

## **Modelagem, estruturação e implantação de um banco de dados geográfico de dados de pesquisa da cafeicultura mineira**

Lívia Naiara de Andrade<sup>1</sup>  
Tatiana Grossi Chiquloff Vieira<sup>2</sup>  
Margarete Marin Lordelo Volpato<sup>2</sup>  
Vanessa Cristina Oliveira de Souza<sup>3</sup>  
Carolina Gusmão Souza<sup>1</sup>  
Helena Maria Ramos Alves<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras - UFLA  
Caixa Postal 3037 - 37200-000 - Lavras - MG, Brasil  
{livia.naiara.andrade, carolinagusmaosouza}@gmail.com

<sup>2</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG/CTSM  
Caixa Postal 76 - 37200-000 - Lavras - MG, Brasil  
{tatiana, margarete}@epamig.ufla.br

<sup>3</sup>Universidade Federal de Itajubá - Departamento de Matemática e Computação  
Caixa Postal 50 - 37500-903 - Itajubá - MG , Brasil  
vanessa.vcos@gmail.com

<sup>4</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA/CAFÉ  
Caixa Postal 4315 – 70770-901 – Brasília – DF, Brasil  
helena@embrapa.br

**Abstract.** Over the last years, researchers linked the coffee production have generated a huge amount of data and scientific and technological information about the coffee in various fields of knowledge. Despite the importance of such data information are isolated, since each area of knowledge form your own database. These individualized bases which allow only partial and fragmentary visions of the coffee and limit the types of analysis that can be used. Another relevant issue is that the available information usually inaccessible to managers and their use is hampered by the complexity of the technologies and conceptual incompatibilities or geographical different sources. The objective of this study was to use the data model OMT-G as a tool for structuring, modeling and implementation of a geographic database that integrates information from the last twelve years of research on coffee growing mining, generated by researchers from the Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Epamig as well as the necessary cartographic databases. The integration of data and all processing required were made using the Georeferenced Information Processing System (SPRING). As a result it was possible to determine models for representation of each data, integrate them conflict-free and perform the queries needed for the generation of cartographic products. The models obtained are available in Vertical Portal GeoSolos - <http://www.epamig.br/geosolos>.

Palavras-chave: data model OMT-G, coffee, geotechnology, modelo de dados OMT-G, cafeicultura, geotecnologia.

### **1. Introdução**

Ao longo dos últimos doze anos, pesquisadores vinculados ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa Cafeeira (CBP&D/Café) têm gerado uma enorme quantidade de dados e informações científicas e tecnológicas sobre a cafeicultura mineira em diversas áreas do conhecimento.

Apesar da importância desses dados e informações para a cafeicultura mineira, os mesmos encontram-se isolados, visto que cada área do conhecimento forma sua própria base de dados. Essas bases individualizadas permitem apenas visões parciais e fragmentadas da cafeicultura e limitam os tipos de análise em que podem ser utilizadas. Outra questão

relevante é que as informações disponíveis normalmente não são de fácil acesso aos gestores e sua utilização é dificultada pela complexidade das tecnologias e por incompatibilidades conceituais ou geográficas das diferentes fontes.

Este trabalho está inserido dentro de um projeto que pretende integrar e organizar os resultados das pesquisas em cafeicultura mineira dos últimos dez anos e os dados secundários, numa única base de dados, facilmente acessível por toda cadeia produtiva do café. Acredita-se que as geotecnologias caracterizam-se como ferramentas eficientes para integrar, visualizar e disponibilizar os dados da cafeicultura mineira. A vantagem da utilização de banco de dados geográfico em relação ao comum é a possibilidade de se espacializar os dados, potencializando o entendimento abrangente da cafeicultura mineira. Essa base integrada em um SIG oferecerá uma visão abrangente desses resultados, subsidiando os programas de pesquisa, certificação, rastreabilidade, indicação geográfica e sustentabilidade da cafeicultura do Estado.

Os dados oriundos do sensoriamento remoto, assim como os dados de outras fontes, em seus diferentes formatos e escalas, devem ser analisados antes da implementação do banco de dados geográfico. Para tanto, utiliza-se um modelo de dados conceitual, em que a descrição dos possíveis conteúdos dos dados, além de estruturas e de regras a eles aplicáveis, é modelada. Isto permite a organização e manipulação de todas as informações relevantes, como a geometria, localização espacial, tipo de informação associada, características temporais e as operações e transformações a que os dados serão submetidos (Davis Jr. e Laender, 2000).

O Object Modeling Technique for Geographic Applications (OMT-G) é um modelo de dados conceitual, desenvolvido por Borges (1997), que se baseia no diagrama de classe Object Modeling Technique (OMT). Esse modelo de dados permite que cada objeto seja representado e apresentado adequadamente, além de incorporar suas características geométricas. A modelagem permite determinar o modelo mais adequado para representação de cada dado, para integrá-los livre de conflitos, executar as consultas necessárias e prever as possíveis dificuldades para a geração dos produtos cartográficos, comuns quando dados de diferentes fontes são utilizados no mapeamento (Davis Jr. e Laender, 2000).

Um banco de dados bem modelado e consequentemente organizado, possibilita otimizar a extração de informações de forma ótima gerando o conhecimento necessário para diferentes aplicações. Não se justifica o investimento em uma grande base de dados onde não se possam retirar as informações esperadas, ou seja, dados desorganizados não geram o conhecimento necessário.

Sendo assim, este trabalho teve por objetivo utilizar o modelo de dados OMT-G como ferramenta para estruturação, modelagem e implantação de um banco de dados geográfico que integre informações dos últimos doze anos de pesquisa sobre a cafeicultura mineira, geradas pelos pesquisadores da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – Epamig, bem como as bases de dados cartográficas necessárias.

## **2. Metodologia**

A área de estudo abrange todo o estado de Minas Gerais. Por produzir mais de 55% do café do Estado, e por ser a região com maior número de experimentos de pesquisa em café, a mesorregião Sul/Sudoeste de Minas terá maior enfoque do que as demais regiões. As fazendas experimentais certificadas da EPAMIG, localizadas nos municípios de São Sebastião do Paraíso, Machado e Patrocínio também alocam grande parte dos experimentos, cujos resultados serão integrados nesse sistema.

Dentre as áreas do conhecimento cujos resultados de pesquisa serão integrados, estão o melhoramento genético, manejo e incidência de pragas e doenças, qualidade de bebida e sementes, caracterização ambiental e uso da terra, dados de produção, área plantada e dados

climáticos, o que contempla dados gerados desde o surgimento do consórcio brasileiro de pesquisa e desenvolvimento do café, ano 2000, até dados atuais.

O modelo dados OMT-G foi utilizado como ferramenta para estruturação, modelagem e implantação de um banco de dados geográfico de dados de pesquisa da cafeicultura mineira. A integração dos dados e todo o processamento necessário estão sendo feitos utilizando o Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas – SPRING 5.1 (Câmara et al., 1996), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foram importadas informações das bases de dados do IGA - Instituto de Geociências Aplicada, IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas, do INPE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), National Aeronautics Space Administration (NASA), do ZEE-MG- Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais e integradas ao banco de dados, enquanto outras foram geradas por meio do processamento digital de imagens de satélite, levantamento de campo e outras atividades.

### 3. Resultados e Discussão

Foram definidas as coordenadas que circunscrevem todo o estado de Minas Gerais para a criação do banco de dados geográfico Minas Gerais. Para melhor organização dos dados, o banco foi dividido em 3 projetos: Minas Gerais, Municípios e Áreas Piloto. O primeiro projeto, ‘Minas Gerais’, abrange todo o estado, contendo informações referentes aos municípios mineiros; o segundo projeto refere-se aos municípios, contendo informações sobre alguns municípios; e o terceiro projeto, ‘Áreas Piloto’, refere-se a áreas localizadas na região Sul do estado de Minas Gerais, e contém informações sobre áreas estudadas pelo Laboratório de Geoprocessamento – GeoSolos, desde o ano 2000.

A Figura 1 apresenta o Modelo de Dados do banco de dados geográfico da cafeicultura de Minas Gerais, dividido em três projetos Minas Gerais, Municípios e Áreas Piloto. Este modelo tem como objetivo compreender como foi estruturado o banco de dados geográfico (BDG). As informações inseridas em cada projeto do banco de dados geográfico foram divididas entre categorias. A categoria limite é comum entre os projetos, sendo que no projeto Minas Gerais tem-se o limite do estado e a divisão municipal, no projeto municípios os limites municipais e no projeto áreas piloto os limites das áreas do Sul de Minas estudadas pela equipe do Laboratório de geoprocessamento da EPAMIG -GeoSolos. As categorias temperatura, umidade, precipitação, solos, altitude, relevo, orientação de vertente e imagem são comuns nos projetos Minas Gerais e áreas piloto. As demais categorias existentes no projeto áreas piloto são cruzamentos entre áreas cafeeiras e as outras classes (ex. categoria café\_relevo é um cruzamento entre áreas cafeeiras e classes de relevo).

O esquema da modelagem do relevo para o projeto Minas Gerais, gerado a partir do SRTM, pode ser visto na Figura 2. A modelagem do clima (temperatura, umidade e precipitação) para o mesmo projeto foram gerados a partir dos dados do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais – ZEE-MG (ZEE, 2012) (Figura 3). A modelagem dos dados de doenças e pragas do cafeeiro (Figura 4), do projeto municípios, foi gerada a partir dos dados oriundos das pesquisas em cafeicultura mineira da EPAMIG dos últimos dez anos e dados climáticos do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (INMET, 2012).

A Figura 5 apresenta a modelagem dos cruzamentos das áreas cafeeiras com classes de relevo e clima, do projeto Áreas Piloto. As categorias limite, imagens, uso da terra, altitude, relevo, orientação de vertente, solos, temperatura, umidade e precipitação do projeto Áreas Piloto foram importadas de diferentes bancos de dados desenvolvidos ao longo dos últimos doze anos pela equipe do Laboratório de Geoprocessamento da EPAMIG -GeoSolos.

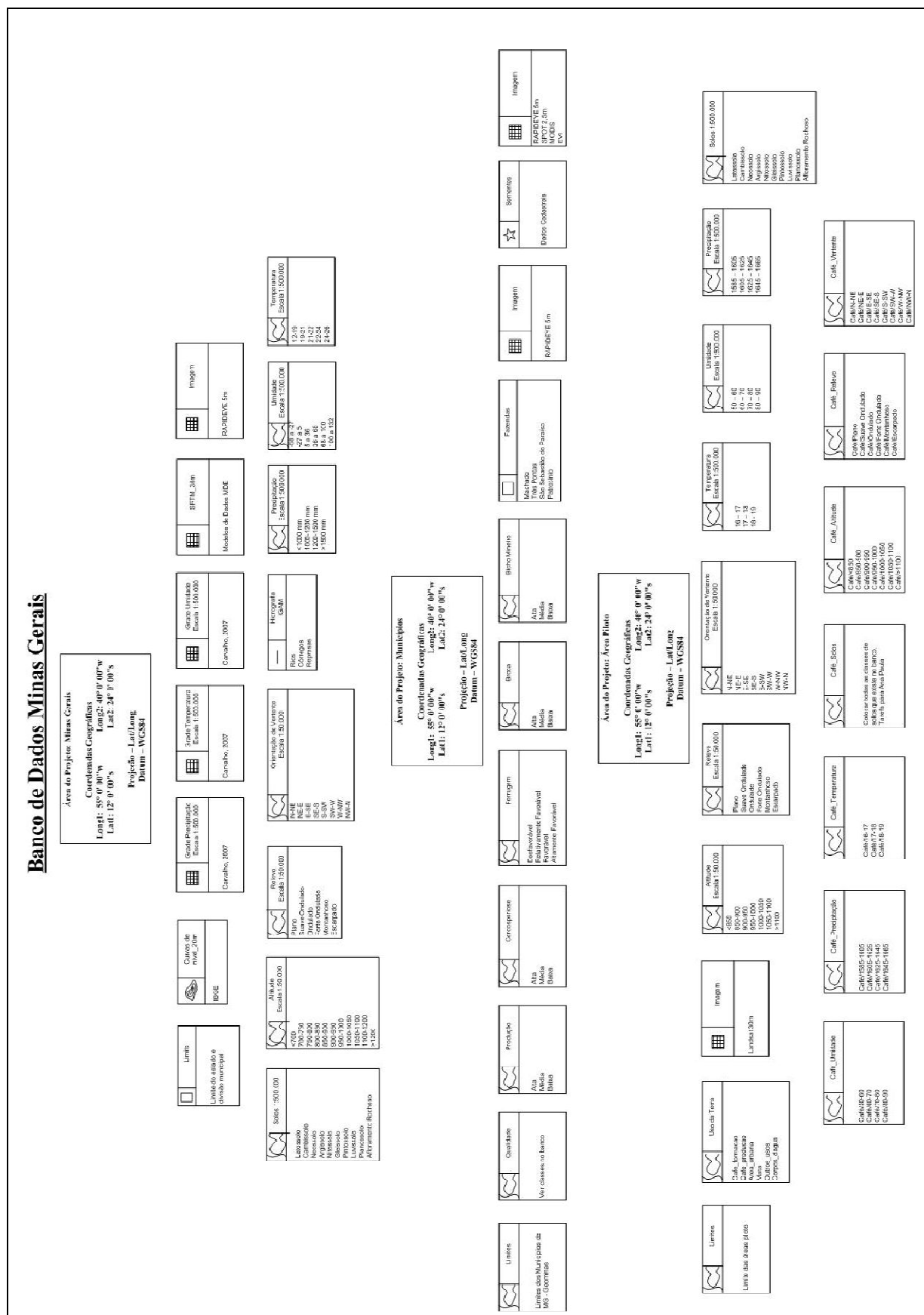


Figura 1. Modelo de Dados do banco de dados geográfico Minas Gerais, dividido nos 3 projetos Minas Gerais, Municípios e Áreas Piloto.

Nos esquemas da modelagem as Categorias são representadas na cor azul, que agregam os Planos de Informações - PI's representados na cor vermelha. Todos os modelos seguiram o mesmo padrão de agregação. A agregação é uma forma especial de associação entre objetos, onde se considera que um deles é montado a partir de outros. As associações simples entre as classes são representadas graficamente com linhas contínuas, enquanto relacionamentos espaciais são representados com linhas pontilhadas (Davis Jr. e Laender, 2000). Já as operações entre os PI's estão representadas na cor verde.

Este trabalho viabilizou-se a integração de informações tecnológicas já existentes de forma organizada e o modelo de dados proposto OMT-G, mostrou-se uma boa ferramenta de estruturação, modelagem e implantação de um banco de dados geográfico e com isso permitindo uma melhor gestão da informação da cafeicultura de Minas Gerais.

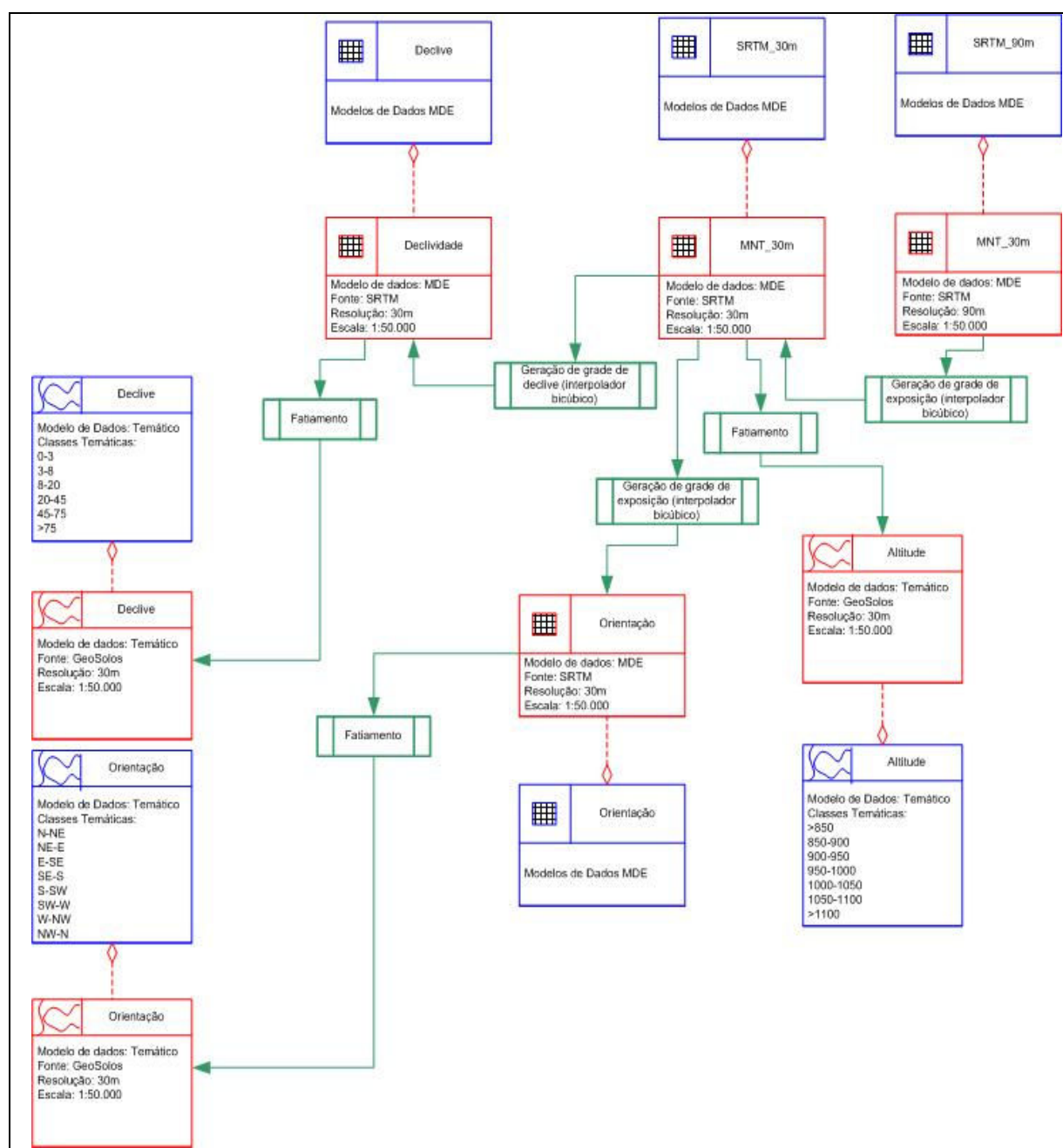


Figura 2. Modelagem de relevo do projeto Minas Gerais (altitude, declividade, fases de relevo e orientação de vertente) gerados a partir do SRTM.

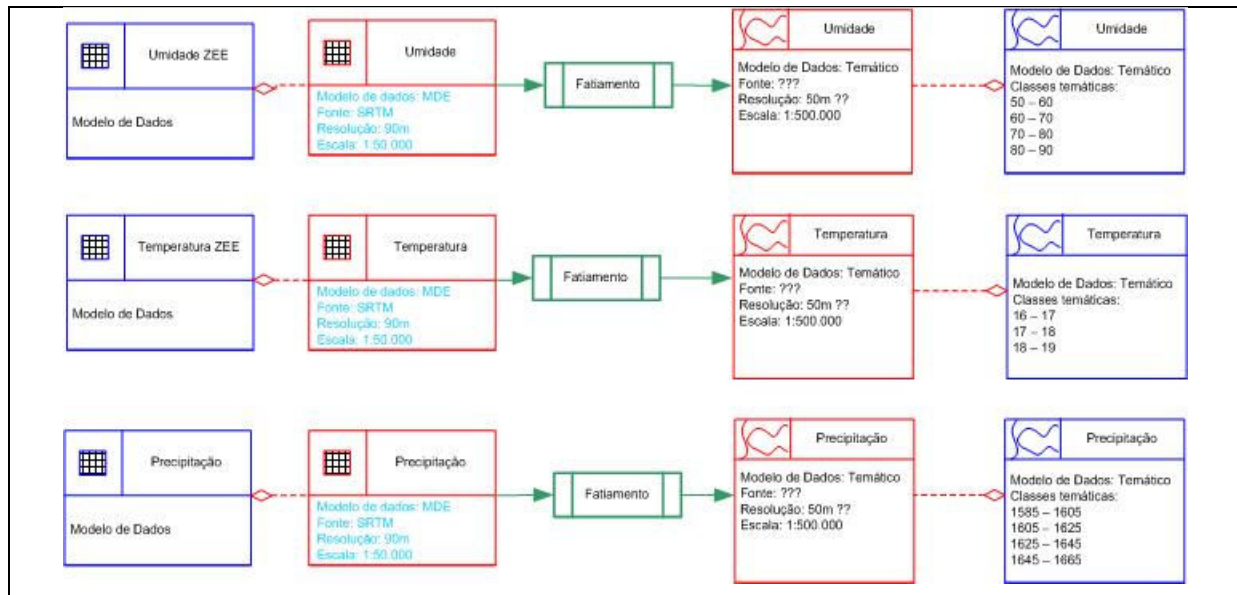


Figura 3. Modelagem do clima do projeto Minas Gerais (temperatura, umidade e precipitação) gerados a partir dos dados do ZEE.

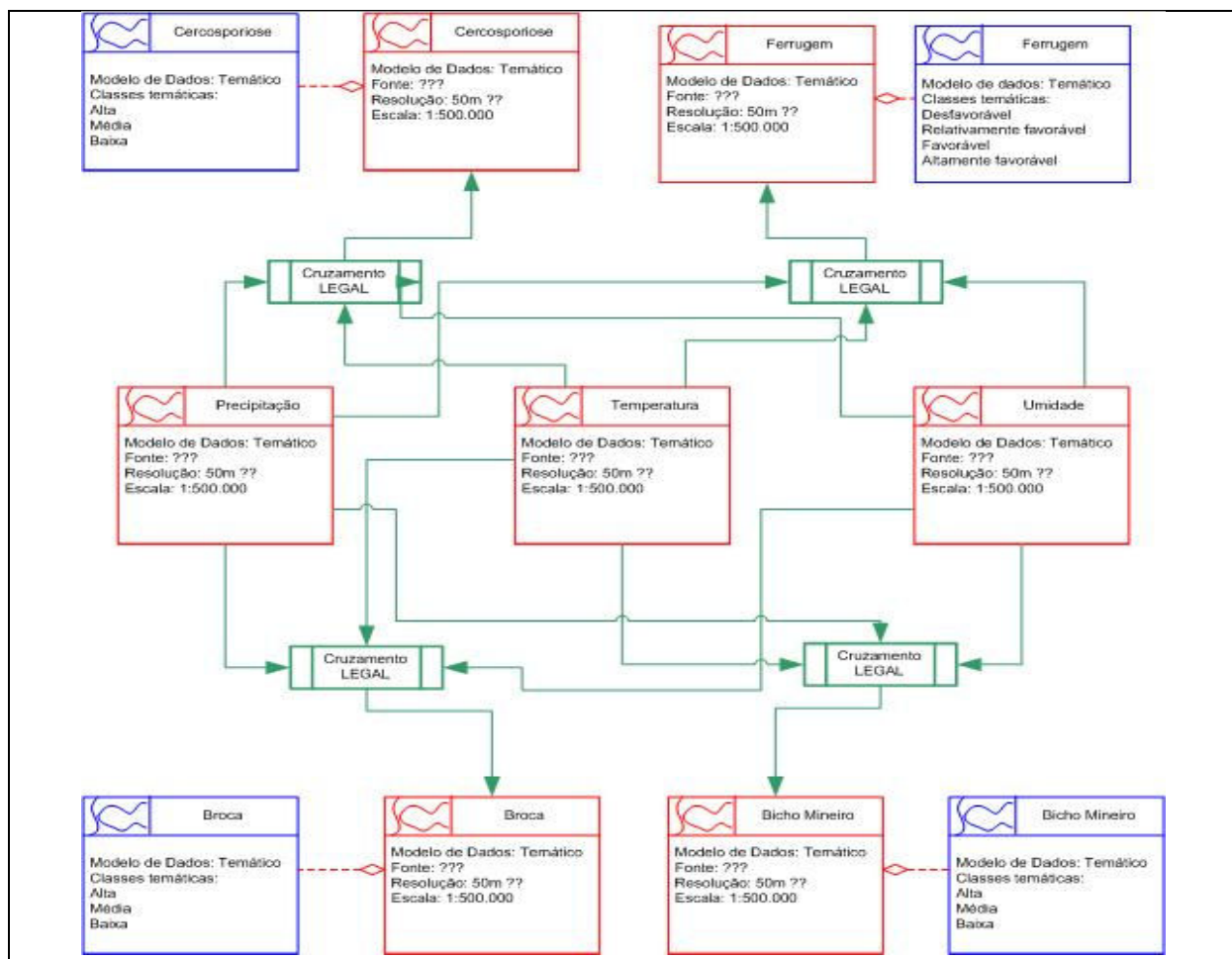


Figura 4. Modelagem dos dados de doenças e pragas do café (temperatura, umidade e precipitação).

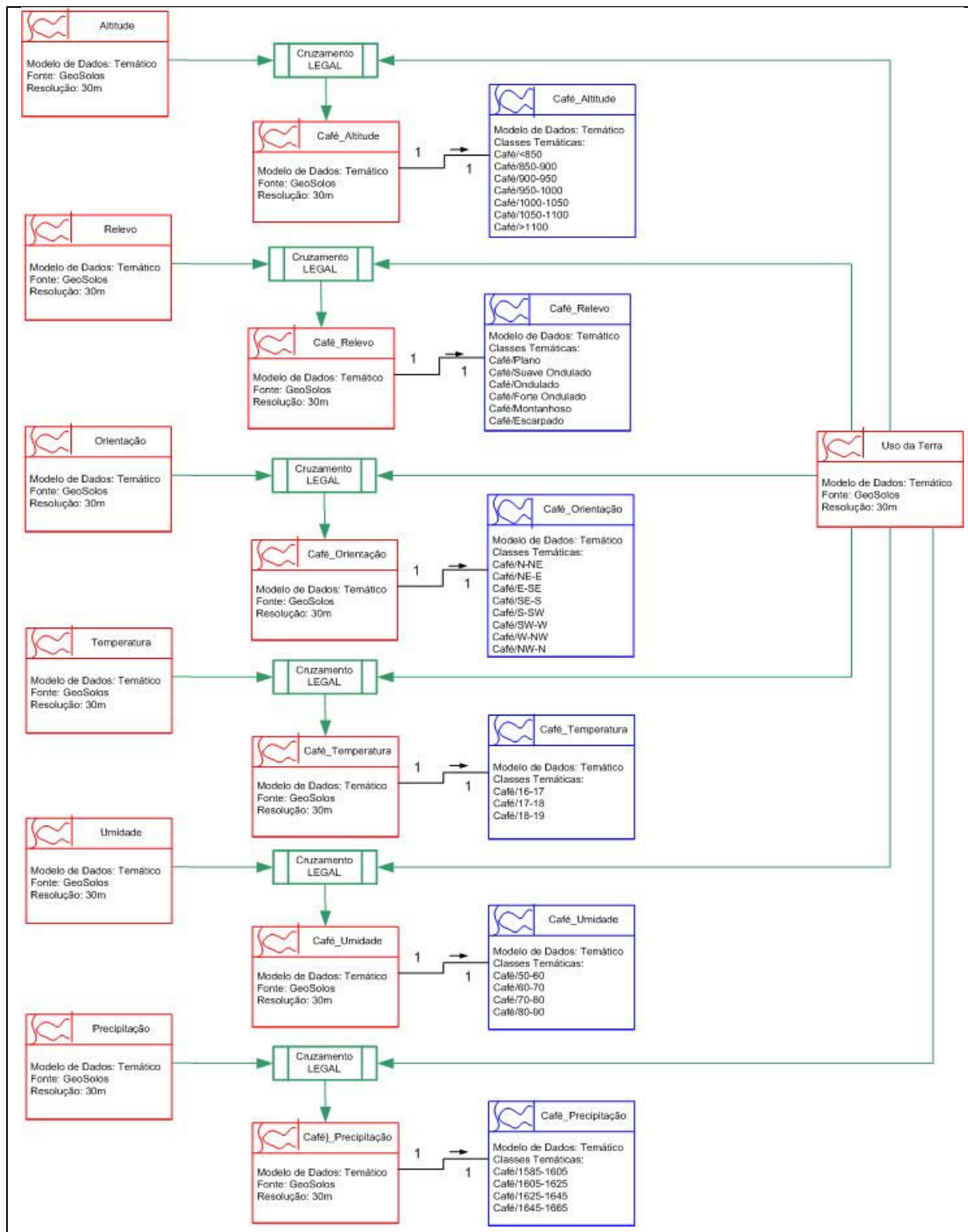


Figura 5. Modelagem dos cruzamentos de café com classes de relevo e clima, do projeto Áreas Piloto.



#### 4. Considerações Finais

O principal impacto desse trabalho foi organizar e prover um ambiente integrado de consulta sobre a cafeicultura mineira, possibilitando a cadeia produtiva do café, acessar dados, informações e conhecimentos, permitindo análises de indicadores da cafeicultura e sua relação com o ambiente. 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 Café da EPAMIG.

#### Agradecimentos

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

#### Referências Bibliográficas

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)**, Brasília, DF, Brazil. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acessado em: 16/10/2012.

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) – Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 1997.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v.20, n.3, p.395-403, May/June 1996.

DAVIS Jr., C. A.; LAENDER, A. H. F. Extensões ao modelo OMT-G para produção de esquemas dinâmicos e de apresentação. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GEOINFORMÁTICA, 2., 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: GeoInfo, 2000. P.29-36.

ZEE. Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais (ZEE). Disponível em: <http://www.zee.mg.gov.br>. Acessado em: 10/09/2012.