

Modelo conceitual de banco de dados orientado a objeto aplicado a estudos pedológicos – DATASOLOS_SC

Conceptual modeling of database object-oriented applied to soil studies – DATASOLOS_SC

Pablo Grahl dos Santos *(ORCID 0000-0002-3509-9616), **Jaime Antonio de Almeida** (ORCID 0000-0001-5808-9421)

Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, Brasil. *Autor para correspondência: pablograhl Santos@gmail.com

Submissão: 10/01/2024 | Aceite: 29/07/2024

RESUMO

Sistemas de informação são capazes de armazenar dados importantes de modo que estes possam ser consultados e analisados para os mais diversos usos e aplicações. A maneira como os dados são armazenados em um banco de dados facilita a organização, a consulta e a atualização das informações. A modelagem conceitual tem sido aplicada com sucesso na construção de bancos de dados permitindo representar, de maneira abstrata, formal e não ambígua, a realidade da aplicação. O objetivo deste trabalho foi projetar e implementar uma estrutura de um banco de dados por meio de modelagem conceitual para aplicações na área da Ciência do Solo através do modelo OMT, visando à organização, sistematização e gerenciamento da informação disponível sobre este recurso natural, por meio de um sistema gerenciador de banco de dados objeto relacional - SGBD. O DATASOLOS_SC reúne dados gerais, físicos, químicos e morfológicos de perfis modais de solos de Santa Catarina, além de uma biblioteca de amostras de solo (banco físico). A versão inicial do banco de dados estará disponível para acesso no endereço eletrônico <https://datasolos-sc.sistemas.udesc.br/>.

PALAVRAS-CHAVE: banco de dados; orientação a objetos; solos.

ABSTRACT

Information systems are able to store important data so as that these can be consulted and analyzed for the most varied uses and applications. The way how the data is stored in a database makes it easy the organization, query and update of information. The conceptual modeling has been successfully applied in the building of databases enabling represent in an abstract way, formal and unambiguous, the reality of application. The objective of this study was to design a structure of a database by means of conceptual modeling for applications in the field of soil science through of OMT model, aimed the organizing, systematizing, and managing of the information available about this natural resource, through a relational object database management system. The DATASOLOS_SC gathers general, physical, chemical and morphological data of soil profiles from Santa Catarina State – Brazil, besides a soil samples library (physical bank). The initial version of the soil database will be available for access at the electronic address <https://datasolos-sc.sistemas.udesc.br/>.

KEYWORDS: database; object orientation; soils.

O conhecimento detalhado sobre recursos naturais e características físicas do meio-ambiente é indispensável para a avaliação do potencial do uso das terras para as mais diversas atividades agrícolas. Para analisar fatores relacionados aos solos, é preciso que se crie um banco de dados consistente, georreferenciado e quantitativo (COOPER et al. 2005). O modo como os dados são armazenados em um banco de dados facilita a organização, a consulta e a atualização das informações (ASSAD & SANO 1998).

Em virtude da necessidade de informações para o desenvolvimento de estudos multidisciplinares envolvendo solos e suas relações com outros recursos naturais, instituições internacionais têm desenvolvido vários sistemas de informações especialistas (CHAGAS et al. 2004). Dentre outras iniciativas existentes, merecem destaque o Mapa Digital de Solos do Mundo, sendo o único banco de dados de solos

em escala global (FAO 1996). O SOTER - The World Soils and Terrain Database, surge do esforço de compilar, atualizar e expandir o banco de dados da FAO, sendo baseado no mapeamento de unidades da paisagem com padrões distintos de litologia, geomorfologia e solos (VAN ENGELEN & WEN 1995). O CANSIS - Canadian Soil Information System, compõem um banco de dados geográficos, formado pelo conjunto de dados climáticos, solos, e uso da terra relacionado ao rendimento de cultivos agrícolas em diferentes paisagens no Canadá (MACDONALD & KLOOSTERMAN 1984). O NASIS - National Soil Information System, nasceu da iniciativa de automatizar o grande volume de informações geradas pelos levantamentos de solos realizados pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (SOIL SURVEY STAFF 1991). E o SIGSOLOS - Sistema de Informações Georreferenciadas de solos do Brasil (EMBRAPA 1998).

O Brasil ocupa uma posição de vanguarda na condução de pesquisas sobre solos tropicais, mas a disponibilização destas informações por métodos tradicionais têm-se mostrado ineficiente, em razão do grande volume e pouca normatização dos dados, limitando sua utilização. No entanto, com o advento de tecnologias computacionais modernas cria-se condições para que todo este acervo existente possa ser gerenciado por sistemas de informações compondo uma base de dados georreferenciados (BHERING et al. 1998). Os sistemas de informação de solos podem apresentar dados com dimensões espaciais, ou pontuais descrevendo e quantificando propriedades específicas de um perfil de solo (BAUMGARDNER 1999). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um protótipo de uma estrutura de um banco de dados objeto relacional (DATASOLOS_SC), por meio de um modelo conceitual orientado a objeto aplicado a estudos na área da Gênese e Classificação de Solos, de modo a tornar possível o gerenciamento dos dados e, sistematizar o acesso público da informação disponível sobre solos do estado de Santa Catarina, proveniente de projetos de pesquisa à nível de Mestrado e Doutorado, vinculados ao programa de Pós-Graduação em Ciência do solo da UDESC.

Na concepção de um sistema de informação, o projeto de um banco de dados é uma das etapas mais importantes. O enfoque tradicional de um projeto de banco de dados consiste em dividi-lo em três fases distintas: projeto conceitual; projeto lógico; e projeto físico (ELMASRI & NAVATHE 2017). De acordo com LISBOA FILHO (2000) e LISBOA FILHO et al. (2000) modelagem de dados é o processo de abstração do mundo real onde somente os elementos essenciais da realidade observada são enfatizados, fornecendo uma base notacional e semântica, compreendendo a descrição e definição dos conteúdos dos dados, além de estruturas e de regras. Geralmente, os esquemas conceituais são metodologicamente utilizados no desenvolvimento de bancos de dados (NETO 2000, NETO et al. 2006). Segundo CEN (1996) a modelagem é sempre feita com base em algum formalismo conceitual (relacional, hierárquico, orientado a objeto) independentemente do nível de abstração empregado.

Atualmente existem vários modelos conceituais de dados que diferem basicamente quanto ao formalismo conceitual e relacional, sendo que neste trabalho utilizou-se o modelo OMT convencional (Object Modeling Technique) de RUMBAUGH et al. (1991), devido à sua capacidade de representar os aspectos semânticos de uma aplicação, em função de adotar a abordagem de orientação a objetos e ao seu amplo uso na modelagem. Atualmente existem várias linguagens para especificação de diagramas de classes segundo o formalismo da orientação a objetos, neste caso decidiu-se por usar a notação gráfica do diagrama de classes UML - Unified Modeling Language (BOOCH et al. 1998, FURLAN 1998) através do software StarUML™ The Open Source UML/MDA Platform Versão 5.0.2.1570. O modelo conceitual do banco de dados (Figura 1) foi projetado partindo-se de conceitos técnicos básicos na área de aplicação, tendo seu projeto lógico e sua estrutura física construída utilizando o aplicativo Microsoft Access 2007® (Figura 2). A escolha deve-se por o Access ser um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional que apresenta a capacidade de vincular os dados para visualização, consulta, edição e elaboração de relatórios, apresentando como vantagem, a importação e exportação de dados em vários formatos, e principalmente pela facilidade de emprego do software, ou seja, o usuário não precisa ter conhecimento prévio de programação de computadores ou linguagem de banco de dados avançada.

Os dados e informações foram obtidos por projetos técnicos e científicos executados pelo Laboratório de Gênese e Mineralogia do Solo do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da UDESC com apoio ou não de instituições parceiras, detendo desta forma, direitos autorais e/ou de propriedade intelectual sobre o referido banco de dados.

O projeto tem como iniciativa sistematizar o acesso público da informação para uso profissional, pessoal ou acadêmico, devendo a obrigatoriedade da citação da fonte em publicações que utilizem direta ou

indiretamente dados e/ou informações do respectivo banco de solos.

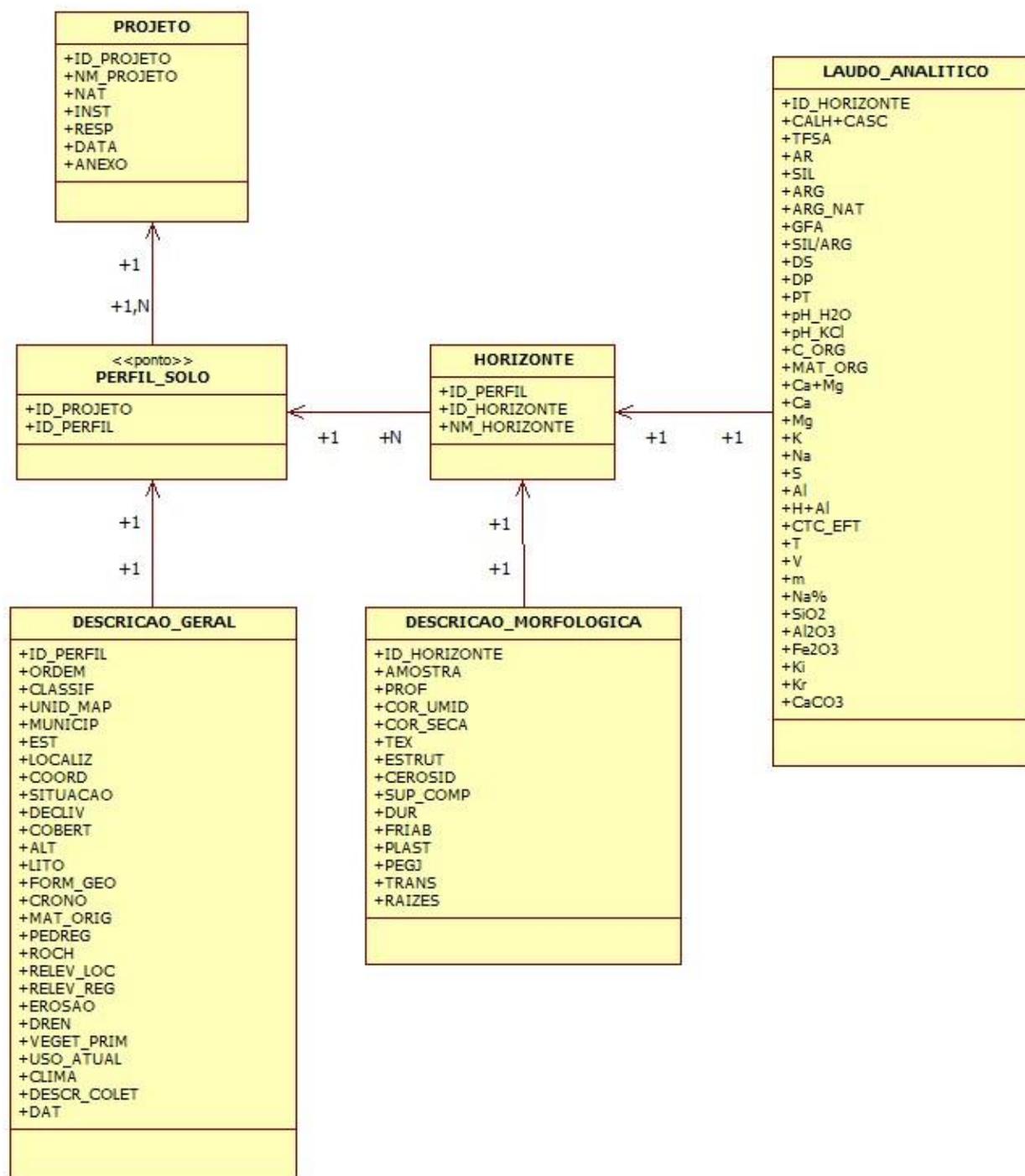


Figura 1. Modelo conceitual do DATASOLOS_SC com as classes, atributos e relacionamentos.

Figure 1. Conceptual model of the DATASOLOS_SC with the classes, attributes and relationships.

Os dados de entrada foram selecionados a partir de 17 trabalhos acadêmicos (teses, dissertações, artigos científicos e relatórios técnicos), compreendendo inicialmente 123 perfis completos de solos, perfazendo um total de 790 amostras (horizontes), incluindo dados gerais, físicos, químicos e morfológicos de solos de Santa Catarina (Tabelas 1 a 6).

O DATASOLOS_SC conta ainda com um banco físico (biblioteca) onde as amostras de solo foram codificadas e armazenadas, e podem ser disponibilizadas mediante solicitação para análises complementares em outros projetos de pesquisa.

A versão 1.0 do DATASOLOS_SC estará disponível futuramente para acesso na internet no seguinte endereço eletrônico: <https://datasolos-sc.sistemas.udesc.br/>.

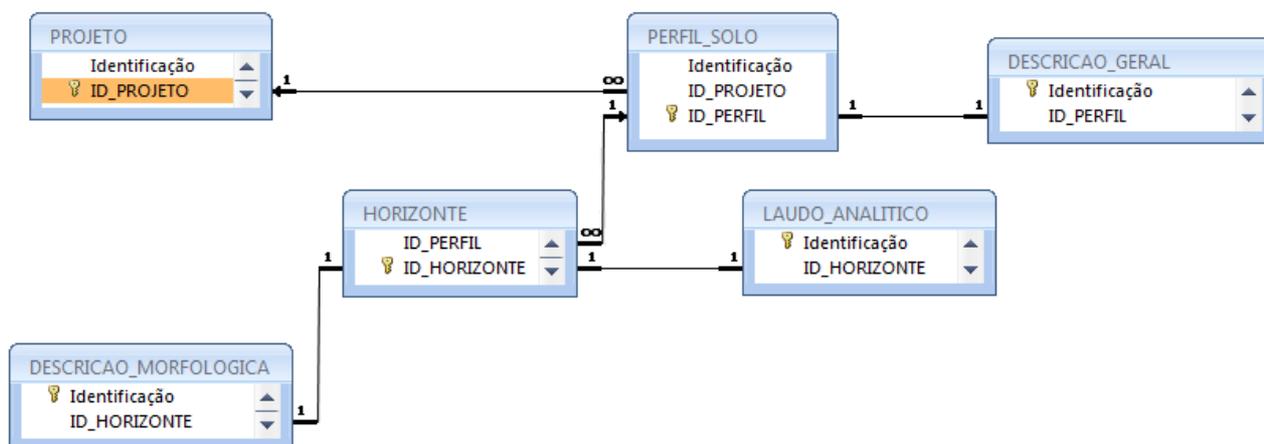


Figura 2. Projeto lógico do DATASOLOS_SC.

Figure 2. Logical project of the DATASOLOS_SC.

Tabela 1. Lista de atributos da classe PROJETO com a descrição dos campos.

Table 1. Attributes list of the PROJECT class with the fields description.

Nome Campo	Tipo	Tamanho	Descrição
ID_PROJETO	Text	2-3	Código identificador do projeto no banco de dados (iniciais maiúsculas nome/sobrenome do aluno/pesquisador)
NM_PROJETO	Text	255	Nome do projeto (título do projeto ou trabalho acadêmico)
NAT	Text	255	Natureza do trabalho (tese/doutorado, dissertação/mestrado, artigo científico, relatório, outros)
INST	Text	255	Instituição executora (sigla)
RESP	Text	255	Responsável (Coordenador/orientador; equipe técnica; aluno)
DATA	Text	6	Data abreviada de publicação ou banca de defesa do trabalho (mmm-aa)
ANEXO	Anexo		Arquivo extensão pdf do trabalho

Tabela 2. Lista de atributos da classe PERFIL_SOLO com a descrição dos campos.

Table 2. Attributes list of the SOIL_PROFILE class with the fields description.

Nome Campo	Tipo	Tamanho	Descrição
ID_PROJETO	Text	2-3	Código identificador do projeto no banco de dados (iniciais maiúsculas nome/sobrenome do aluno/pesquisador)
ID_PERFIL	Text	4-10	Código identificador do perfil de solo no banco de dados (nome do perfil no trabalho acrescido do código identificador do projeto no banco de dados)

Tabela 3. Lista de atributos da classe HORIZONTE com a descrição dos campos.

Table 3. Attributes list of the HORIZON class with the fields description.

Nome Campo	Tipo	Tamanho	Descrição
ID_PERFIL	Text	4-10	Código identificador do perfil de solo no banco de dados (nome do perfil no trabalho acrescido do código identificador do projeto no banco de dados)
ID_HORIZONTE	Text	3-5	Código identificador do horizonte ou camada do solo no banco de solos físico e digital (número sequencial da amostra acrescido do código do projeto)
NM_HORIZONTE	Text	1-10	Nome do horizonte (símbolo - nomenclatura do horizonte ou camada do solo)

Tabela 4. Lista de atributos da classe DESCRICAO_GERAL com a descrição dos campos.

Table 4. Attributes list of the GENERAL_DESCRIPTION class with the fields description.

Nome Campo	Tipo	Tamanho	Descrição
ID_PERFIL	Text	4-10	Código identificador do perfil de solo no banco de dados (nome do perfil no trabalho acrescido do código identificador do projeto no banco de dados)
ORDEM	Text	11	Classe de solo no 1º nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa) (letras maiúsculas)
CLASSIF	Text	255	Classificação taxonômica a nível de subgrupo de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa)
UNID_MAP	Text	55	Unidade de Mapeamento (Levantamento de Solos)
MUNICIP	Text	25	Nome do Município
EST	Text	2	Nome do Estado da Federação (Sigla)
LOCALIZ	Text	255	Localização (descrição)
COORD	Text	55	Coordenadas Geográficas LAT; LONG (dd mm ss,ss) - Sistema Geodésico de Referência (<i>Datum</i> Horizontal WGS84)
SITUACAO	Text	255	Situação do perfil de solo na paisagem
DECLIV	Text	1-5	Declividade (%) valor absoluto ou faixa
COBERT	Text	55	Cobertura vegetal sobre o perfil de solo
ALT	Text	10	Altitude (m) Ortométrica ou Geométrica
LITO	Text	55	Litologia
FORM_GEO	Text	100	Formação Geológica
CRONO	Text	55	Cronologia
MAT_ORIG	Text	255	Material de origem do solo
PEDREG	Text	55	Pedregosidade (classe)
ROCH	Text	55	Rochosidade (classe)
RELEV_LOC	Text	55	Relevo local (classe)
RELEV_REG	Text	55	Relevo regional (classe)
EROSAO	Text	25	Tipo e grau de erosão do solo
DREN	Text	55	Drenagem (classe)
VEGET_PRIM	Text	100	Vegetação primária
USO_ATUAL	Text	55	Uso atual do solo
CLIMA	Text	3	Subtipo climático de acordo com a classificação de Koppen (símbolo)
DESCR_COLET	Text	255	Descrito e coletado por (nomes)
DAT	Text	10	Data da descrição do perfil e coleta de amostras (dd/mm/aaaa)

Tabela 5. Lista de atributos da classe DESCRICAO_MORFOLOGICA com a descrição dos campos.

Table 5. Attributes list of the MORPHOLOGICAL_DESCRIPTION class with the fields description.

Nome Campo	Tipo	Tamanho	Descrição
ID_HORIZONTE	Text	3-5	Código identificador do horizonte ou camada do solo no banco de solos físico e digital (número sequencial da amostra acrescido do código do projeto)
AMOSTRA	Text	1	Possui amostra de solo disponível no banco físico (S – sim; N – não)
PROF	Text	25	Profundidade/espessura do horizonte ou camada do solo (cm)
COR_UMID	Text	25	Cor úmida do solo (código Munsell)
COR_SECA	Text	25	Cor seca do solo (código Munsell)
TEX	Text	55	Textura do solo (classe ou grupamento textural)
ESTRUT	Text	255	Estrutura do solo (grau, tamanho e tipo)
CEROSID	Text	100	Cerosidade (grau de desenvolvimento e quantidade)
SUP_COMP	Text	25	Superfícies de compressão ou fricção
DUR	Text	55	Dureza ou tenacidade (consistência seca do solo)
FRIAB	Text	55	Friabilidade (consistência úmida do solo)
PLAST	Text	55	Plasticidade (consistência molhada do solo)
PEGJ	Text	55	Pegajosidade (consistência molhada do solo)
TRANS	Text	55	Transição entre horizontes ou camadas do solo (topografia e

RAIZES	Text	100	contraste) Presença de raízes (quantidade, tipo, tamanho)
--------	------	-----	--

Tabela 6. Lista de atributos da classe LAUDO_ANALITICO com a descrição dos campos.

Table 6. Attributes list of the ANALYTICAL_REPORT class with the fields description.

Nome Campo	Tipo	Tamanho	Descrição
ID_HORIZONTE	Text	3-5	Código identificador do horizonte ou camada do solo no banco de solos físico e digital (número sequencial da amostra acrescido do código do projeto)
CALH+CASC	Text	5	Calhaus (>20mm) + Cascalhos (20-2mm) (g.kg ⁻¹ da fração na amostra total)
TFSA	Text	5	Terra fina seca ao ar (<2mm) (g.kg ⁻¹ da fração na amostra total)
AR	Text	6	Fração areia total (2-0,05mm) (g.kg ⁻¹)
SIL	Text	6	Fração silte total (0,05-0,002mm) (g.kg ⁻¹)
ARG	Text	6	Fração argila total (<0,002mm) (g.kg ⁻¹)
ARG_NAT	Text	5	Argila natural (g.kg ⁻¹)
GFA	Text	5	Grau de flocculação da argila (%)
SIL/ARG	Text	4	Relação silte/argila (adimensional)
DS	Text	4	Densidade do solo (aparente) (g.dm ⁻³)
DP	Text	4	Densidade de partículas (g.dm ³)
PT	Text	4	Porosidade total do solo (m ³ .m ⁻³)
pH_H2O	Text	4	pH em água (1:2,5)
pH_KCl	Text	4	pH em sal (cloreto de potássio) (1:2,5)
C_ORG	Text	5	Teor carbono orgânico (g.kg ⁻¹) ou COT (g.kg ⁻¹)
MAT_ORG	Text	5	Teor matéria orgânica (%)
Ca+Mg	Text	5	Teor cálcio+magnésio trocável (cmol _c .kg ⁻¹)
Ca	Text	5	Cálcio trocável (cmol _c .kg ⁻¹)
Mg	Text	5	Magnésio trocável (cmol _c .kg ⁻¹)
K	Text	5	Potássio trocável (cmol _c .kg ⁻¹)
Na	Text	5	Sódio trocável (cmol _c .kg ⁻¹)
S	Text	5	Valor S (soma de bases) (cmol _c .kg ⁻¹)
Al	Text	5	Alumínio trocável (cmol _c .kg ⁻¹)
H+Al	Text	5	Acidez potencial (cmol _c .kg ⁻¹)
CTC_EFT	Text	5	Capacidade de troca de cátions efetiva (cmol _c .kg ⁻¹)
T	Text	5	Valor T (CTC à pH7) (cmol _c .kg ⁻¹)
V	Text	4	Valor V (saturação por bases) (%)
m	Text	4	Saturação por alumínio (%)
Na%	Text	4	Saturação por sódio (%)
SiO2	Text	5	Sílica no extrato sulfúrico (g.kg ⁻¹)
Al2O3	Text	5	Alumínio no extrato sulfúrico (g.kg ⁻¹)
Fe2O3	Text	5	Ferro no extrato sulfúrico (g.kg ⁻¹)
Ki	Text	4	Índice Ki (adimensional)
Kr	Text	4	Índice Kr (adimensional)
CaCO3	Text	5	Equivalente carbonato de cálcio (g.kg ⁻¹)

A análise do modelo proposto permite concluir que, neste caso particular, buscou-se a definição de um modelo simplificado para uma aplicação específica, podendo desta forma, dar suporte conceitual a outros sistemas similares mais complexos e abrangentes visando diminuir a dificuldade de implementação da aplicação.

Este trabalho apresentou um modelo conceitual de dados, onde as classes, e os relacionamentos, por meio do projeto lógico, possibilitaram a estruturação física do banco de dados de solos, permitindo a aplicação no gerenciamento da informação gerada na área da Pedologia.

O modelo proposto possibilita uma melhor organização e sistematização dos dados de entrada, representando um acervo de informações úteis sobre os solos do estado de Santa Catarina, e de fácil acesso aos usuários.

REFERÊNCIAS

- ASSAD ED & SANO EE. 1998. Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura. Brasília: Embrapa.
 BAUMGARDNER MF. 1999. Soil databases. In: SUMNER ME. (Ed.). Handbook of soil science. Boca Raton: CRC Press. p.H1-H4.

- BOOCH G et al. 1998. The unified modeling language user guide. Massachusetts: Addison Wesley Longman.
- CHAGAS CS et al. 2004. Estrutura e organização do sistema de informações georreferenciadas de solos do Brasil (SIGSOLOS – VERSÃO 1.0). Revista Brasileira de Ciência do Solo 28: 865-876.
- CEN. 1996. Geographic information – data description – conceptual schema language. Brussels: EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. (Relatório).
- COOPER M et al. 2005. A national soil profile database for Brazil available to international scientists. Soil Science Society of America Journal 69: 649-652.
- ELMASRI R & NAVATHE SB. 2017. Fundamentals of Database Systems. 7.ed. Harlow: Pearson.
- BHERING SB et al. 1998. Base de informações georreferenciada de solos: metodologia e guia básico do aplicativo SigSolos, versão 1.0. Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNPS. 112p. (Boletim de pesquisa 11).
- EMBRAPA. 1998. Base de informações georreferenciada de solos: metodologia e guia básico do aplicativo SigSolos, versão 1.0. Rio de Janeiro: CNPS. (CD-ROM - Boletim de pesquisa 11).
- FAO. 1996. The digitized soil map of the world including derived soil properties. Rome: FAO. (CD-Rom).
- FURLAN JD. 1998. Modelagem de Objetos através da UML. Análise e Desenho Orientados a Objeto. The Unified Modeling Language. São Paulo: Makron Books.
- LISBOA FILHO J. 2000. Projeto conceitual de banco de dados geográficos através da reutilização de esquemas, utilizando padrões de análise e um framework conceitual. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) Porto Alegre: UFRGS. 212p.
- LISBOA FILHO J et al. 2000. Modelagem conceitual de banco de dados geográficos: o estudo de caso do projeto PADCT/CIAMB. In: Carvão e Meio Ambiente. Porto Alegre: UFRGS. p.440-458.
- MACDONALD KB & KLOOSTERMAN B. 1984. The canadian soil information system -CANSIS: general users manual. Ottawa Land Resource Research Institute, Research Branch, Agriculture Canada. 56p. (Manual Técnico).
- NETO SLR. 2000. Um modelo conceitual de sistema de apoio à decisão espacial para gestão de desastres por inundações. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes). São Paulo: USP. 208p.
- NETO SLR et al. 2006. Modelagem conceitual de geodados com técnica orientada a objetos para gestão de recursos hídricos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos 11: 235-244.
- RUMBAUGH J et al. 1991. Object-oriented modeling and design. New Jersey: Prentice-Hall.
- SOIL SURVEY STAFF. 1991. National soil information system (NASIS): soil interpretation and information dissemination sub-system. Draft requirements statement. Lincoln: USDA, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center. 67p.
- VAN ENGELEN VWP & WEN TT. 1995. Global and national soils and terrain digital databases (SOTER): procedures manual. Wageningen: UNEP-ISSS-ISRIC-FAO. 129p. (Manual Técnico).