

MODELO ENTIDADE-RELACIONAMENTO E OBJETO-RELACIONAL PARA A GESTÃO DE DOENÇAS EM PLANTAS

Luma Alves Lopes (UEPG) E-mail: luma_lopes@outlook.com
Maria Salete Marcon Gomes Vaz (UEPG) E-mail: salete@uepg.br

Resumo: A existência de doenças em plantas pode trazer prejuízos à agricultura, ao afetar a produtividade e a qualidade de uma lavoura. Diagnosticar corretamente uma doença e manter um histórico sobre a área de plantio, são fatores que auxiliam produtores e profissionais do área agrícola, a tomarem as melhores decisões sobre as medidas mais adequadas para o controle das doenças. Manter um banco de dados sobre doenças, plantas, sintomas, solo, medidas de controle, dentre outros, pode auxiliar esses profissionais no gerenciamento das doenças em plantas. Dessa forma, este artigo tem por objetivo modelar e estruturar um sistema para a gestão de doenças em plantas utilizando o modelo entidade-relacionamento e objeto-relacional. Dentre os benefícios da modelagem, destacam-se a agilidade na escolha da medida de controle, o histórico de área, controle de tempo e a redução de custos.

Palavras-chave: Esquema conceitual, fitopatologia, modelagem, banco de dados.

ENTITY-RELATIONSHIP AND OBJECT-RELATIONSHIP MODEL FOR PLANT DISEASES MANAGEMENT

Abstract: The existence of plant disease can cause damage to agriculture, because they affect the productivity and the quality of a crop. Correctly diagnose a disease and save a history on the area of planting are factors that help producers and agricultural professionals to make the best decisions about the most appropriate measures for disease control. Maintaining a database on diseases, plants, symptoms, soil, control measures, among others, can help these professionals in the plant diseases management. The purpose of this article is to model and structure a system for plant disease management, using the entity-relationship and object-relational model. Among the benefits of modeling are the agility in choosing the control measure, historical control, time control and cost reduction.

Keywords: Conceptual schema, Phytopathology, modeling, database.

1. INTRODUÇÃO

Para preservar a sanidade dos produtos agrícolas é fundamental o conhecimento sobre as doenças e pragas que afetam a produção dos alimentos, para que seja possível gerenciar os procedimentos de controle.

O controle do tempo, da localização e a exatidão destas informações, possibilitam ações de controle preventivos, reduzindo os custos de produção, além da obtenção de produtos mais saudáveis, ao evitar o uso descontrolado de produtos químicos.

A gestão destas informações, pode ser realizada por meio de sistemas computacionais. Nesse sentido, a fase de modelagem dos dados é de extrema

importância por ser a responsável por estruturar o armazenamento dos dados.

O objetivo desse artigo é descrever uma modelagem de dados utilizando entidade-relacionamento e o objeto-relacional, como forma de possibilitar o armazenamento das informações inerentes ao problema de gestão de doenças em plantas.

Os dados considerados importantes para o armazenamento foram extraídos da literatura e incluem informações sobre doenças, plantas, exigências climáticas, localização geográfica de ocorrência, parte da planta onde ocorre a doença, medidas de controle, sintomas, diagnóstico, registro de imagens e fertilizantes.

O desenvolvimento do problema utilizando a modelagem objeto-relacional, facilita a implementação de um sistema utilizando o paradigma da orientação objeto, uma vez que para acessar os dados armazenados, realiza-se uma referência aos objetos na memória. Para isso, a utilização do modelo entidade-relacionamento facilita na identificação dos objetos e dos seus atributos.

Este artigo está organizado em cinco seções. Na segunda seção descreve-se os conceitos que envolvem as doenças em plantas, enquanto na terceira seção apresenta a modelagem de banco de dados. A quarta seção apresenta a modelagem proposta para a gestão de doenças em plantas e, por fim, a última seção apresenta as considerações finais e trabalhos futuros.

2. DOENÇAS EM PLANTAS

A Fitopatologia é a área que estuda as doenças das plantas, os seus causadores, as condições ambientais necessárias para a infecção, os mecanismos pelos quais provocaram as doenças, a interação entre agente causador e planta, além dos métodos de prevenção ou controle de doenças (MICHEREFF, 2001).

Assim, para a agricultura, a fitopatologia é de extrema importância. Isso porque as doenças nas plantas podem comprometer a produtividade, resultando em perdas significativas e prejuízos aos produtores, tanto no campo, quanto no armazenamento e no transporte.

A dimensão das perdas está relacionada ao tipo de cultura, do patógeno, da localização, do ambiente e das medidas de controle. Além disso, é possível verificar que os fatores climáticos também influenciam na proliferação das doenças (GHINI et al, 2011; BETTIOL et al, 2017).

Os patógenos habitantes no solo, por exemplo, incluem espécies de fungos, bactérias e nematoides. Estes podem destruir as sementes, causar danos em plântulas, apodrecer e destruir raízes, dentre outros danos (BETTIOL et al, 2005).

Estima-se que, somente na América do Sul, os prejuízos causados nas culturas por patógenos chegam a 46%, enquanto que por insetos chegam a 30%, e os causados por ervas daninhas a 24% (BERGAMIN et al, 1995).

No Brasil, alguns exemplos de doenças que já afetaram a agricultura foram: a ferrugem do cafeeiro (ZAMBOLIM et al, 2002) e da soja (COSTAMILAN et al, 2016), o cancro e o grening dos pomares cítricos (RANUELI, 2014), e a doença vassoura de bruxa aos cacauais da Bahia (OLIVEIRA, 2016), sendo que esse último em seu aparecimento, levou o Brasil a perder a condição de maior exportador de cacau (PEREIRA, 2013).

A redução das doenças dependem do manejo adequado da cultura. Dentre elas, por exemplo, como mostra Michereff (2001), tem-se o controle cultural, genético, biológico, físico, químico e o controle nutricional do solo já que, como mostram Zambolim et al (2005), plantas com deficiências nutricionais, são mais vulneráveis ao ataque de patógenos.

3. MODELAGEM DE BANCO DE DADOS

A modelagem de banco de dados é a etapa do desenvolvimento de *software* responsável por estruturar o armazenamento dos dados. Segundo Elmasri e Navathe (2005), um modelo de dados é um conjunto de conceitos que descrevem a estrutura de um banco de dados com tipos de dados, relacionamentos e restrições que devem suportar os dados.

O Modelo Entidade-Relacionamento é um modelo de alto nível, que utiliza a notação DER (Diagrama Entidade-Relacionamento), para representar o problema a ser modelado. A Figura 1 exemplifica esse modelo, onde os retângulos são chamados de entidades e representam os elementos do domínio do problema, e os losangos representam os relacionamentos existentes entre estas entidades (HEUSER, 2004).

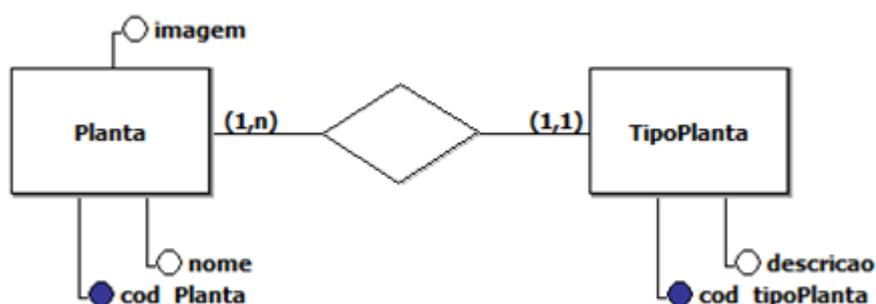


Figura 1 – Relacionamento entre as entidades Planta e TipoPlanta

A Figura 1 representa um DER parcial para o problema de gestão de doenças em plantas. Este modelo informa que o banco de dados contém dados sobre Plantas e sobre os tipos de plantas. A entidade Planta, está relacionada a somente uma instância da entidade TipoPlanta, enquanto que uma instância de TipoPlanta pode estar relacionada a uma ou mais instâncias de Planta.

Para cada planta, o banco armazena um código(*cod_Planta*), nome e uma imagem, além de uma chave estrangeira para um tipo de planta ao qual está associada. Para cada tipo de planta, o banco de dados armazena um código(*cod_tipoPlanta*) e uma descrição. Em ambos os casos, a chave primária, o atributo que identifica unicamente uma instância, é o atributo código.

Nos bancos de dados orientados a objeto e a objeto-relacional, a abstração do problema inclui, além da estrutura de dados, as operações sobre esses dados como parte das definições desses dados. Dessa forma, as aplicações podem invocar essas operações, sem considerar como foram implementados, e por terem uma estrutura compatíveis com as linguagens orientadas a objetos, não é necessário nenhuma conversão na estrutura dos dados (ELMASRI; NAVATHE, 2005).

A modelagem para banco de dados orientados a objeto e a objeto-relacional, podem utilizar a representação DER. Entretanto nesse caso, não utiliza-se o conceito de

chave primária e chave estrangeira, mas cada objeto possui um identificador que é uma referência a um objeto em memória.

4. MODELAGEM PARA A GESTÃO DE DOENÇAS EM PLANTAS

Com base na literatura apresentada sobre doenças de plantas, extraiu-se alguns conceitos para o desenvolvimento da modelagem dos dados para o problema exposto. Elaborou-se o modelo de entidade-relacionamento considerando como importante armazenar as informações sobre as doenças, das plantas, da parte da planta onde ocorre a doença, das medidas de controle da doença, da localização geográfica da ocorrência, bem como os sintomas, diagnóstico, as exigências climáticas da planta, do solo e de fertilizantes.

A Figura 2 mostra a estrutura de dados proposta para o problema de gestão de doenças em plantas.

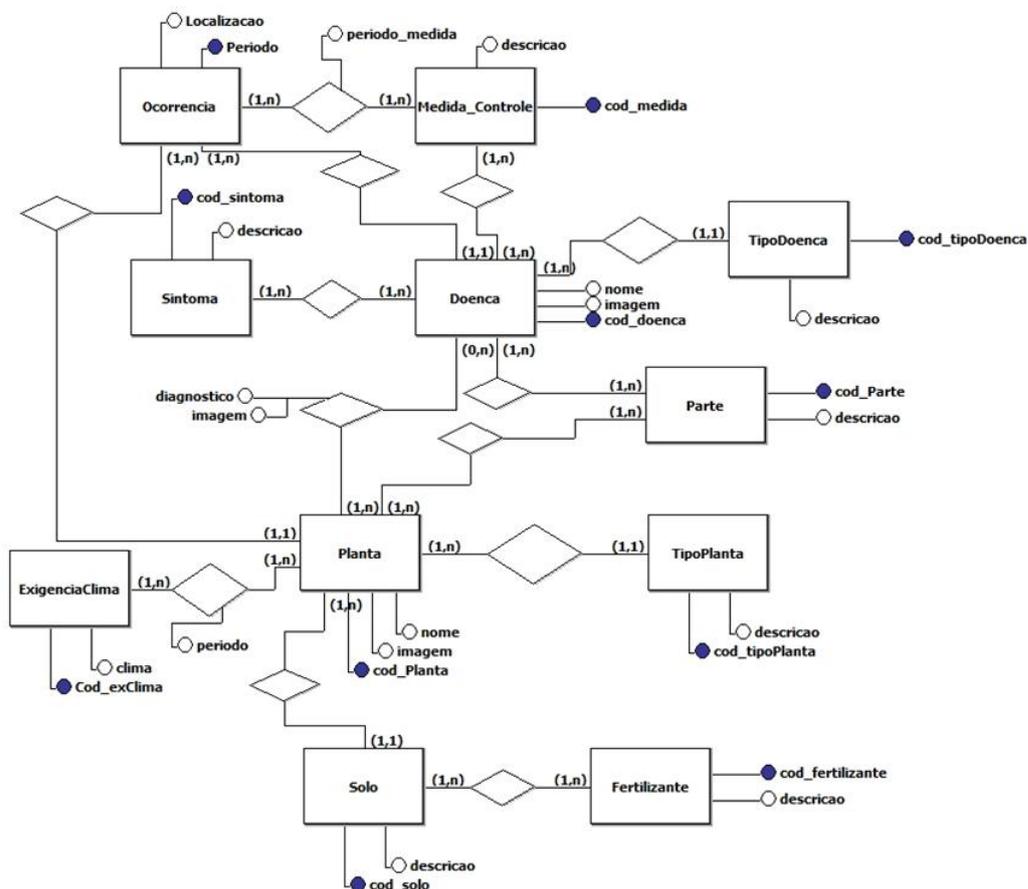


Figura 2 – Modelagem proposta para a gestão de doenças em plantas

Foi possível observar a existência de onze entidades: Ocorrencia, Medida Controle, Doenca, TipoDoenca, Sintoma, Planta, TipoPlanta, Parte, ExigenciaClima, Solo e Fertilizante.

Além dessas entidades, existem também oito tabelas de associação, aquelas oriundas dos relacionamentos muitos para muitos. São o caso dos relacionamentos entre as entidades: Ocorrencia e Medida Controle, Medida Controle e Doenca, Doenca e Sintoma, Doenca e Parte, Doenca e Planta, Planta e Parte, Planta e ExigenciaClima, Solo e Fertilizante.

Baseando-se no modelo conceitual, implementou-se o banco de dados Objeto-Relacional para a gestão de doenças em plantas. A Figura 3, apresenta um subproblema da gestão, cuja a finalidade é o cadastramento de doenças, plantas e solo, enquanto o Quadro 1, apresenta a implementação objeto-relacional para esse subproblema.

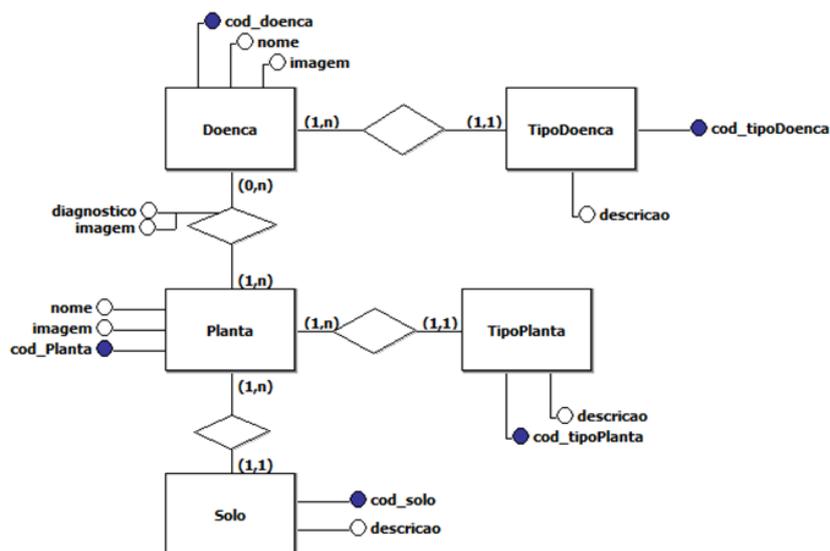


Figura 3 – Cadastro de Doenças, Plantas e Solo

Criação dos Tipos	Criação das tabelas de objetos
Create or replace type TipoDoenca_t as object (Cod_TipoDoenca number(3), Descricao varchar(50)) / Create or replace type Doenca_t as object (Cod_doenca number(3), nome varchar(15), imagem blob, Cod_tipoDoenca ref tipoDoenca_t) / Create or replace type TipoPlanta_t as object (Cod_TipoPlanta number(3), Descricao varchar(50)) / Create or replace type Solo_t as object (Cod_solo number(3), Descricao varchar(50)) / Create or replace type Planta_t as object (Cod_planta number(3), nome varchar(35) Cod_tipoPlanta ref tipoPlanta_t, Cod_Solo ref solo_t) / Create or replace type DoencaPlanta_t as object (Cod_doenca ref doenca_t, Cod_Planta ref planta_t, Diagnostico varchar(50), Imagem blob) /	Create table TipoDoenca of TipoDoenca_t(Primary Key(Cod_TipoDoenca)) / Create table Doenca of doenca_t(Primary Key(Cod_Doenca)) / Create table TipoPlanta of TipoPlanta_t(Primary key(Cod_TipoPlanta)); / Create table Planta of planta_t(Primary Key(Cod_planta)) / Create table Solo of Solo_t(Primary Key(Cod_Solo)); / Create table DoencaPlanta of doencaPlanta_t /

Quadro 1 – Implementação objeto-relacional para o Cadastro de doenças e plantas

Por meio da Figura 3 e do Quadro 1, observa-se que antes do cadastro da doença, torna-

se necessário o cadastro do tipo de doença, por exemplo, se a doença é do tipo bacteriana, fúngica ou transmitida por vírus. Isso facilita a geração de relatórios, já que permite a aplicação de filtro por tipo de doença, restringindo a integridade e impedindo a manipulação errônea dos dados.

Para o cadastro de plantas, torna-se necessário o cadastro do tipo de planta e do cadastro do solo. Os tipos de plantas podem ser, por exemplo, se a planta é uma erva, uma árvore, ou um arbusto. Na descrição do solo, pode-se dizer, por exemplo, se o solo é argiloso, arenoso ou orgânico. Assim, pode-se prever possíveis patógenos transmitidos pelo solo.

Como o relacionamento entre as entidades Doença e Planta é do tipo muitos para muitos, a tabela do relacionamento DoençaPlanta, possui uma referência para os objetos de Doença e Planta, além de um diagnóstico e uma imagem. Isso significa que quando uma doença for detectada na lavoura, é possível associar essa doença a uma planta, armazenar a informação sobre o diagnóstico e a imagem da doença na lavoura. O benefício está em manter um histórico de área, sobre as doenças que já afetaram a plantação.

Já que o estado nutricional do solo pode interferir no surgimento de doenças, assim como mostram Zambolim et al (2005), mantém-se um cadastro de fertilizante por meio da tabela Fertilizante. A entidade SoloFertilizante, mantém uma referência para os objetos Fertilizante e Solo, cuja a finalidade é manter um histórico de fertilizantes utilizados no solo.

Pode-se identificar uma doença por meio dos seus sintomas. Dessa forma, realiza-se o cadastro dos sintomas (entidade Sintoma) e o associa a uma doença por meio da entidade DoençaSintoma.

A entidade Ocorrencia armazena os dados sobre localização, período, doença e a planta afetada. Assim, OcorrenciaMedida_Controlle armazena as informações sobre quais as medidas de controle, cadastradas previamente por meio da entidade Medida_Controlle, foram tomadas para uma determinada ocorrência. Para uma mesma doença pode existir várias formas de medidas de controle. Dessa forma, a entidade Medida_ControlleDoença, apresenta sugestões de como tratar a doença.

A entidade Parte refere-se ao cadastros das partes da planta que podem ser afetadas por uma doença, por exemplo, folhas, caules ou raízes. Assim, a entidade PlantaParte e DoençaParte, referem-se, respectivamente, ao controle das partes de uma planta e ao controle das partes afetadas por uma determinada doença.

Como os fatores climáticos também influenciam no surgimento de doenças (GHINI et al, 2011), a entidade PlantaExigenciaClima associa a planta as suas respectivas exigências climáticas (entidade ExigenciaClima).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Dentre os benefícios da modelagem de gestão de doenças em plantas podemos citar:

- Agilidade, em saber qual medida de controle utilizar para salvar a planta;
- Histórico de área, ao manter um histórico sobre as doenças que afetaram a lavoura e quais as medidas tomadas para combatê-la;

- Redução de tempo, ao ter essas informações o agricultor poderá consultá-las e saber exatamente como agir para combater a doença; e consequentemente,
- Redução de custos, com isso o agricultor não gasta desnecessariamente com produtos, e não permite que a doença se espalhe pela propriedade.

Como trabalho futuro, sugere-se estudar o rastreamento do controle de doenças e pragas, a fim de controlar nos insumos aplicados, a quantidade e as fórmulas preparadas, além de outros atributos não identificados no momento de elaboração desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

- BERGAMIN FILHO, A; KIMATI, H.; AMORIN, L.** *Manual de Fitopatologia*. 3.ed., São Paulo: Agronômica Ceres, 1995.
- BETTIOL, W. et al.** *Alguns métodos alternativos para o controle de doenças de plantas disponíveis no Brasil*. In: *Controle alternativo de pragas e doenças*. Viçosa: EPAMIG/CTZM, p. 163-183, 2005.
- BETTIOL, W. et al.** *Aquecimento global e problemas fitossanitários*. Brasília: Embrapa. 2017.
- GHINI, R. et al.** *Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011.
- HEUSER, C.A.** *Projeto de banco de dados*. 5.ed. Porto Alegre: Sagra-Luzzatto, 2004.
- MICHEREFF, S. J.** *Fundamentos da Fitopatologia*. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2001.
- OLIVEIRA, V. A.S.** *O enigma da vassoura-de-bruxa: análise de um choque exógeno na economia de Ilhéus/BA*. 2016. 97 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.
- PEREIRA, L.G de C.** *Controle Fitossanitário: Agrotóxicos e outros métodos*. Brasília: Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados, 2013.
- RANUELI, A. C.** *Utilização de técnicas espectroscópicas no estudo e caracterização de doenças em citros: HLB (greening) e cancro cítrico*. 2014. 137 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.
- ZAMBOLIM, L et al.** *Epidemiologia e controle integrado da ferrugem do cafeeiro*. In: *O Estado da Arte de Tecnologias de Produção de Café*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. p. 369-450, 2002.
- ZAMBOLIM, L. et al.** *Nutrição Mineral e Patógenos Radiculares*. In: *Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais*. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. p. 153 – 181, 2005.
- COSLAMILAN, L.M et al.** *Ferrugem de soja: avaliação de resistência de linhagens, safra 2015/2016*. In: *Soja: resultados de pesquisa 2015/2016*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 42 – 46, 2016.