

GEOINFORMAÇÃO NA CAFEICULTURA DE MINAS GERAIS: MAPAS DIGITAIS, I3GEO, WEB MAPPING E INTERNET¹

Helena Maria Ramos Alves²; Margarete Marin Lordelo Volpato³; Tatiana Grossi Chquiloff Vieira⁴; Miler Grudtner Boell⁵; Vanessa Cristina Oliveira de Souza⁶; Claudio Henrique Mesquita Júnior⁷

¹Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café

²Pesquisadora, DSc, Embrapa Café, Brasília - DF, helena.alves@embrapa.br

³Pesquisadora, DSc, EPAMIG, Lavras - MG, margarete@epamig.ufla.br

⁴Bolsista Consórcio Pesquisa Café, MS, Lavras – MG, tatianagcvieira@gmail.com

⁵Mestrando Engenharia Agrícola UFLA, Lavras – MG, milergrudtner@gmail.com

⁶Professora Adjunta, MS, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá - MG, vanessa.vcos@gmail.com

⁷Estudante de computação UFLA, Lavras - MG, claudio.ufla@gmail.com

RESUMO: O objetivo principal desse trabalho é o de apresentar os resultados do projeto intitulado “Geotecnologias na integração, espacialização, análise e visualização de dados de pesquisa da cafeicultura mineira”. Esse projeto teve como objetivo principal integrar dados de pesquisa da cafeicultura mineira em um único banco de dados geográfico, visando a gestão da informação e a produção de novos conhecimentos por meio da análise espacial dessa base integrada e disponibiliza-los na internet. As informações foram disponibilizadas na internet por meio do site www.epamig.ufla.br/geosolos. O banco de dados está disponível para consultas textuais e espaciais por meio do *web mapping* i3Geo. O principal impacto desse projeto foi o de prover um ambiente integrado de consulta, que permite à cadeia produtiva do café, acessar dados, mapas e informações sobre a cafeicultura mineira e sua relação com o ambiente de uma forma inovadora.

PALAVRAS CHAVE: geoprocessamento, banco de dados geográfico, *web mapping*, cafeicultura.

GEOINFORMATION IN THE DOMAIN OF COFFEE PRODUCTION OF MINAS GERAIS: DIGITAL MAPS, I3GEO, WEB MAPPING AND INTERNET

ABSTRACT: This work presents the results achieved in a research project entitled “*Geotecnologias na integração, espacialização, análise e visualização de dados de pesquisa da cafeicultura mineira*”. The aim of the project was to integrate data on coffee production in Minas Gerais state into a single geographic database in order to manage information and promote knowledge through its spatial analysis and divulging of this information online. The data were published in the website www.epamig.ufla.br/geosolos. The database is available for textual and spatial consulting through web mapping i3Geo. The project’s main impact was to provide an integrated consulting environment that allows the different sectors of coffee productive chain to access data, maps and information relating to coffee production and its relations to the environment in an innovative way.

KEYWORDS: geoprocessing, geographic database, *web mapping*, coffee production.

INTRODUÇÃO

A gestão da informação e do conhecimento transformou-se em um recurso valioso para a sociedade e, conseqüentemente, para a agricultura. A implementação de sistemas que organizem e sistematizem a informação como os sistemas de informação geográfica (SIG) torna-se cada vez mais importante tanto para o setor público quanto para o privado. Os SIGs são eficientes ferramentas computacionais integradoras, capazes de manipular diferentes tipos e formatos de informação, que proporcionam um conjunto de operações de análise bastante poderoso. Eles realizam análises complexas, ao integrar e manipular dados alfanuméricos com dados geográficos, por meio de um banco de dados georreferenciados, provendo uma base consistente para análises e consultas espaciais (Casanova et al., 2005). Bancos de dados geográficos (BDG) diferem dos convencionais por armazenarem, além dos dados alfanuméricos, dados sobre a localização geográfica das entidades. Com o SIG e o BDG é possível cruzar informações, obter dados isolados, interpretar dados de ordem física, política e socioeconômica de uma forma muito mais simplificada do que através de mapas independentes (Casanova et al., 2005). Este trabalho teve como objetivo integrar resultados de pesquisas sobre a cafeicultura mineira, financiados principalmente pelo Consorcio Pesquisa Café, numa única base de dados, facilmente acessível por toda cadeia produtiva do café. Partiu-se hipótese que as geotecnologias, compreendendo as técnicas de geoprocessamento, sensoriamento remoto, sistema de informação geográfica, banco de dados geográficos e *web mapping* possibilitariam, de maneira mais eficiente, a integração, visualização, análise e disponibilização de dados da cafeicultura mineira (Souza et al., 2005; Vieira et al., 2013).

MATERIAL E MÉTODOS

Geograficamente o projeto abrange todo estado de Minas Gerais, mas foram selecionadas como áreas de estudo as regiões cafeeiras de São Sebastião do Paraíso, Machado, Três Pontas e a região da Serra da Mantiqueira de Minas, onde existem pesquisas sendo desenvolvidas, com resultados de monitoramentos, caracterizações ambientais e climáticas e mapeamentos do uso da terra.

Para a criação do sistema de informações da cafeicultura mineira foram realizadas as seguintes etapas:

- Modelagem do banco de dados utilizando o OMT-G;
- Estabelecimento da padronização e sistematização de entrada de dados georreferenciados no SIG;
- Desenvolvimento de uma base de metadados para a descrição dos mapas e de informações textuais sobre a cafeicultura;
- Migração de dados e planilhas, mapas básicos e temáticos digitais utilizando o SIG;
- Desenvolvimento da interface entre o BDG e o SIG;
- Disponibilização das informações na internet.

A Figura 1 abaixo mostra o fluxograma seguido no desenvolvimento do trabalho.

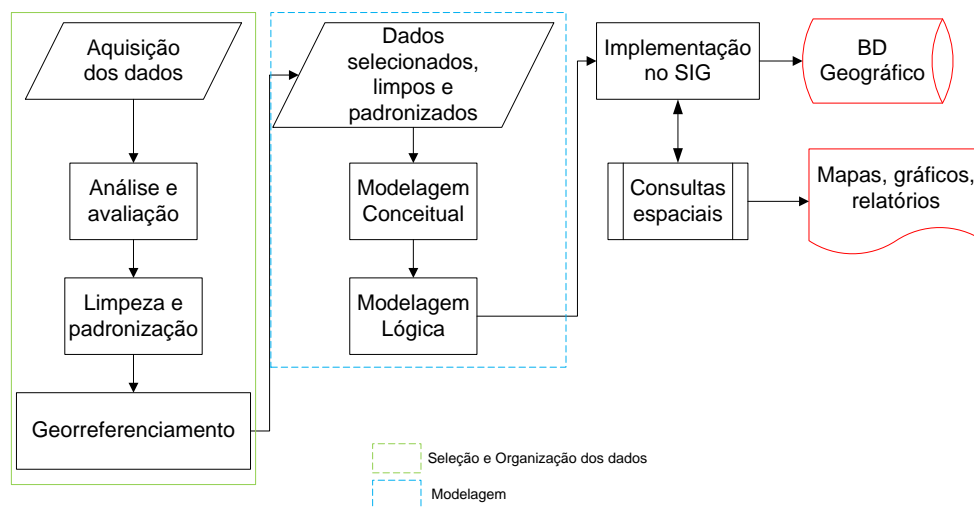


Figura 1: Fluxograma de atividades para criação do BDG.

Para que os dados de pesquisa da cafeicultura pudessem ser disponibilizados, num primeiro momento o banco de dados geográfico foi modelado. O modelo de dados empregado para a montagem do BDG foi o OMT-G - *Object Modeling Technique for Geographic Applications* (Borges, 1997). Esse modelo foi utilizado para organizar a geometria e topologia dos dados espaciais, processos e transformações necessárias para derivação da informação e relacionamentos entre as entidades espaciais e não-espaciais no banco de dados. Esta parte do trabalho pode ser consultado com mais detalhes em Andrade et al. (2013). Foi criado também um banco de metadados para melhor organização do BDG. O trabalho sobre banco de metadados do BDG da cafeicultura pode ser consultado em Leme et al. (2013). Posteriormente à criação do modelo de dados OMT-G, fez-se a seleção e organização dos dados. Essa etapa foi composta por quatro atividades: aquisição dos dados, análise e avaliação, limpeza e padronização e georreferenciamento. O objetivo dessa etapa foi selecionar os dados que comporiam a base de dados, garantir sua qualidade e importância no contexto da cafeicultura mineira. Para a disponibilização dos mapas foi definido a tecnologia do *web mapping*, também conhecida como *WebGis*, com a utilização do servidor de mapas i3Geo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Define-se o termo banco de dados como uma coleção logicamente coerente de dados com determinado sentido, cuja finalidade é o armazenamento organizado dessas informações, visando à otimização dos sistemas, facilitando a entrada, alterações, processamentos e consultas de dados. Um banco de dados representa algum aspecto do mundo real e é projetado, construído e populado com dados para uma finalidade específica. O banco é manipulado por um sistema de software de uso geral chamado sistema gerenciador de banco de dados (Fanderuff, 2003; Elmasri & Navathe, 2011). O diferencial dos bancos de dados geográficos está no tipo de dado tratado por esses bancos. Dado espacial ou geográfico é um termo usado para representar fenômenos do mundo real através de duas componentes: sua localização geográfica e seus atributos descritivos. A localização geográfica é representada por coordenadas em um sistema de coordenadas específico, onde uma coordenada é um número que representa uma posição relativa a um ponto de referência (Ferreira,

2003). A vantagem de se utilizar um banco de dados geográfico em relação ao comum é a possibilidade de se espacializar os dados, tornando mais fácil a leitura e a interpretação dos mesmos, porque, em conjunto com o SIG, ele amplia a capacidade de visualização, o que proporciona um entendimento abrangente do tema estudado. O primeiro passo para implementar um banco de dados geográfico é definir qual o objetivo do banco. Posteriormente, é necessário modelar esse sistema, integrar os dados no banco e por fim, realizar as análises desejadas.

A modelagem de dados refere-se ao processo de criar um modelo de dados específico para um determinado problema de domínio. Um modelo de dados é uma representação relativamente simples, normalmente gráfica, de estruturas de dados reais mais complexas. Sua principal função é auxiliar na compreensão das complexidades do ambiente real. No ambiente de bancos de dados, um modelo representa estruturas de dados e suas características, relações, transformações e outros elementos que tenham a finalidade de dar suporte ao problema específico de um domínio (Rob & Coronel, 2011; Casanova et al., 2005). Neste trabalho, o modelo de dados empregado para a montagem do BDG foi o OMT-G (Borges, 1997). Esse modelo foi utilizado para organizar a geometria e topologia dos dados espaciais, processos e transformações necessárias para derivação da informação e relacionamentos entre as entidades espaciais e não-espaciais no banco de dados. A modelagem permite determinar o modelo mais adequado para representação de cada dado, para integrá-los livre de conflitos e prever as possíveis dificuldades para a geração dos produtos cartográficos e para executar as consultas necessárias (Andrade et al., 2013).

Para melhor organização do BDG é preciso criar também um banco de metadados. O conceito metadado é considerado como sendo "dados sobre dados", isto é, os dados sobre os sistemas que operam com estes dados. Entre outras coisas, um repositório de metadados bem construído deve conter informações sobre a origem dos dados, regras de transformação, nomes, formatos de dados, etc. Ou seja, esse "dicionário" deve conter muito mais do que as descrições de colunas e tabelas. Deve conter informações que adicionem valor aos dados (Leme et al., 2013).

Posteriormente à criação do modelo de dados OMT-G do projeto, fez-se a seleção e organização dos dados. Essa etapa foi composta por quatro atividades: aquisição dos dados, análise e avaliação, limpeza e padronização e georreferenciamento. O objetivo dessa etapa foi selecionar os dados que comporiam a base de dados, garantir sua qualidade e importância no contexto da cafeicultura mineira. Na atividade de aquisição dos dados, os resultados obtidos nas pesquisas em café da EPAMIG vinculadas ao CBP&D/Café foram coletados. Alguns dados estavam em formato digital (planilhas eletrônicas), outros em formato analógico (planilhas e relatórios técnicos em papel). Além desses, dados de outros órgãos públicos, produzidos por outros setores e dados cartográficos também foram adquiridos, como dados meteorológicos e produtos de sensoriamento remoto, tais como índices de vegetação e imagens de satélite. A atividade de análise e avaliação dos dados foi talvez a mais complexa dessa etapa. Foi necessário entender a semântica dos resultados obtidos, a fim de decidir sobre a permanência ou não daqueles dados no banco de dados. Isso porque nem todo conhecimento gerado, recuperado ou desenvolvido pelos projetos de pesquisa poderia ser armazenado. Foi necessário decidir também a implicação de deixar de fora do banco, dados que estivessem em formato analógico e dados que não estavam georreferenciados. Foi necessário haver uma interação entre a equipe do projeto e os pesquisadores do programa envolvidos nos processos, para que essa análise fosse completa. No fim, dados analógicos e não georreferenciados considerados importantes foram mantidos. Os dados analógicos foram digitalizados.

Definidos os dados que estariam no banco, esses passaram por um processo de limpeza e padronização. A limpeza visou retirar dados incompletos ou com valores anormais, frutos de anotações/digitações errôneas. A padronização visou criar padrões para tudo que era comum entre as diversas áreas de pesquisa. Foram padronizadas as formas de se referir às fazendas experimentais, às doenças e pragas do cafeeiro, às cultivares, variáveis climáticas e ambientais, tipos de solos e demais variáveis encontradas. Na atividade de georreferenciamento, campanhas de campo foram realizadas para georreferenciar aqueles dados que necessitavam e também para conferir alguns pontos que apresentaram problemas.

As categorias foram sendo criadas de acordo com o OMT-G. Como a maioria dos dados eram dados pontuais (geometria em formato de ponto) e estavam georreferenciados, porém em planilhas eletrônicas, na importação desses para o SPRING (INPE, 2005) foi utilizado como um recurso adicional o software TerraView (INPE, 2012). Esse software possui uma interface para entrada de dados geográficos chamada 'importar tabela de pontos', onde os dados podem ser importados a partir de arquivos no formato CSV (Valores Separados por Vírgula). Os dados foram exportados nesse formato da planilha eletrônica, importados no TerraView (INPE, 2012), exportados daí em *shapefile* e importados no SPRING (INPE, 2005) como cadastrais.

As bases não cartográficas associadas conceitualmente a geometrias diferentes de pontos tiveram sua base cartográfica criada e, posteriormente, foram associadas informações não-espaciais a tal base. As bases cartográficas em formato CAD tiveram seus dados vetoriais exportados em formato DXF e foram importadas automaticamente. As demais bases cartográficas foram exportadas de suas bases atuais em formato *shapefile* e *geotiff* e importadas para o sistema. Ao inserir no SIG, o BDG é populado. Ao final desse processo, as informações contidas no banco de dados podem ser consultadas e analisadas via SIG, que também fornece meios para a exportação de mapas e tabelas.

Para a disponibilização dos mapas foi definido a tecnologia *web mapping*, também conhecida como *WebGis*, com a utilização do servidor de mapas i3Geo. Existem diversos softwares, tanto de origem proprietária como de código fonte aberto que podem ser utilizados para o desenvolvimento de uma aplicação *web mapping*. O i3Geo é uma *software* livre baseado no *mapserver*, que utiliza plataformas *web* para a visualização de mapas na Internet. O foco principal é a disponibilização de dados geográficos e um conjunto de ferramentas de navegação, geração de análises,

compartilhamento e geração de mapas. O software i3geo foi desenvolvido por brasileiros e licenciado sob GPL, podendo ser utilizado e incorporado por qualquer instituição interessada, sem custos. Em termos simples consiste na publicação, na internet, de mapas interativos. (Mesquita Junior et al., 2013).

Ao final do ano de 2014, o banco de dados integrado da cafeicultura de Minas Gerais ficou disponibilizado na internet para consultas textuais e espaciais. O acesso ao site está disponível no link <http://epamig.ufla.br/geosolos/>. A página principal do site GeoSolos está organizada em seis partes, ou seja, na barra horizontal superior veem-se seis hiperlinks:

Início: introdução à respeito do laboratório de geoprocessamento, GeoSolos;

GeoSolos: acesso à equipe, com fotos e currículo Lattes de todos e bolsistas integrantes do laboratório e “Contatos”, onde oferecemos um canal de comunicação para o envio de dúvidas e críticas que serão importantes para o aperfeiçoamento do sistema;

Mapeamento: áreas-piloto mapeadas, principais regiões produtoras de café em Minas Gerais com seus respectivos mapas;

Web Mapping: mapas do BDG no i3Geo;

Projetos: resumo dos projetos financiados, concluídos e ainda em andamento, com resultados e publicações;

Publicações: todas as publicações da equipe e parceiros, artigos, teses, dissertações e outros do período 1998 a 2014.

CONCLUSÃO

O principal impacto desse trabalho foi o de disponibilizar, na internet, um banco de dados sobre a cafeicultura de Minas Gerais, provendo um ambiente organizado e integrado de consulta onde a cadeia produtiva do café pode acessar dados, informações, conhecimentos e indicadores da cafeicultura e sua relação com o ambiente. O site pode ser consultado no endereço www.epamig.ufla.br/geosolos. Os recursos de modelagem de banco de dados geográficos implantados neste trabalho são de fundamental importância para correta concepção e documentação de aplicações geográficas. A aproximação entre o modelo mental do usuário e o modelo de implantação passa a se dar com maior clareza. A utilização do modelo de dados OMT-G para modelar o banco de dados geográfico da cafeicultura de Minas Gerais possibilitou integrar o conhecimento científico e tecnológico gerados pelo Programa de Pesquisa em Cafés da EPAMIG. Espera-se que esta base integrada em um SIG permita uma melhor gestão da informação, fornecendo os subsídios necessários para gerar novos conhecimentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Consórcio Pesquisa Café pelos recursos financeiros para o desenvolvimento do projeto e bolsas e também ao apoio da Embrapa Café, da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), CAPES, CNPq.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, L. N.; VIEIRA, T. G. C.; VOLPATO, M. M. L.; SOUZA, V. C. O.; SOUZA, C. G.; ALVES, H. M. R. Modelagem, estruturação e implantação de um banco de dados geográfico de dados de pesquisa da cafeicultura mineira. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16., Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos:INPE, 2013, p.6002-6009.
- BORGES, K. A. V. Modelagem de dados geográficos: uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas. 1997. 128p. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra), Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1997.
- CASANOVA, M.; DAVIS, J. R. C.; VINHAS, L.; QUEIROZ, G. R. E.; CÂMARA, G. **Banco de dados Geográfico**. São Paulo: Editora MundoGeo, 2005. 506 p.
- ELMASRI, R.; NAVATHE, S. B. **Sistemas de banco de dados**. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2011. ISBN 978-85-7936-085-5.
- FANDERUFF, D. **Dominando o Oracle 9i: Modelagem e Desenvolvimento**. São Paulo: Pearson, 2003. ISBN 85-346-1513-6.
- FERREIRA, K. R. Interface para operações espaciais em banco de dados geográficos. 2003. 83 Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos/SP.
- INPE. Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas. SPRING Versão 4.3. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: São José dos Campos, 2005.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Software* TerraView. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php>. Acesso em 16 de novembro de 2012.
- LEME, D. S.; BOELL, M. G.; VIEIRA, T. G. C.; VOLPATO, M. M. L.; ALVES, H. M. R. Banco de dados geográfico sobre a cafeicultura mineira: organização lógica e inserção de dados. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013. Salvador. **Anais...** Brasília:Embrapa Café, 2013.
- MESQUITA JÚNIOR, C. H.; VOLPATO, M. M. L.; ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C.; LEME, D. S.; BOELL, M. G. Processo de desenvolvimento de um site utilizando web mapping para o laboratório de Geoprocessamento - Geosolos. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 8., 2013. Salvador. **Anais...** Brasília:Embrapa Café, 2013.

ROB, P.; CORONEL, C. Sistemas de banco de dados - projeto, implementação e administração. 8. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 711 ISBN 85-221-0786-5.

SOUZA, V. C. O.; VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R. Uso do sistema de informação geográfica para a implementação de um banco de dados da cafeicultura mineira e sua divulgação via WEB. Acesso: <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/smsi/2005/004.pdf>.

VIEIRA, T. G. C.; SOUZA, V. C. O.; VOLPATO, M. M. L.; ANDRADE, L. N.; ALVES, H. M. R.; SOUZA, C. G. Sistema de informação geográfica na integração do conhecimento científico e tecnológico da cafeicultura em Minas Gerais. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16., Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos:INPE, 2013, p.688-695.