

## MODELAGEM CONCEITUAL DE BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO APLICADO AO SISTEMA DE DADOS GEORREFERENCIADOS PARA OS CAMPOS EXPERIMENTAIS DA EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS

Cynthia de Paula Silva Oliveira<sup>1</sup>, Márcia Helena Galina<sup>2</sup>, Frederico dos Santos Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Analista de Sistemas, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju-SE, cynthia.oliveira@embrapa.br

<sup>2</sup>Geógrafa, Tecnologia em Informática, Pesquisadora, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju-SE, marcia.galina@embrapa.br

<sup>3</sup>Analista de Sistemas, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju-SE, frederico.silva@embrapa.br

**RESUMO:** A Embrapa Tabuleiros Costeiros diante da necessidade de utilizar uma ferramenta que auxilie o planejamento espacial dos campos experimentais, e tendo em vista as diversas possibilidades de mapeamento, associações, conexões e visualização dinâmica proporcionadas pelos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), iniciou o desenvolvimento de um projeto de SIG a ser disponibilizado pela internet (WebGis). Dentre as etapas do projeto está a modelagem conceitual de Banco de Dados Geográficos (BDG), considerada entre as principais atividades que contribuem para o sucesso de um SIG. Essa técnica auxilia tanto os desenvolvedores quanto aos usuários na definição e entendimento do escopo, da estrutura e do comportamento desejado do sistema, garantindo assim que as funcionalidades e informações disponibilizadas atenderão as necessidades do público-alvo do projeto. Nessa perspectiva, esse trabalho apresenta o modelo conceitual inicial do Sistema de Dados Geográficos dos Campos Experimentais, elaborado em conformidade com o UML-Geo-Frame e implementado no ArgoCaseGeo.

**PALAVRAS-CHAVES:** Sistema de Informações Geográficas, WebGis, Modelagem conceitual de BDG

**INTRODUÇÃO:** A Embrapa Tabuleiros Costeiros, Unidade ecorregional da Embrapa, dentre as formas de atingir a sua missão, trabalha com projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura nos Tabuleiros Costeiros em benefício da sociedade brasileira. Realiza pesquisas a partir de produtos variados (frutíferas, grãos, hortaliças, pecuária, aquicultura), em melhoramento genético, agroenergia, agroecologia, conservação de solo, recuperação de áreas degradadas, drenagem, hidrografia, e sensoriamento remoto, dentre outros. Grande parte desses projetos é implantada em unidades territoriais denominadas campos experimentais, localizados nos municípios de Frei Paulo, Nossa Senhora das Dores, Itaporanga d'Ajuda e Umbaúba, em Sergipe. (Figura 1).

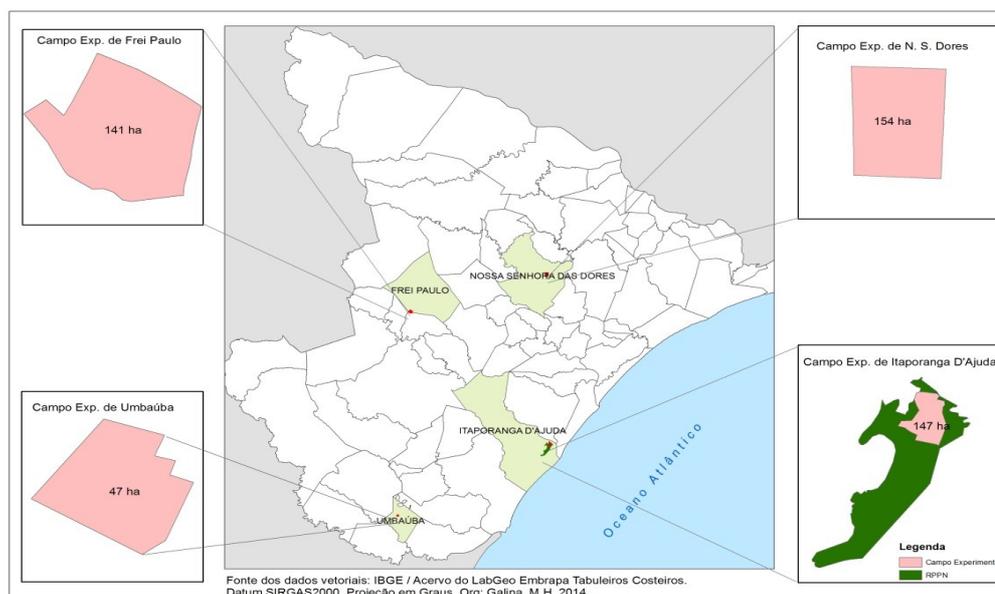


Figura 1- Localização dos principais campos experimentais da Embrapa Tabuleiros Costeiros, SE

Diante da necessidade de utilização de uma ferramenta que auxilie o planejamento do ordenamento espacial e a gestão eficiente desses campos experimentais, foi proposto o desenvolvimento de um projeto estruturado em aplicação WebGis. Os dados definidos por seus atributos espaciais (forma e localização), que descrevem a posição sobre a superfície terrestre, são fundamentais para que os gestores possam realizar análises, fazer previsões e construir cenários futuros. Isso é comprovado pelas informações que este sistema deverá disponibilizar, constatadas a partir do levantamento inicial dos requisitos, tais como: i) localização dos experimentos por projeto; ii) áreas ocupadas/disponíveis no campo para experimentos; iii) localização das benfeitorias, ponto de irrigação; iv) histórico do uso da parcela: preparo do solo, incidência de doenças e pragas; v) histórico da produtividade, dentre outros itens. Nesse sentido, o escopo do presente trabalho se pautou pelo levantamento das principais técnicas para modelagem de BDG, e a apresentação do modelo conceitual inicial do Sistema de Dados Georreferenciados para os Campos Experimentais.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Um SIG é composto por vários módulos dentre os quais está o BDG, que estrutura e armazena os dados convencionais e geográficos tornando possível a realização de operações de análise e consulta. O projeto de um BDG é uma das atividades mais relevantes no desenvolvimento de um SIG, pois é por meio desta atividade que se garante que todas as informações importantes para tomada de decisão estejam disponíveis (CASTRO, 2002). Lisboa Filho (2012) propõe as seguintes fases para concepção do projeto de estruturação de um BDG: entendimento do mundo real, projeto conceitual, projeto lógico e projeto físico. A modelagem de dados é uma técnica utilizada pelos analistas de sistemas para auxiliar no entendimento do domínio do problema, de forma a garantir que as soluções propostas atendam às necessidades dos usuários. A modelagem conceitual, ou projeto conceitual, tem foco na abstração dos objetos e relacionamentos para descrever o mundo real, e desconsidera detalhes de implementação (NALON, 2010). Essa fase para projetos de BDG vai além da metodologia convencional para projeto de banco de dados, devido a necessidade de representação da relação espaço-tempo. Os dados geográficos possuem atributos espaciais, ou seja, dados que permitem localizá-los em relação a superfície da Terra, e devem estar relacionados com o período no qual a informação é válida (CASTRO, 2002). Para a execução das duas primeiras fases acima apresentadas por Lisboa Filho (2012), foram utilizados os seguintes recursos: 1- Levantamento/análise de requisitos: por meio da técnica de “brainstorm” aliada a entrevistas com memórias de reunião, houve a identificação dos requisitos de negócio e funcionais, assim o apontamento dos itens candidatos a camadas espaciais no sistema e dos atributos necessários para identificação das parcelas (candidatas à unidade de análise) dos experimentos. 2- Modelagem conceitual, incluindo: 2.1) Investigação dos métodos de modelagem de dados geográficos, 2.2) Levantamento e comparação dos principais modelos conceituais para BDG, 2.3) Ferramentas CASE; 3- Definição da metodologia e ferramenta CASE apropriada.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A modelagem da informação geográfica é mais complexa que a tradicional, porque envolve fatores, tais como localização, o tempo de observação, a precisão de obtenção/representação e existência de relações espaciais (LISBOA FILHO, 2012). Diversos modelos foram desenvolvidos para facilitar a atividade de modelagem conceitual, tais como GeoOOA (Object-oriented analysis for geographic informationsystems); GMOD (Geographic model); IFO (Is-a relationships, Functional relationships, complex Objects); GISER (Geographic Information Systems Entity Relational model); OMT-G (Object Modeling Technique for Geographic Applications) e GeoFrame e o GeoProfile (SCHALY, 2009). Estes três últimos foram criados por brasileiros: Karla Borges em 1997, Jugurta Lisboa Filho e Cirano Iochpe em 1999 e Jugurta Lisboa Filho em 2010. Sampaio (2009) enfatiza que mesmo com os avanços na área de modelagem de SIGs, até então não há unanimidade entre os projetistas sobre qual é o melhor modelo para se modelar um BDG. Os modelos OMT-G e Geo-Frame foram objetos de um estudo mais detalhado por serem mais recentes, bem utilizados e por apresentarem ferramentas Case de código aberto para estruturar a modelagem. Ferramentas Case são aplicações que contribuem para reduzir o tempo de criação do projeto, além de possibilitar o uso de esquemas existentes. (PEREIRA, 2002). Para seleção do modelo Geo-Frame com a ferramenta ArgoCaseGeo foram considerados: o comparativo entre estes modelos apresentado por Luciano et al. (2011), bem como pelos autores apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Comparativo de modelos e ferramentas Case para modelagem de BDG:

Modelo	Autores que referência	Ferramenta	Gratuita e de código aberto
OMT_G	Cheng (2012)	Star-UML	Sim
UML-GeoFrame	Luciano et al. (2011); Gonçalves (2009)	ArgoCaseGeo	Sim
UML_GeoFrame	Pereira (2002)	CaseGeo associada Microsoft Visio.	Não
GeoProfile	Sampaio (2009)	Rational Software Modeler (IBM)	Gratuita por 30 dias

Além disso, segundo Gazola (2005), dentre os itens que diferenciam a ferramenta ArgoCaseGeo está o catálogo de padrão de análise. Denomina-se padrão de análise qualquer parte de um esquema conceitual que pode ser utilizado em novos projetos de SIG. O referido autor ainda enfatiza que essa abordagem melhora a qualidade das aplicações, pois as estruturas já foram testadas e validadas, bem como reduz o tempo gasto para criação de um novo modelo devido ao reuso. De acordo com Luciano et al. (2011), o modelo UML-GeoFrame utilizado para a modelagem de dados geográfico, possibilita a representação de objetos convencionais e objetos/campos geográficos. Foi elaborado com base nas regras de formalismo da orientação a objetos, utilizando o padrão gráfico do diagrama de classes da UML e possui as seguintes classes: i) Tema e região Geográfica; ii) ObjetoNãoGeográfico; iii) Fenômeno Geográfico (ObjetoGeográfico ou CampoGeográfico). Na elaboração do diagrama, para diferenciar ObjetoNãoGeográfico, ObjetoGeográfico ou CampoGeográfico, são utilizados estereótipos. Os fenômenos geográficos também podem ser representados de várias formas tais como ponto, linha, grades de células. Luciano et al. (2011) ressalta que ao contrário dos outros modelos, o UML-GeoFrame utiliza somente os tipos de relacionamentos definidos pela UML: associação, especialização, agregação e composição. Constata-se na literatura várias justificativas para a utilização do modelo UML-GeoFrame oriundas da comparação entre os modelos, tais como: 1- Modul-R e MADS não suportam campos geográficos; 2- o uso em excesso de símbolos gráficos prejudica a legibilidade dos esquemas nos modelos OMT\_G e MADS; 3- GeoOOA não suporta especificação de múltiplas representações de componentes espaciais; 4- único compatível com a especificação do modelo da UML; 5- possuir uma ferramenta gratuita e de código aberto. Outra característica importante abordada por Eduardo Costa (2012) refere-se à possibilidade de modelar aspectos temporais no GeoFrame, ou seja, à capacidade de armazenar mudanças ocorridas em um espaço de tempo. Um exemplo disso seria o acompanhamento da degradação ou recuperação de uma determinada área de vegetação. (COSTA 2012). Como resultado das reuniões e de uma breve análise por parte dos desenvolvedores do projeto, identificou-se o atual cenário dos campos experimentais. Os campos experimentais possuem algumas benfeitorias (galpão de máquinas, depósito, construções) e áreas destinadas aos projetos de pesquisa com foco nas áreas de experimentos Vegetal e Animal, Transferência de Tecnologia e ILPF (Integração Lavoura, Pecuária e Floresta), cada qual com suas peculiaridades. Os atributos de cada área serão apresentados no modelo conceitual. Há áreas destinadas a produção para manutenção do campo. Considerando o ano agrícola, as áreas são utilizadas de 6 a 8 meses e o tempo restante é necessário para manutenção, correspondente ao preparo e recuperação da terra. No cenário atual, somente o gestor dos campos tem informações atualizadas sobre as áreas que estão em uso ou disponíveis e quais projetos possuem experimentos e a duração dos mesmos; além disso, a informação sobre a implantação dos experimentos de projetos nos campos experimentais é centralizada em algumas pessoas. Tal cenário dificulta o acesso no tempo certo e a integridade (coesa e correta) das informações em tempo real pela chefia tática para a tomada de decisão em curto período prazo. É necessário o registro do histórico de uso das áreas tais como técnicas de plantio e produtividade, acesso aos dados sobre análise do solo, tipos de solos, áreas inundáveis, disposição das curvas de nível, insumos aplicados anteriormente nas respectivas parcelas, produtos gerados, etc. Segue, por meio das figuras 2 e 3, a modelagem conceitual elaborada por meio da metodologia mencionada.

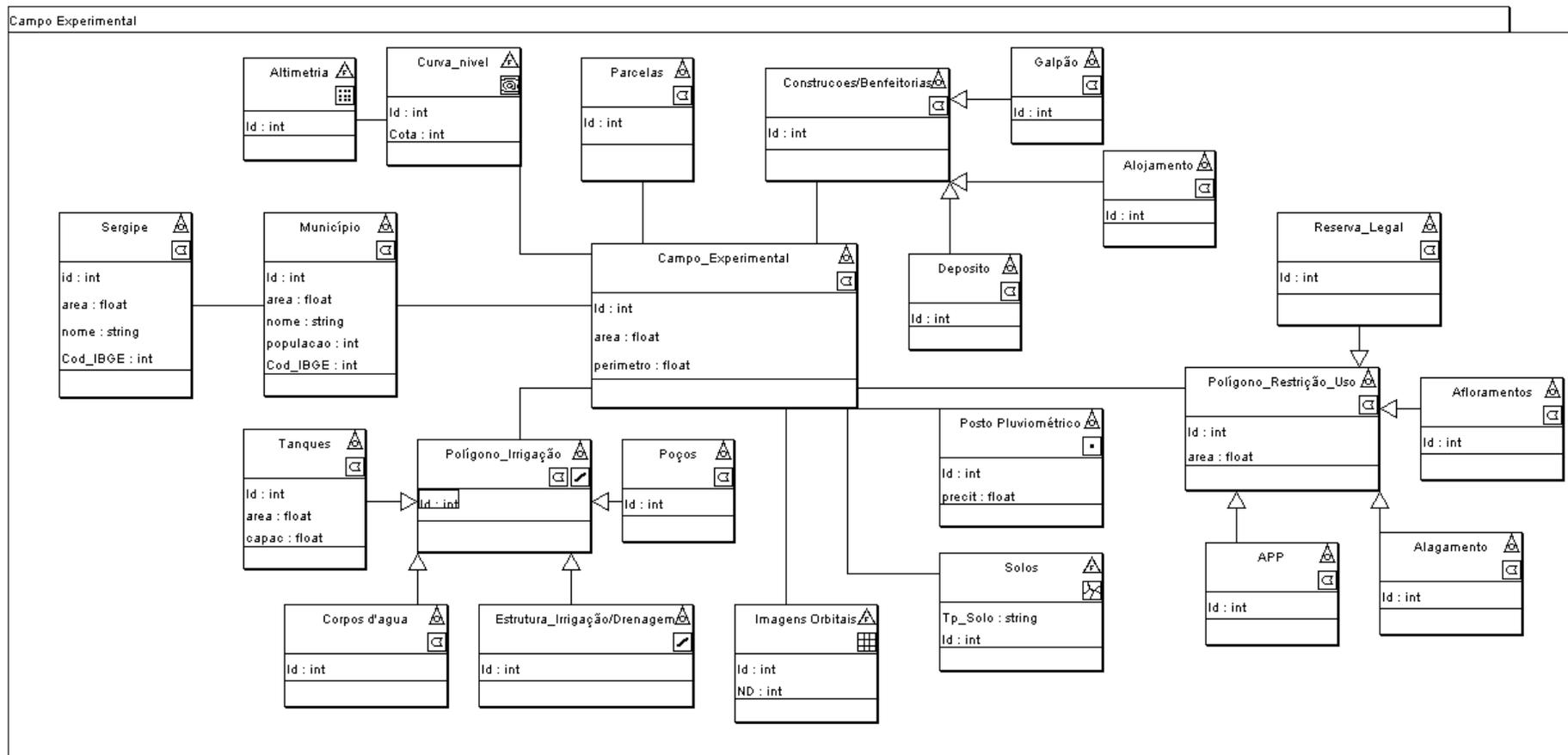


Figura 2- Modelo conceitual espacial dos objetos do Campo Experimental

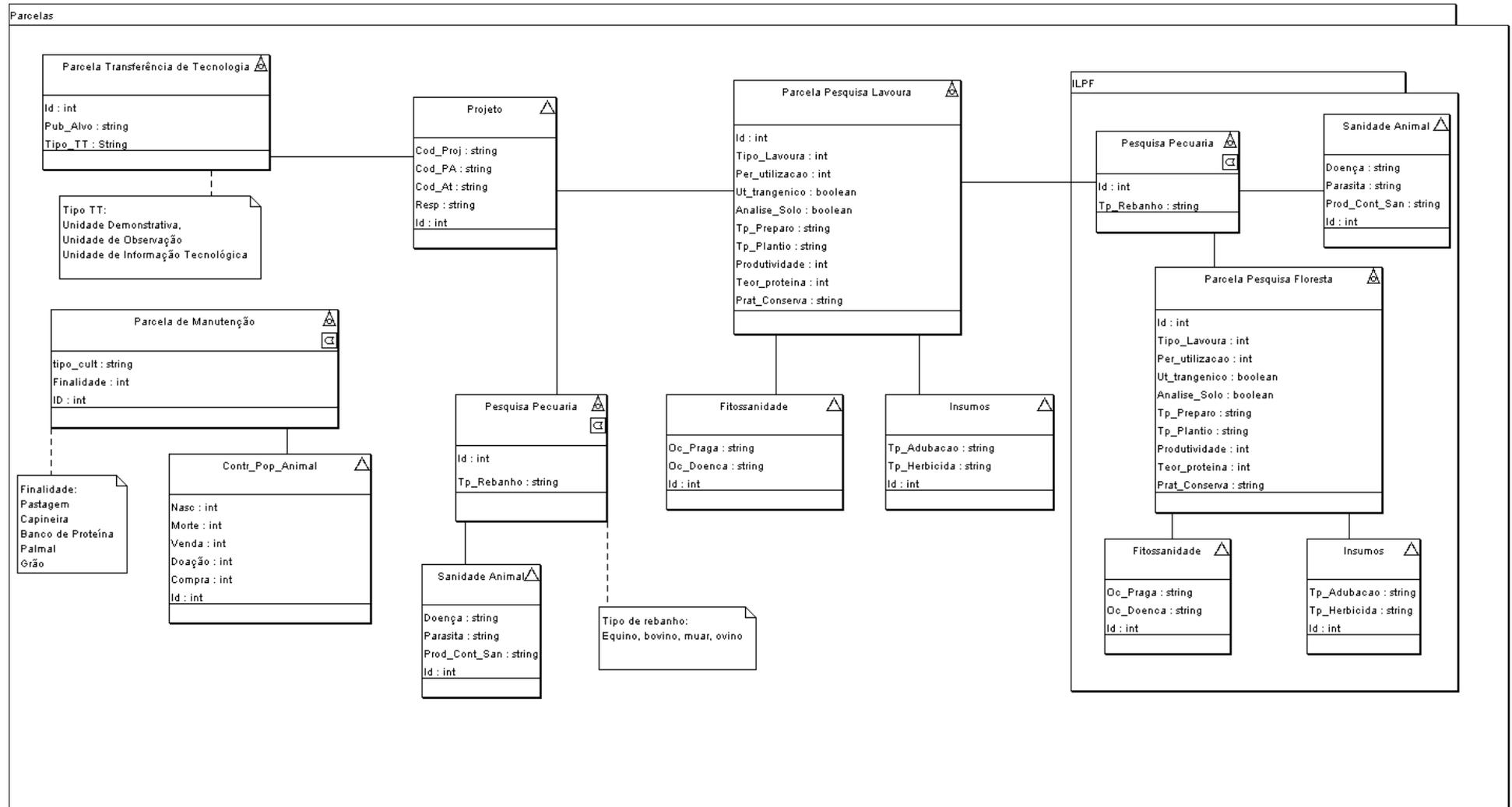


Figura 3- Modelo conceitual espacial das parcelas do Campo Experimental

**CONCLUSÕES:** Constatou-se que o uso do modelo UML-Geo-Frame e da ferramenta ArgoCaseGeo proporcionam ao desenvolvedor, a elaboração de um modelo de BDG com qualidade, devido ao direcionamento fornecido pelas técnicas formais de descrição em parceria com a notação gráfica. Além disso, possibilitam a todos os envolvidos no projeto, o fácil entendimento e visualização dos fenômenos geográficos e seus relacionamentos, devido à representação por estereótipos. Como próxima etapa haverá a elaboração da modelagem lógica do DBG do Sistema de Dados Georreferenciados para os Campos Experimentais.

**AGRADECIMENTOS:** À Embrapa Tabuleiros Costeiros por incentivar e nos apoiar no desenvolvimento deste projeto. À Embrapa Informática Agropecuária que nos orientou acerca dos primeiros passos para construção de um SIG.

## REFERÊNCIAS:

- CASTRO, A.F. Modelagem e Desenvolvimento de um banco de dados geográfico: aplicação à elaboração de mapas de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo na área costeira entre Galinhos e São Bento do Norte- RN. 2002. 111 f. **Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica)** – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2002. Disponível em: <<http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/1/7239/1/AngelicaFC.pdf>>. Acesso em 12/julho/2014.
- CHENG, E.C. Modelagem de dados Geográficos e Aplicação de Indicadores para a Gestão dos recursos Hídricos – Estudo de Caso da Bacia de Lago Paranoá – DF. 2012. 102 f. **Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas)** – Universidade de Brasília. 2012. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/11918/1/2012\\_EduardoCostaCheng.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/11918/1/2012_EduardoCostaCheng.pdf)>. Acesso em 01/julho/2014.
- GAZOLA, Alexandre ; LISBOA FILHO, J. ; ANDRADE, M. v. a. . **O Catálogo de Padrões de Análise da Ferramenta ArgoCASEGEO**, 2005. Disponível em: <<http://www.dpi.ufv.br/~jugurta/papers/clei-paper050.pdf>>. Acesso em 10/julho/2014.
- GONÇALVES, R.P. **Modelagem Conceitual de Bancos de Dados Geográficos Aplicada ao Cadastro Técnico Multifinalitário**. 2009. Disponível em: <<http://www.rbc.lsie.unb.br/index.php/rbc/article/view/282>> Acesso em 14/julho/2014.
- LISBOA FILHO, J. **Evolução de Modelos Conceituais para Banco de Dados Geográficos: UML-GeoFrame| ArgoCaseGeo| Perfil UML GeoProfile**. 2012. Disponível em: <[http://www.mundogeoconnect.com/2012/arquivos/30h/Jugurta\\_Lisboa20Filho\\_MundoGEOConnect\\_2012.pdf](http://www.mundogeoconnect.com/2012/arquivos/30h/Jugurta_Lisboa20Filho_MundoGEOConnect_2012.pdf)>. Acesso em 12/julho/2014.
- LUCIANO, R.M; ARAGÃO, H.G.; OLIVEIRA, J. Avaliação do UML-Geoframe como metodologia de modelagem de sistemas de informações geográficas. 2011. V Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto- **Anais ... GeoNordeste**. Feira de Santana-BA. 2011.
- NALON, F.R.; LISBOA FILHO, J.; BORGES, K.A.V.; BRAGA, J.L.; ANDRADE, M.V.A. **Using MDA and a UML Profile integrated with internacional standards to model geographic databases**. 2010. Disponível em: <<http://www.dpi.ufv.br/~jugurta/papers/geoinfo2010-paper27.pdf>>. Acesso em 12/julho/2014.
- PEREIRA, M. A.; LISBOA FILHO J. **Projeto de Banco de Dados Geográficos usando a ferramenta CASEGEO**. 2002. Disponível em <<http://www.ufv.br/nugeo/ufvgeo2002/resumos/13-marconi.pdf>>. Acesso em: 01/julho/2014.
- SAMPAIO, G. B. GeoProfile – Um perfil UML para modelagem conceitual de banco de dados geográficos, 2009. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <[http://www.dpi.ufv.br/projetos/geoprofile/tutoriais/SAMPAIO\\_Dissertacao\\_GeoProfile.pdf](http://www.dpi.ufv.br/projetos/geoprofile/tutoriais/SAMPAIO_Dissertacao_GeoProfile.pdf)> Acesso em 05/julho/2014.
- SCHALY, K.W. **Ferramenta para criação de banco de dados geográficos a partir de diagramas OMT-G**. 2009. Lages (SC). Disponível em: <<http://www.rbc.lsie.unb.br/index.php/rbc/article/view/282>>. Acesso em 14/julho/2014.