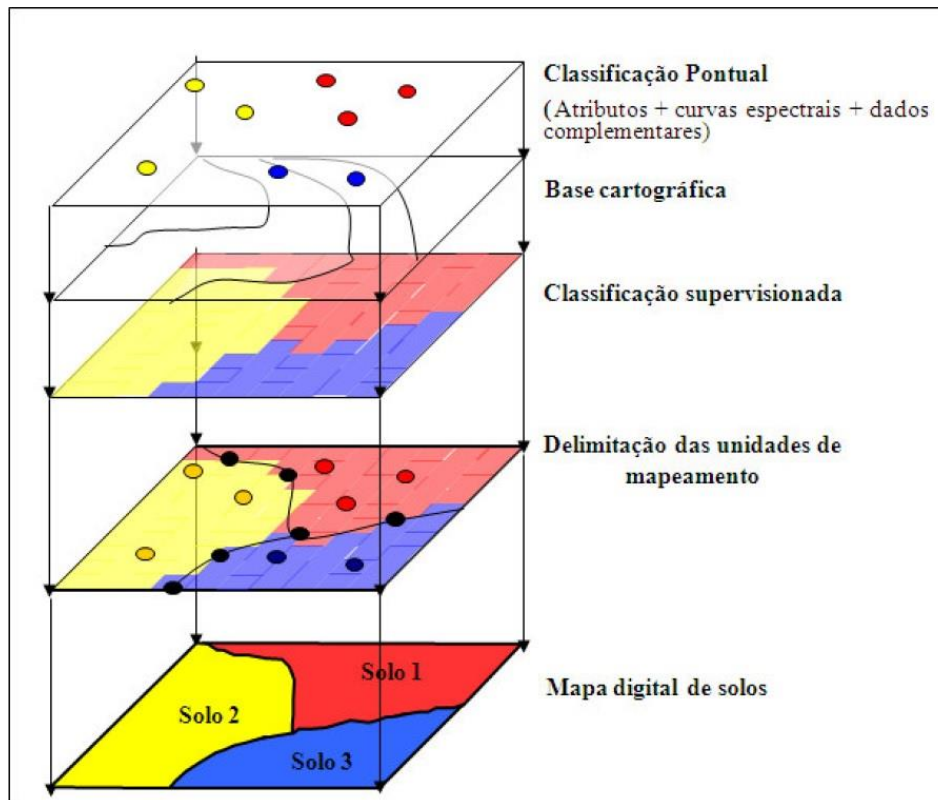


Figura 1: Disposição das camadas de informações comumente utilizadas em mapas digitais de solos. Fonte: ALVES, 2008.

Mapeamento de solos a partir de cartas topográficas

Reis et al, (2004) estudaram a relação entre alguns fatores físicos e o levantamento dos solos do município de Bandeirantes (PR) para estabelecer os seus potenciais de uso, tendo como um dos produtos finais a produção de cartas de solo. A necessidade de fazer esta análise surgiu da compreensão de que o conhecimento sobre o recurso solo é fundamental para utilizá-lo de modo mais racional. Os autores ainda afirmam que as técnicas de geoprocessamento “tornam disponíveis procedimentos que permitem a investigação detalhada de relacionamentos entre as entidades do meio ambiente” (Reis et al, op. cit., p. 1).

As etapas que constituíram a produção da carta de solos foram: a digitalização de um mapa de solos na escala 1:300.000, via scanner de mesa, para o *software* SPRING; a delimitação de polígonos das classes de solos; a digitalização de cartas topográficas; e a geração de um MDT. Posteriormente, foram gerados perfis topográficos das principais unidades de mapeamento de solo com o intuito de relacionar as classes de declive com as prováveis inclusões de manchas de solos. A justificativa para esse procedimento é que a distribuição dos solos na paisagem obedece a uma tendência em topossequência. Como exemplo é o Latossolo, que os autores perceberam que ocupa áreas mais elevadas, onde o relevo é suave ondulado, enquanto que o Nitossolo está presente nas meias-encostas e sopés das elevações, em relevo ondulado.

Sobre a escala das bases cartográficas e abrangências das classes de solo, notou-se que quando a escala da base cartográfica para obtenção das classes de declive é maior que aquela referente ao mapa de solos, a análise do relevo nos transectos e a tabulação cruzada dos PIs permitiram inferir a posição destas manchas. A tabulação cruzada refere-se à relação entre o relevo e a distribuição de solos, além de permitir calcular as áreas das intersecções entre os dois PIs temáticos.

Mapeamento de solos por inferência fuzzy

Em estudo realizado por Nolasco-Carvalho et al (2009), foi realizado um mapeamento de solos a partir da inferência *fuzzy*, uma técnica que atribui pesos às possibilidades de ocorrência das classes de solo, para gerar um mapa digital em uma área da região de Mucugê (BA). Para tanto, foram

delimitadas unidades a partir de fotointerpretação e da sobreposição de dados geoambientais (geologia e relevo) utilizando SIG. As informações de relevo, geradas a partir de um MDT, forneceram dados sobre declividade e de altitude. Em seguida, foram realizadas investigações de campo por um pedólogo que analisou as relações entre os solos e as diferentes feições da paisagem. Para cada unidade de solo predefinida foram criadas tabelas com as informações dos fatores de formação de solo envolvidos (altitude, declividade, geologia e vegetação) e lhes foram atribuído valores que variam de 0 a 1. Estes valores, definidos pelo conhecimento do pedólogo, constituem o peso, ou grau de importância, no controle de definição da classe de solo. Ao tomar como exemplo um Latossolo, a inferência *fuzzy* seria aplicada da seguinte maneira: se observará a possibilidade de ocorrer esta classe em um local (um *pixel* ou um polígono) que tiver os valores $\mu_A = 0,50$, $\mu_B = 0,90$ e $\mu_C = 0,30$ (respectivamente para os fatores geologia, vegetação e declividade). Por fim, em todos os locais em que os três mapas combinados apresentavam valores similares, se consideraria localidades prováveis para a ocorrência de Latossolos.

Mapeamento de solos por inferência a partir de folhas de áreas adjacentes

Silva (2012) inferiu sobre as classes de solos de uma área (folha Botucatu) a partir dos mapeamentos pedológicos disponíveis de duas folhas de áreas adjacentes, além de utilizar informações da geologia e relevo das três localidades. Como as três áreas apresentaram muitas semelhanças geológicas e geomorfológicas, se concluiu que as classes de solos presentes em Botucatu seriam similares às das folhas adjacentes. Para obter informações do relevo foram utilizados dados de hipsografia e elaboração de um MDT, que deram origem a informações acerca da declividade, curvaturas em perfil e em planta, distância diagonal e direção de fluxo.

Em seguida foram geradas tabelas, a partir do *software* Weka 3.5.6, que continham os parâmetros descritores das variáveis de relevo, formação geológica e os solos, que deram origem a cinco protocolos metodológicos visando seu uso na folha Botucatu. O passo seguinte correspondeu a uma subamostragem aleatória de 50% dos dados das folhas adjacentes, que foram unidos gerando um único banco de dados contendo informações das duas. Para a geração do mapa digital de solos, as regras foram divididas por unidade de mapeamento e posteriormente adaptadas ao formato requerido pelo *software* Ilwis por meio da lógica Boleana, criando-se um mapa para cada unidade de mapeamento. Em seguida houve a sobreposição dos mapas de unidades de mapeamento e a obtenção do mapa final de solos da folha Botucatu.

Melhoria de mapeamento de solos previamente realizado

Menezes et al (2010) teve como objetivo principal produzir um mapa pedológico preliminar na escala de semi-detulhe de uma área localizada na Bacia do Rio Natuba (PE), pois, por se tratar de uma área pouco extensa “as informações contidas numa escala de análise devem ser mais detalhadas para abarcar o maior número possível de dados contidos nesse espaço” (MENEZES et al, op. cit., p.158). Para tanto, os autores ampliaram a quantidade de informações em relação aos estudos realizados anteriormente, melhorando a qualidade.

As bases utilizadas foram: um mapeamento tipo exploratório-reconhecimento realizado na escala 1:600.000 qual representava a distribuição geográfica solos e descrição das características físicas, químicas e mineralógicas; o outro, do tipo de reconhecimento, na escala 1:100.000 representava a relação do solo com a paisagem e indicava as restrições agrícolas.

Para conseguir representar a heterogeneidade dos tipos de solos que ocorrem numa área de 39 km², antes do trabalho de campo foi realizada a ampliação do detalhamento das informações do mapeamento de solos da escala 1:100.000 para a escala 1:25.000, utilizando SIG. A metodologia posterior consistiu na escolha das áreas com os solos mais representativos, seguida pela descrição de três perfis de solos e coleta das amostras, conforme proposta da Embrapa e, na etapa final, utilizando como base as curvas de nível de uma carta topográfica, foram vetorizados os polígonos referentes às unidades de mapeamento de solo mais representativas na área da bacia utilizando o *software* ArcGIS, resultando em um mapa pedológico preliminar.

CONCLUSÕES: Nos diferentes trabalhos de mapeamento digital de solos analisados, foi observado que os Sistemas de Informação Geográfica se revelaram como importantes ferramentas para a manipulação e cruzamento das informações que servem como subsídios para o mapeamento de solos,

predominando dados topográficos, imagens de SR e mapas da geologia. Foi observado que alguns produtos obtidos, como o MDT, servem também como apoio para o planejamento e execução dos trabalhos de campo, onde podem ser colhidas amostras de solo para validar a delimitação das unidades de mapeamento.

Conforme foi observado por Sarmento et al (2014), a escala costuma ser determinada em função dos objetivos do levantamento e do material usado como base para delimitar as unidades de mapeamento, todavia, o mapeamento pedológico tem o principal desafio de representar a variação tridimensional dos solos na paisagem para a variação bidimensional que delimita as áreas de ocorrência das classes. Outra dificuldade está na uniformidade do processo de mapeamento, evitando a criação de polígonos com dimensão inferior à área mínima mapeável ou muito generalizada, sobretudo quando se trata de mapas de solos convencionais. Entretanto, apesar do geoprocessamento tornar a análise espacial dos solos mais ágil e mais econômica, não significa, necessariamente, que as visitas de campo ou análises laboratoriais sejam dispensáveis. É extremamente recomendado que os estudos também envolvam trabalho de campo e a presença de um especialista em solos para a validação do mapeamento.

REFERÊNCIAS:

- ALVES, Marcelo Rodrigo. **Múltiplas técnicas no mapeamento digital de solo**. Tese (Doutorado em Agronomia). Piracicaba: ESALQ/USP, 2008.
- ARRUDA, Gustavo Pais de; DEMATTÊ, José Alexandre M.; CHAGAS, César da Silva. Mapeamento digital de solos por redes neurais artificiais com base na relação solo-paisagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 2, 2013.
- MENEZES, Jéssica Bezerra, et al. Melhoria do mapeamento de solos da escala 1:100.000 para 1:25.000 com base em estudos morfológicos na bacia do rio Natuba – PE. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 3, 2010.
- MULDER, V. L, et al. The use of remote sensing in soil and terrain mapping – a review. **Geoderma**, n. 162, 2011.
- NOLASCO-CARVALHO, Claudia C; FRANCA-ROCHA, Washington; UCHA, José M. Mapa digital de solos: Uma proposta metodológica usando inferência *fuzzy*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.1, p.46–55, 2009.
- REIS, Teresinha E. da Silveira, et al. Utilização de sistema de informações geográficas para obtenção das cartas de solo e de declividade do município de Bandeirantes-PR. **Revista do Departamento e Geociências da Universidade Estadual de Londrina**, v. 13, n. 1, p. 5- 19, 2004.
- SARMENTO, Eliana Casto, et al. Caracterização de mapas legados de solos: uso de indicadores em mapas com diferentes escalas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 6, p. 1672- 1673, 2014.
- SILVA, Cristiano Cassiano. **Mapeamento digital de classes de solo: aplicação de metodologia na folha Botucatu (SF-22-Z-B-IV-3) e validação de campo**. Dissertação (Gestão em Recursos Agroambientais) – IAC, 2012.