

UERJ

Dissertação de Mestrado em Engenharia de Computação
Área de Concentração em Geomática

ONTOLOGIAS, UMA ALTERNATIVA PARA A INTEGRAÇÃO DE BASES DE DADOS HETEROGÊNEAS

Autora: Adriana dos Santos Aparicio

Orientador: Oscar Luiz Monteiro de Farias, D.Sc.

Co-Orientadora: Neide dos Santos, D.Sc.

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Computação
Área de Concentração em Geomática

Fevereiro - 2005



Faculdade de Engenharia

ONTOLOGIAS, UMA ALTERNATIVA PARA A INTEGRAÇÃO DE BASES DE DADOS HETEROGÊNEAS

Adriana dos Santos Aparicio

Dissertação submetida ao corpo docente da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Computação – Área de Concentração Geomática.

Orientador: Prof. Oscar Luiz Monteiro de Farias, D.Sc.
Co-Orientadora: Neide dos Santos, D.Sc.

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Computação
Área de Concentração em Geomática

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
FEVEREIRO DE 2005

APARICIO, ADRIANA DOS SANTOS

Sistema de Informação [Rio de Janeiro]

2005

XIX, 237 p. 29,7 cm (FEN/UERJ,

M.Sc., Engenharia de Computação –

Área de Concentração Geomática, 2005)

Tese - Universidade do Estado do Rio de
Janeiro - UERJ

1. Bancos de Dados Heterogêneos
2. Bancos de Dados Relacionais
3. Ontologias
4. ADO.NET

I. FEN/UERJ II. Título (série)

FOLHA DE JULGAMENTO

Título: Ontologias, uma Alternativa para a Integração de Bases de Dados Heterogêneas.

Candidato: Adriana dos Santos Aparicio

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Computação

Área de Concentração em Geomática

Data da defesa: 28 de fevereiro de 2005.

Aprovada por:

Prof. Oscar Luiz Monteiro de Farias, D.Sc., UERJ

Profa. Neide dos Santos, D.Sc., UERJ

Prof. Nelson F. F. Ebecken, D.Sc., COPPE-UFRJ

Prof. Orlando Bernardo Filho, D.Sc., UERJ

Prof. Ubiratan Porto dos Santos, D.Sc., UFRJ

Dedicatória

Ao meu marido Carlos A. Sicsú e
ao nosso amado filho Matheus,
ao meu pai Antonio e a minha
mãe Rosa pelo total apoio nas
horas difíceis durante o curso e
no decorrer deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À UERJ.

Ao departamento de Engenharia da Computação e ao departamento de Engenharia Cartográfica, pelo padrão do curso.

Ao professor orientador Oscar Luiz Monteiro de Farias, por ter acreditado no meu trabalho e estado sempre ao meu lado durante todos os momentos difíceis do curso.

A professora co-orientadora Neide Santos, que demonstrou que com perseverança nós conseguimos alcançar nossos objetivos.

Ao professor Orlando Bernardo Filho, que sempre incentivou e orientou meu marido para que se formasse de forma honrosa e ética.

Ao coordenador Nunes, pelo apoio nas horas difíceis.

À Beth, Maria Elisabeth Nascimento da Silva, que sempre apoiou todos os alunos durante o curso.

Aos demais professores e amigos do curso de Geomática, cada um ao seu jeito contribuiu para com minha formação.

Ao meu amigo Luís Serpa e a amiga Paula Lima que sempre me apoiaram e me deram força para alcançar o meu objetivo.

Aos meus chefes, José Luis e André de Castro que sempre acreditaram no meu sucesso.

Aos amigos que sempre me incentivaram e apoiaram José Luis, Letícia, André de Castro, Reginaldo, Maria Cristina, Carlos Alexandre.

Resumo da Dissertação apresentada à FEN/UERJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.).

ONTOLOGIAS, UMA ALTERNATIVA PARA A INTEGRAÇÃO DE BASES DE DADOS HETEROGÊNEAS

Adriana dos Santos Aparicio

Fevereiro/2005

Orientador: Oscar Luis Monteiro de Farias, D.Sc., UERJ.

Co-Orientador: Neide dos Santos, D.Sc, UERJ.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação - Área de Concentração Geomática – Mestrado

Nesta dissertação é apresentada uma solução para a integração de bancos de dados heterogêneos, visando resolver os problemas de interoperabilidade. A solução consiste em unir dois enfoques apresentados na literatura para a superação do problema: (a) desenvolvimento de um esquema global, traduzido em uma camada de *software* entre bancos de dados relacionais heterogêneos; e (b) criação de uma ontologia que descreva e represente o conhecimento consolidado no domínio das informações dos bancos de dados heterogêneos a serem manipulados.

Para testar esta solução conceitual, foi elaborado um estudo de caso, a partir de consultas hipotéticas a uma base de dados heterogênea e relacional, com dados sobre solos, visando identificar os tipos de solos mais apropriados ao cultivo de um determinado cítrico. Para tanto, modelamos e construímos, com o suporte do editor de ontologias Protégé 2000, uma ontologia para o domínio de solos, nomeada de *ClassSolos*. Adicionalmente, desenvolvemos um protótipo de sistema para dar suporte às consultas, chamado SIBDAR, organizamos uma base de dados, de acordo com os termos e relacionamentos presentes em *ClassSolos*. Os resultados encontrados foram satisfatórios e mostram que o uso de ontologias pode efetivamente promover a interoperação entre bancos de dados heterogêneos e relacionais.

Abstract of Dissertation presented to FEN/UERJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.).

ONTOLOGIES, AN ALTERNATIVE TO THE INTEGRATION OF HETEROGENEOUS DATA BASES

Adriana dos Santos Aparicio

February/2005

Advisors: Oscar Luis Monteiro de Farias, D.Sc

Neide dos Santos, D.Sc

Program of Computing Engineering - Geomatic

In this dissertation I present a solution for the integration of heterogeneous data bases, aiming at solving the interoperability problems. The solution consists in uniting two approaches presented in the literature on the overcoming of this problem: (a) development of a global scenario, translated on a software layer among heterogeneous relational data bases; and (b) creation of an ontology that describes and represents the consolidated knowledge in the domain of the heterogeneous data bases that have been manipulated.

In order to test this conceptual solution, I elaborated a case study, based on hypothetical queries to a relational and heterogeneous data base, with data on soils, aiming at identifying the kinds of soil that are more appropriate to the cultivation of a certain citric. In order to do so, we modeled and built, with the help of the ontologies editor Protege 2000, an ontology for the domain of soils, named ClassSolos. Additionally, I modeled and built, with the help of the ontologism editor Protégé 2000, an ontology for the domain of soils, named ClassSolos. Additionally, I developed a system prototype in order to assist the queries, called SIBDAR, and organized a database, according to the terms and relationships present in ClassSolos. The results obtained were satisfactory and show that ontology can effectively promote the interoperability among relational and heterogeneous databases.

ÍNDICE

| | |
|---|---------------|
| CAPÍTULO I _____ | - 1 - |
| I.1 INTRODUÇÃO _____ | - 1 - |
| I.2 OBJETIVOS _____ | - 3 - |
| I.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO _____ | - 4 - |
| | |
| CAPÍTULO II _____ | - 5 - |
| INTEROPERABILIDADE EM BANCOS DE DADOS HETEROGENEOS: FUNDAMENTOS TEÓRICOS _____ | - 5 - |
| II.1 INTRODUÇÃO _____ | - 5 - |
| II.2 CARACTERÍSTICAS DE SBDH _____ | - 8 - |
| II.2.1 Autonomia _____ | - 8 - |
| II.2.2 Distribuição _____ | - 8 - |
| II.2.3 Heterogeneidade _____ | - 9 - |
| II.3 TIPOS DE SBDH _____ | - 9 - |
| II.3.1 Sistemas Federativos com Acoplamento Forte _____ | - 9 - |
| II.3.2 Sistemas Federativos com Acoplamento Fraco _____ | - 10 - |
| II.4 PROBLEMAS RELACIONADOS À UTILIZAÇÃO DE SBDH ____ | - 11 - |
| II.4.1 Transparência _____ | - 12 - |
| II.4.2 Autonomia _____ | - 12 - |
| II.4.3 Conflitos Semânticos e Sintáticos _____ | - 12 - |
| II.5 A ESCOLHA DE UM MODELO DE DADOS CANÔNICO _____ | - 15 - |
| II.6 - INTEGRAÇÃO DE ESQUEMAS CONCEITUAIS _____ | - 16 - |
| II.6.1 Metodologias de Comparação de Esquemas Conceituais ____ | - 17 - |
| II.6.2 Metodologias de Identificação de Equivalências entre Objetos _____ | - 19 - |

| | |
|---|--------|
| II.6.3 Comparação de Metodologias de Acesso a Bancos de Dados Autônomos | - 21 - |
| II.7 ESQUEMA GLOBAL | - 21 - |
| II.8 INTEROPERABILIDADE | - 23 - |
| II.9 EXEMPLOS DESENVOLVIDOS PARA INTEGRAÇÃO DE BANCOS DE DADOS HETEROGÊNEOS | - 23 - |
| II.10 CONCLUSÕES | - 25 - |
| | |
| CAPÍTULO III | - 27 - |
| ONTOLOGIAS E INTEGRAÇÃO DE BANCOS DE DADOS HETEROGÊNEOS | - 27 - |
| III.1 INTRODUÇÃO | - 27 - |
| III.2 ONTOLOGIAS: VISÃO GERAL | - 27 - |
| III.2.1 Classificação de Ontologias | - 29 - |
| III.3 ONTOLOGIAS E BANCOS DE DADOS | - 30 - |
| III.4 CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS | - 31 - |
| III.4.1 Metodologias Para a Construção de Ontologias | - 33 - |
| III.4.2 Editores de Ontologias | - 35 - |
| III.4.3 Linguagem de Representação de Ontologias | - 39 - |
| III.5 CONCLUSÕES | - 41 - |
| | |
| CAPÍTULO IV | - 43 - |
| IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA, PARA INTEGRAÇÃO DE BANCOS DE DADOS RELACIONAIS (SIBDAR) | - 43 - |
| IV.1 INTRODUÇÃO | - 43 - |
| IV.2 DESCRIÇÃO DO SIBDAR | - 44 - |
| IV.2.1 A Tecnologia Utilizada | - 45 - |
| IV.2.2 Principais Bancos de Dados Disponíveis | - 49 - |
| IV.2.3 A Aplicação SIBDAR | - 52 - |
| IV.3 CONCLUSÕES | - 68 - |

| | |
|--|----------------|
| CAPÍTULO V | - 70 - |
| UMA ONTOLOGIA PARA SOLOS | - 70 - |
| IV.1 INTRODUÇÃO | - 70 - |
| V.2 DESENVOLVIMENTO DA ONTOLOGIA – CLASSSOLOS | - 70 - |
| V.2.1 Conceito | - 71 - |
| V.2.2 Domínio | - 71 - |
| V.2.3 Características Relevantes | -72 - |
| V.2.3.1 Características Morfológicas | - 72 - |
| V.2.3.2 Perfil -Características Ambientais | - 75 - |
| V.2.3.3 Atributos Diagnósticos | - 76 - |
| V.2.3.4 Horizontes Superficiais | - 79 - |
| V.2.3.5 Horizontes Subsuperficiais | - 81 - |
| V.2.3.6 Classificação | - 84 - |
| V.2.3.6.1 Nomenclatura das Classes | - 85 - |
| V.2.3.6.2 Classes do Primeiro Nível Categórico (Ordens) | - 86 - |
| V.3 ESTUDO DE CASO: APTIDÃO DOS SOLOS PARA O PLANTIO DE CÍTRICOS | - 96 - |
| V.3.1 Levantamento das Características do Solo Para o Plantio de Cítricos | - 97 - |
| V.3.2 Modelagem das Características da Ontologia ClassSolos | 97 - |
| V.3.3 Organização das Bases de Dados | - 98 - |
| V.3.3.1 Aplicação das Ontologias na Definição do Banco de Dados | - 98 - |
| V.3.4 Utilização do Protótipo do Sistema SIBDAR | - 101 - |
| V.3.4.1 Efetuando o acesso às Bases de Dados | - 101 - |
| V.3.4.2 Definindo os Relacionamentos | - 102 - |
| V.3.4.3 Montando os Filtros | - 103 - |

| | |
|--|----------------|
| V.3.4.4 Resultado _____ | - 110 - |
| V.4 CONCLUSÕES _____ | - 111 - |
| CAPÍTULO VI _____ | - 113 - |
| CONCLUSÃO _____ | - 113 - |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____ | - 117 - |
| APÊNDICE A - ONTOLOGIAS - SOLOS _____ | - 125 - |
| APÊNDICE B – ONTOLOGIAS - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS _____ | - 126 - |
| APÊNDICE C - ONTOLOGIAS - CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS (PERFIL) _____ | - 143 - |
| APÊNDICE D – ONTOLOGIAS – ATRIBUTOS DIAGNÓSTICOS ____ | - 158 - |
| APÊNDICE E - ONTOLOGIAS – HORIZONTES SUPERFICIAIS ____ | - 161 - |
| APÊNDICE F - ONTOLOGIAS – HORIZONTES SUBSUPERFICIAIS | - 166 - |
| APÊNDICE G – ONTOLOGIAS – CLASSIFICAÇÃO _____ | - 181 - |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|---------------|
| Figura II.1 Arquitetura Genérica de um SBDH _____ | - 7 - |
| Figura II.2 Dimensões de um SGBD _____ | - 8 - |
| Figura II.3 Sistemas Federativos com Acoplamento Forte _____ | - 10 - |
| Figura II.4 Sistemas Federativos com Acoplamento Fraco _____ | - 11 - |
| Figura II.5 Arquitetura de Esquema Global _____ | - 22 - |
| Figura III.1 Ontologia Descrevendo Depósitos de Dados _____ | - 28 - |
| Figura III.2 Tipos de Ontologias e Seus Relacionamentos _____ | - 29 - |
| Figura III.3 Especificação Formal Segundo Gruber _____ | - 30 - |
| Figura III.4 Interface do Protégé-2000 _____ | - 38 - |
| Figura IV.1 Arquitetura do Sistema _____ | - 45 - |
| Figura IV.2 Estrutura .NET Framework _____ | - 45 - |
| Figura IV.3 Componentes da Arquitetura ADO.NET _____ | - 47 - |
| Figura IV.4 Tela Principal _____ | - 53 - |
| Figura IV.5 Configuração Manual de um Driver _____ | - 54 - |
| Figura IV.6 Escolha do Driver para o SQL Server _____ | - 54 - |
| Figura IV.7 Escolha do Driver para o Oracle _____ | - 55 - |
| Figura IV.8 Escolha do Driver para o ACCESS _____ | - 55 - |
| Figura IV.9 Carga do Banco de Dados Escolhido _____ | - 57 - |
| Figura IV.10 Escolha das Tabelas a Serem Usadas _____ | - 58 - |
| Figura IV.11 Visualização dos Atributos da Tabela _____ | - 59 - |
| Figura IV.12 Escolha dos atributos necessários _____ | - 60 - |
| Figura IV.13 Definição dos relacionamentos _____ | - 61 - |
| Figura IV.14 Montagem de filtros de seleção _____ | - 62 - |
| Figura IV.15 Montagem do Filtro de Seleção de Erosão Igual a Forte ____ | - 64 - |
| Figura IV.16 Resultado de Processar Filtros e Query de Select _____ | - 64 - |

| | |
|--|----------------|
| Figura IV.17 Resultado Processamento dos Filtros _____ | - 65 - |
| Figura IV.18 Indicação da existência de um Relacionamento _____ | - 65 - |
| Figura IV.19 Visualização do Resultado do Relacionamento _____ | - 66 - |
| Figura IV.20 Geração do arquivo XML _____ | - 67 - |
| Figura IV.21 Gerar arquivo Schema _____ | - 68 - |
| Figura V.1 Visualização Parcial da Modelagem de Solos _____ | - 72 - |
| Figura V.2 Visualização Parcial da Modelagem das Características Morfológicas _____ | - 74 - |
| Figura V.3 Visualização Parcial da Modelagem do Perfil _____ | - 76 - |
| Figura V.4 Visualização Parcial da Modelagem dos Atributos Diagnósticos _____ | - 78 - |
| Figura V.5 Visualização Parcial da Modelagem dos Horizontes Superficiais _____ | - 80 - |
| Figura V.6 Visualização Parcial da Modelagem dos Horizontes Subsuperficiais _____ | - 84 - |
| Figura V.7 Visualização Parcial da Modelagem de Classificação _____ | - 96 - |
| Figura V.8 Modelo Entidade Relacionamento _____ | - 98 - |
| Figura V.9 Tabela Textura_Classes _____ | - 99 - |
| Figura V.10 Tabela Relevo _____ | - 99 - |
| Figura V.11 Tabela Profundidade _____ | - 99 - |
| Figura V.12 Tabela Drenagem _____ | - 100 - |
| Figura V.13 Tabela Solos _____ | - 100 - |
| Figura V.14 Carregando a Tabela Textura_Classes _____ | - 101 - |
| Figura V.15 Criando o Relacionamento da Tabela Solos com Profundidade _____ | - 102 - |
| Figura V.16 Todos os Relacionamentos Criados _____ | - 103 - |
| Figura V.17 Selecionando os Solos com Textura Arenosa _____ | - 104 - |
| Figura V.18 Selecionando os Solos com Textura Média _____ | - 104 - |
| Figura V.19 Selecionando os Solos com Textura Argilosa _____ | - 105 - |
| Figura V.20 Selecionando os Solos com Relevo Plano _____ | - 105 - |

| | |
|---|----------------|
| Figura V.21 Seleccionando os Solos com Relevo Suave Ondulado _____ | - 106 - |
| Figura V.22 Seleccionando os Solos com Relevo Ondulado _____ | - 106 - |
| Figura V.23 Seleccionando os Solos com Profundidade Igual a Pouco Profundo _____ | - 107 - |
| Figura V.24 Seleccionando os Solos com Profundidade Igual a Profundo _____ | - 107 - |
| Figura V.25 Seleccionando os Solos com Drenagem Igual a Fortemente Drenado _____ | - 108 - |
| Figura V.26 Seleccionando os Solos com Drenagem Igual a Acentuadamente Drenado _____ | - 108 - |
| Figura V.27 Seleccionando os Solos com Drenagem Igual a Bem Drenado _____ | - 109 - |
| Figura V.28 Finalizando o Filtro _____ | - 109 - |
| Figura V.29 Visualizando a Query de Select _____ | - 110 - |
| Figura V.30 Resultado Final _____ | - 110 - |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|---------------|
| Tabela III.1 Ferramentas para Construção de Ontologias _____ | - 36 - |
| Tabela IV.1 Padronização para o Oracle _____ | - 51 - |
| Tabela IV.2 Padronização para o SQL Server _____ | - 51 - |
| Tabela IV.3 Padronização para o Access _____ | - 52 - |
| Tabela IV.4 Tipos de Comparações _____ | - 62 - |
| Tabela V.1 Características Morfológicas _____ | - 73 - |
| Tabela V.2 Características Ambientais – Perfil _____ | - 75 - |
| Tabela V.3 Atributos Diagnósticos _____ | - 76 - |
| Tabela V.4 Horizontes Superficiais _____ | - 79 - |
| Tabela V.5 Horizontes Subsuperficiais _____ | - 81 - |
| Tabela V.6 Níveis Categóricos _____ | - 85 - |
| Tabela V.7 Nomenclatura das Classes _____ | - 85 - |
| Tabela V.8 Exemplo de Identificação do Solo _____ | - 86 - |
| Tabela V.9 ALISSOLOS _____ | - 87 - |
| Tabela V.10 ARGISSOLOS _____ | - 88 - |
| Tabela V.11 CAMBISSOLOS _____ | - 88 - |
| Tabela V.12 CHERNOSSOLOS _____ | - 89 - |
| Tabela V.13 ESPODOSSOLOS _____ | - 89 - |
| Tabela V.14 GLEISSOLOS _____ | - 90 - |
| Tabela V.15 LATOSSOLOS _____ | - 90 - |
| Tabela V.16 LUVISSOLOS _____ | - 91 - |
| Tabela V.17 NEOSSOLOS _____ | - 92 - |
| Tabela V.18 NITOSSOLOS _____ | - 92 - |
| Tabela V.19 ORGANOSSOLOS _____ | - 93 - |
| Tabela V.20 PLANOSSOLOS _____ | - 94 - |

| | |
|--|---------------|
| Tabela V.21 PLINTOSSOLOS _____ | - 94 - |
| Tabela V.22 VERTISSOLOS _____ | - 95 - |
| Tabela V.23 Características dos Solos Desejáveis Para o Plantio de Cítricos _____ | - 97 - |

Lista de Abreviaturas

| | |
|---------------|--|
| API | Application Programming Interface |
| CLR | Common Language Runtime |
| DAML | DARPA Agent Markup Language |
| FCL | Framework Class Library |
| FGDC | Federal Geographic Data Committee |
| GNU | General Public License |
| KIF | Knowledge Interface Format |
| OCM | Ontological Constraints Manager |
| OCML | Operational Conceptual Modelling Language |
| ODBC | Open Database Connectivity |
| OIL | Ontology Inference Layer |
| OKBC | Open Knowledge-Base Connectivity |
| OLEDB | Direct Components Suite |
| OWL | Ontology Web Language |
| RDF | Resource Description Framework |
| RDFS | Resource Description Framework Schema |
| SBDH | Sistema de Banco de Dados Heterogêneo |
| SGBD | Sistema Gerenciador de Banco de Dados |
| SGBDH | Sistema Gerenciador de Banco de Dados Heterogêneos |
| SGBDs | Sistemas de Gerenciador de Banco de Dados |
| SIBDAR | Sistema Integração de Banco de Dados Relacionais |
| SIGs | Sistemas de Informação Geográficos |
| SMI | Stanford Medical Informatics |
| SQL | Structure Query Language |

| | |
|------------|----------------------------|
| W3C | World Wide Web Consortium |
| XML | Extensible Markup Language |
| XSD | XML Schema Definition |

CAPÍTULO I

I.1 - Introdução

Em todos os setores da atividade humana a informação é um elemento essencial para subsidiar o processo de planejamento e de tomada de decisão. Hoje vive-se em um mundo que movimenta um grande volume de informações para a execução das atividades diárias. Na maioria dos casos, os Sistemas de Banco de Dados são utilizados para dar suporte a estas atividades.

A falta de informação para subsidiar e dar suporte ao processo decisório é responsável por imensos prejuízos à sociedade, acarretando o desperdício de recursos que poderiam ser alocados de uma forma melhor. Decisões equivocadas são, muitas vezes, decorrentes da falta de fluxo de informações adequadas. O acesso às informações, desta forma, pode ser visto como um elemento importante ao processo produtivo e administrativo, uma vez que possibilita a comunicação entre distintos níveis hierárquicos de tomada de decisão.

Ao se retroceder no tempo, verifica-se que antes do surgimento dos sistemas de banco de dados era muito difícil compartilhar arquivos heterogêneos criados através de múltiplas aplicações autônomas. Era uma tarefa complexa gerenciar estes arquivos em uma simples aplicação, pois eles tinham muitas diferenças, entre elas, a estrutura de arquivos. Para resolver estes problemas, passou-se a usar uma coleção central de dados, nomeada de Banco de Dados, gerenciada por um sistema de controle centralizado chamado de Sistema de Banco de Dados.

Durante a década de setenta, os bancos de dados centralizados foram extremamente usados, mas depois de alguns anos, surgiu o problema de compartilhamento de arquivos heterogêneos. Os usuários passaram a ter necessidade não apenas de acesso aos dados, mas também de manipulação de diversos bancos de dados e aplicações. Isto requeria muitas vezes o uso de dados de vários bancos de dados independentes, cada qual com o seu próprio esquema, expresso em seu próprio modelo de dados, com sua própria linguagem de recuperação e manipulação projetada por uma ou um grupo de pessoas, acarretando um grande problema de interoperabilidade.

O desenvolvimento de Sistemas Gerenciador de Banco de Dados (SGBDs) aumentou a utilidade destes sistemas, mas não resolveu o problema de interoperabilidade de banco de dados heterogêneos, o que requer a solução de conflitos semânticos e sintáticos. Por outro lado, o desenvolvimento da computação distribuída tem provido a base técnica para acessos remotos. Entretanto, esta situação exige um novo sistema de arquitetura projetado para manipular e

gerenciar bancos de dados múltiplos, diferentes e autônomos.

Há várias soluções que podem ser consideradas para o problema de interoperabilidade. Uma delas seria a criação de regras e o estabelecimento de padrões a serem seguidos pelos diversos SGBDs. No entanto, esta alternativa revela-se inviável, pois ela requer um consenso entre fabricantes, projetistas e usuários finais. Além disso, o avanço rápido da tecnologia no campo da informática não permite esse consenso sobre os padrões, logo tornados obsoletos, o que acarretaria começar tudo de novo.

Outra solução para o problema seria a adoção de um único SGBD no contexto de uma organização ou conjunto de organizações que se relacionem. Esta alternativa, no entanto, não é factível conforme Chung [1], pois:

- Os requisitos atendidos pelos diferentes SGBDs existentes são distintos, não havendo um único SGBD que atenda a sua totalidade;
- Os SGBDs são projetados para plataformas específicas de *hardware* e *software*. Um único SGBD não atende a todos os diferentes ambientes que podem ser encontrados em uma organização de grande porte.
- A passagem de um SGBD para outro é extremamente dispendiosa devido à necessidade de conversão de dados e de aplicações.

A solução que aparentemente parece ideal seria a criação de uma nova arquitetura que apoiasse a interoperabilidade de bancos de dados heterogêneos e autônomos. Esta arquitetura deveria permitir a execução transparente das operações de leitura e escrita num banco de dados remoto, da mesma forma como esta manipulação ocorre nos bancos de dados locais.

As várias metodologias para o acesso integrado a informações mantidas em bancos de dados distintos e autônomos apresentam como ponto comum a proposta de uma camada adicional de *software*, com a função integradora e simuladora, propiciando ao usuário final a visão de estar tendo acesso a informações de uma única base de dados. Entre estas metodologias, se destacam os sistemas de banco de dados federados [2], os sistemas multidatabases [3], e sistemas de banco de dados heterogêneos [1].

A camada adicional de *software*, em análise mais profunda, pode ser classificada como um Sistema Gerenciador de Banco de Dados Heterogêneos (SGBDH), que deve ser capaz de integrar novos tipos de sistemas, novas plataformas de *hardware e software*, novas formas de comunicação sem que seja necessário reestruturar os projetos e implementações existentes. Um dos principais requisitos dos bancos de dados heterogêneos é a preservação da autonomia das

bases de dados existentes, não implicando em necessidades de alteração das mesmas, nem de reprogramação de sistemas gerenciadores de banco de dados locais.

De acordo com Thomas [4], um Sistema de Banco de Dados Heterogêneo (SBDH) deve oferecer diferentes tipos de funcionalidades como:

- Integração de Esquemas: é a funcionalidade que possibilita a visão lógica integrada dos dados distribuídos;
- Gerência de Transações Globais: trata das propriedades de atomicidade, confiabilidade, isolamento e durabilidade das transações em um ambiente distribuído;
- Processamento de Consultas Globais: está relacionada com análise, otimização e execução das consultas que referenciam dados distribuídos;
- Tratamento de Diferentes Tipos de Heterogeneidades: inclui diferenças de *hardware*, sistemas operacionais, canais de comunicação, sistemas de gerência de dados e modelos de dados.

Desta forma, a interoperação entre bancos de dados heterogêneos é uma necessidade crescente, mas é ainda um problema sério à busca de soluções.

I.2 – Objetivos

O desenvolvimento de um SGBDH não garante a interoperabilidade total entre bancos de dados heterogêneos. A adição de uma camada de *software* entre os bancos de dados existentes não resolve os conflitos semânticos. A solução para estes conflitos pode ser obtida com o uso de ontologias. Assim, o objetivo deste trabalho é mostrar que a utilização de ontologias pode promover a integração de bancos de dados heterogêneos.

A padronização dos metadados não é suficiente, sendo necessária também a existência de fontes comuns de informações, funcionando como uma espécie de vocabulário de dados para diferentes domínios de aplicações e serviços e oferecendo suporte semântico satisfatório de forma a prover serviços cada vez mais inteligentes. As ontologias surgem na área de Ciência da Computação para apoiar a solução de conflitos de natureza semântica [5], pois elas fornecem entendimento semântico comum de tópicos que podem ser utilizados tanto na comunicação entre pessoas como entre aplicações e sistemas [6].

I.3 - Organização do Trabalho

Para atingir o objetivo proposto, o trabalho está organizado em 5 capítulos, além desta Introdução. O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica na área de banco de dados heterogêneos, focalizando os conflitos semânticos e sintáticos, a utilização de diferentes tipos de construções de modelo de dados, e as diferentes representações que um mesmo item de dados tem no esquema. São apresentadas também algumas propostas de solução para lidar com problemas de manipulação e gerenciamento de diferentes e múltiplos bancos de dados.

O capítulo 3 aborda os principais conceitos associados à ontologia e discorre sobre seu uso para minimizar os problemas de interoperabilidade em bancos de dados heterogêneos. São abordados ainda os métodos para a construção de ontologias, incluindo linguagens de representação e editores.

Os capítulos 4 e 5 mostram o papel desempenhado pelas ontologias na integração de bancos de dados heterogêneos. No capítulo 4, delineamos um estudo de caso hipotético, para o qual foi necessário desenvolver uma camada de *software* entre dois bancos de dados relacionais heterogêneos e modelar uma ontologia em um domínio específico, visando resolver o problema do conflito semântico. Ao longo do capítulo, descrevemos o desenvolvimento do protótipo de *software* usando tecnologia VB.Net. A análise do sistema mostra que a principal dificuldade de integração de bancos de dados está relacionada com os conflitos semânticos, já que a semântica de um termo pode variar em contextos diferentes. Para este problema, é proposto o uso de ontologias. No capítulo 5, descrevemos as etapas de modelagem de uma ontologia no domínio dos solos, desenvolvida com o apoio do editor de ontologia Protégé 2000, para responder a uma consulta específica sobre solos apropriados para o plantio de um tipo de critico. A partir da ontologia criada, montamos as bases de dados, utilizando como ambiente de *software*, o protótipo criado. Este suporte nos permitiu responder às consultas, mostrando assim que a solução projetada promove a integração de bancos de dados relacionais heterogêneos.

O capítulo 6 oferece as conclusões do estudo e aponta os trabalhos futuros.

CAPÍTULO II

Interoperabilidade em Bancos de Dados Heterogêneos: Fundamentos Teóricos

II.1 - Introdução

Sistemas de Banco de Dados facilitam a manipulação de informações através de uma gama de serviços providos por tais sistemas. Com o crescimento do volume de informações, surgiu a necessidade de se integrar múltiplos, autônomos e eventualmente distribuídos sistemas de bancos de dados pré-existentes. Surgiram então os SBDH's. Enquanto os bancos de dados já existentes passaram então a ser chamados de sistemas de bancos de dados locais ou componentes.

Para Fonseca e Egenhofer [7], a pesquisa sobre interoperabilidade tem sido motivada pela crescente heterogeneidade em sistemas computacionais. Para os autores, a pesquisa em integração de bancos de dados se iniciou na década de 80 e nos dias atuais a interoperabilidade está se tornando uma ciência da integração. No caso específico dos Sistemas de Informação Geográficos (SIGs), Fonseca e Engenhofer [7], entendem que a complexidade e riqueza dos dados geográficos e a dificuldade de sua representação em sistemas computacionais criam problemas ainda mais complexos e específicos para a interoperabilidade entre bancos de dados.

A literatura mostra diversas propostas de integração de dados, desde federação de bancos de dados com esquemas integrados e uso de orientação a objetos até mediadores e ontologias. Neste capítulo, é revista a literatura sobre interoperabilidade e esquemas integrados.

Segundo Bright et al [3], um SBDH é um sistema distribuído que fornece uma interface global para múltiplos, heterogêneos e pré-existentes sistemas de banco de dados locais.

Há uma variedade de expressões para descrever as soluções para o problema do compartilhamento de dados globais em um ambiente distribuído e heterogêneo, entre elas banco de dados múltiplos, banco de dados federados e sistemas interoperáveis. Todos estes termos descrevem um sistema que possui um componente global para fornecer acesso às informações que devam ser compartilhadas globalmente e múltiplos componentes locais que

manipulam somente dados locais. As diferenças residem na estrutura do componente global e como ele interage com os componentes locais.

Todo e qualquer usuário pode ter acesso a múltiplos bancos de dados remotos através de uma consulta única. O *software* gerenciador dos sistemas de bancos de dados heterogêneos ao receber uma consulta global executa automaticamente transformações que possibilitam o acesso aos diversos dados residentes nos diferentes Sistemas de Bancos de Dados locais. Um SBDH define um modelo de dados e uma linguagem de consulta global. Assim, todos os pares modelo e linguagem locais pertinentes a cada sistema de banco de dados diferente, devem ser traduzidos para um único par, modelo e linguagem global. Para um usuário, a localização, o número e a heterogeneidade dos sistemas de banco de dados locais são transparentes, como se o mesmo estivesse efetuando uma simples consulta em um sistema de banco de dados local convencional. Uma característica importante dos SBDH's é que estes não podem retirar autonomia dos sistemas de banco de dados locais. Um SBDH não deve de forma alguma interferir em um sistema de banco de dados local, nunca deve exercer controle sobre os dados e/ou processamento de um sistema de banco de dados local, devido ao fato do sistema global não poder interferir no projeto interno de um sistema local. Um SBDH pode aproveitar sistemas de banco de dados pré-existentes dentro da empresa, preservando deste modo os investimentos já realizados na aquisição destes sistemas de banco de dados.

Cada sistema de banco de dados participante em um SBDH compartilha os seus dados de forma integral ou parcial através de definições de visões que são disponibilizadas pela sua interface externa. Para cada um dos sistemas de banco de dados locais participantes de um SBDH, o SBDH nada mais é do que mais um usuário comum. O SBDH não utiliza nenhuma interface especial. Um módulo do SBDH que resida no mesmo nó de rede que o sistema de banco de dados local, se responsabiliza pela visão local (no modelo de dados do sistema de banco de dados local) para a visão local equivalente no modelo de dados global no qual é acessível pela linguagem de manipulação global. As visões locais são então combinadas em um esquema global ou algum tipo de catálogo de dados globais. Este esquema de catálogo global representa a soma de todos os dados disponíveis no SBDH, conforme podemos observar na figura II.1.

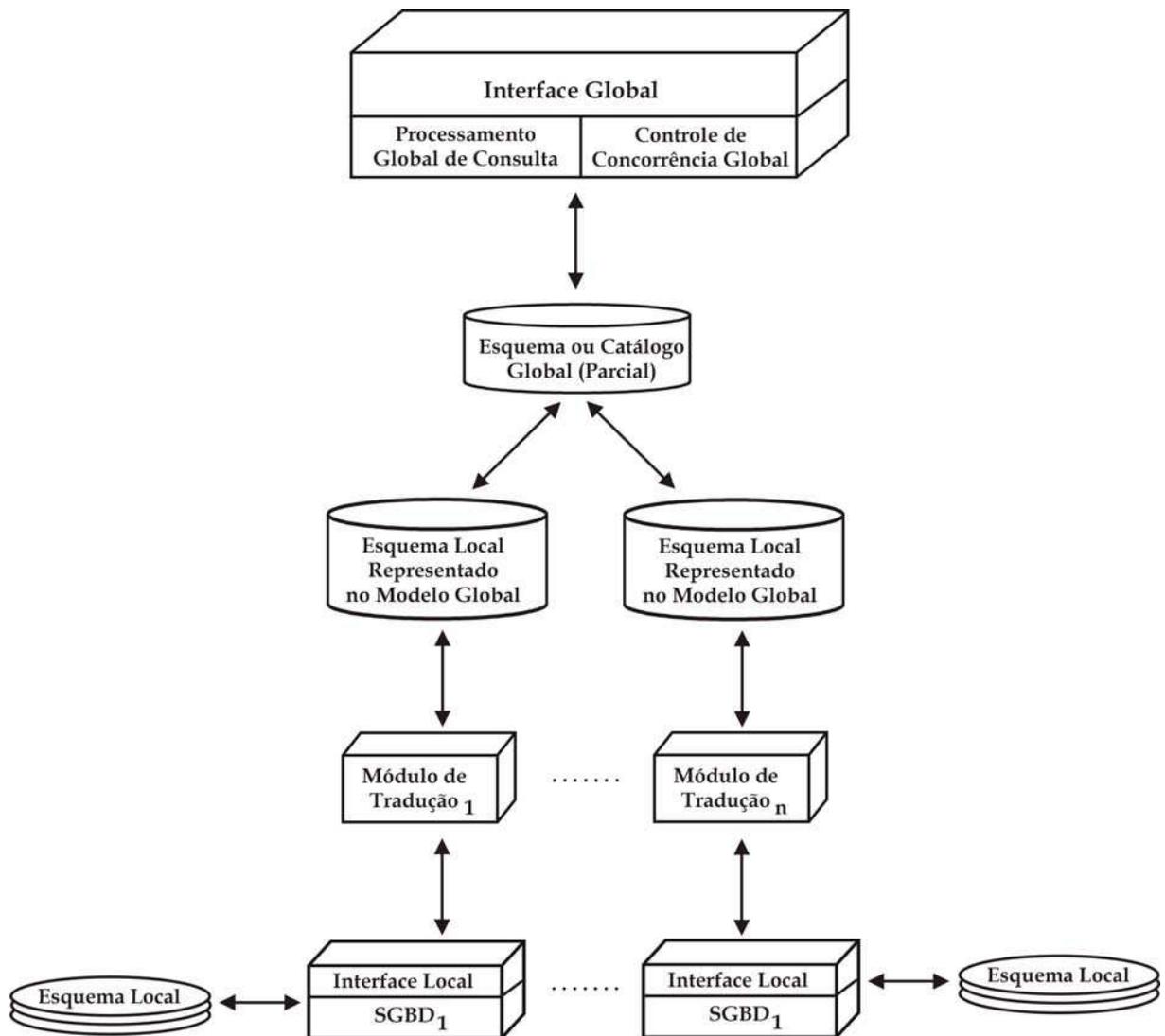


Figura II.1: Arquitetura Genérica de um SBDH.

O SGBDH é uma camada de *software* que é executada no topo de um conjunto de Sistemas de Banco de Dados associados. Um Sistema de Banco de Dados componente pode dar seqüência às suas operações locais e, ao mesmo tempo participar de várias associações. Estes sistemas possuem diversas características, tais como: (a) serem autônomos; (b) serem projetados independentemente; (c) possuírem heterogeneidades causadas por diferenças no nível dos Sistemas de Bancos de Dados, incluindo diferentes modelos de dados e linguagens de consulta; (d) diferentes controles de transações; (e) concorrência; (f) falhas; (g) recuperação; (h) segurança; (i) integridade.

A criação de um SBDH é uma tarefa delicada e complicada, pois é preciso lidar com diversos problemas, tais como: (a) resolução de conflitos; (b) representações dos aspectos semânticos; (c) unificação dos dados; (d) gerenciamento de transações; (e) interoperabilidade.

II.2 - Características de SBDH

Segundo Chen [8], existem três dimensões ortogonais que podem ser usadas para classificar os Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados: autonomia, distribuição e heterogeneidade, conforme apresentado na figura II.2.

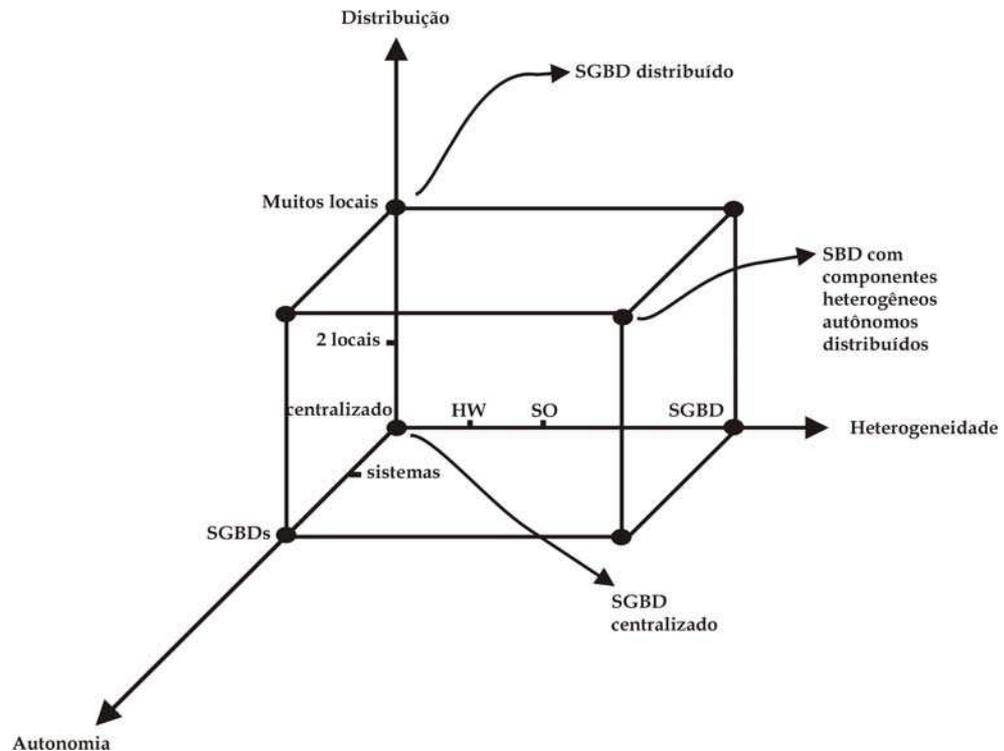


Figura II.2: Dimensões de um SGBD.

II.2.1 - Autonomia

A autonomia indica o grau em que os SGBDs componentes podem operar independentemente da federação, ou ainda, o quanto as operações locais são afetadas por sua participação na federação [9]. Os SGBDs componentes devem possuir a capacidade de representar, ter acesso e manipular seus próprios dados independentemente da federação.

O conceito de federação advém da idéia de cooperação entre sistemas independentes.

II.2.2 - Distribuição

Os dados podem estar distribuídos entre vários Bancos de Dados, que podem ser armazenados em diferentes locais, tanto em diferentes sistemas de computador quanto geograficamente distribuídos, estando interconectados por um sistema de comunicação.

II.2.3 - Heterogeneidade

A heterogeneidade pode ocorrer de diversas formas, tais como: (a) diferenças nos Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados, incluindo modelos de dados e linguagens de consulta; (b) controle de transações; (c) concorrência; (d) aspectos semânticos; (e) *hardware*; (f) *software*;

II.3 - Tipos de SBDH

Analisando-se o grau de autonomia, os diferentes níveis de integração entre os componentes e os diferentes tipos de serviços oferecidos pela federação, pode-se classificar os diversos tipos de Sistemas de Bancos de Dados Heterogêneos em Sistemas Federativos com Acoplamento Forte e Sistemas Federativos com Acoplamento Fraco, segundo Ram [10] e Sheth e Larson [2].

II.3.1 – Sistemas Federativos com Acoplamento Forte

Em sistemas com acoplamento forte existe uma autoridade central que é responsável pela administração da federação. As consultas e atualizações são realizadas de formas transparentes ao usuário, o qual não precisa conhecer os caminhos de acesso ou a localização dos dados. O sistema global tem controle sobre o(s) esquema(s) local(is) e o processamento de transações e consultas locais.

Os sistemas com acoplamento forte podem ser construídos com um único esquema global ou com múltiplos esquemas parciais globais.

A proposta de Sheth e Larson [2] é uma arquitetura genérica com cinco níveis de esquema (Figura II.3) para descrever SBDH's com acoplamento forte:

- Esquema Local (primeiro nível): É responsável pela definição de todos os dados locais;
- Esquema Componente (segundo nível): É o esquema local representado no modelo de dados global.
- Esquema de Exportação (terceiro nível): É a porção do esquema componente que será disponibilizada para o sistema global, podendo existir diversos esquemas de exportação para cada sistema de banco de dados local;
- Esquemas Federados (quarto nível): É a combinação de esquemas de exportação, estes esquemas representam porções do esquema global lógico;

- Esquema Externo (quinto nível): Define as visões particulares de cada usuário ou aplicação global. Os usuários globais acessam o sistema de banco de dados heterogêneo através do esquema externo.

Como se pode observar, a arquitetura tradicional em três níveis, utilizada na descrição da arquitetura de sistemas de banco de dados centralizados, não é adequada para descrever a arquitetura dos Sistemas de Bancos de Dados Heterogêneos.

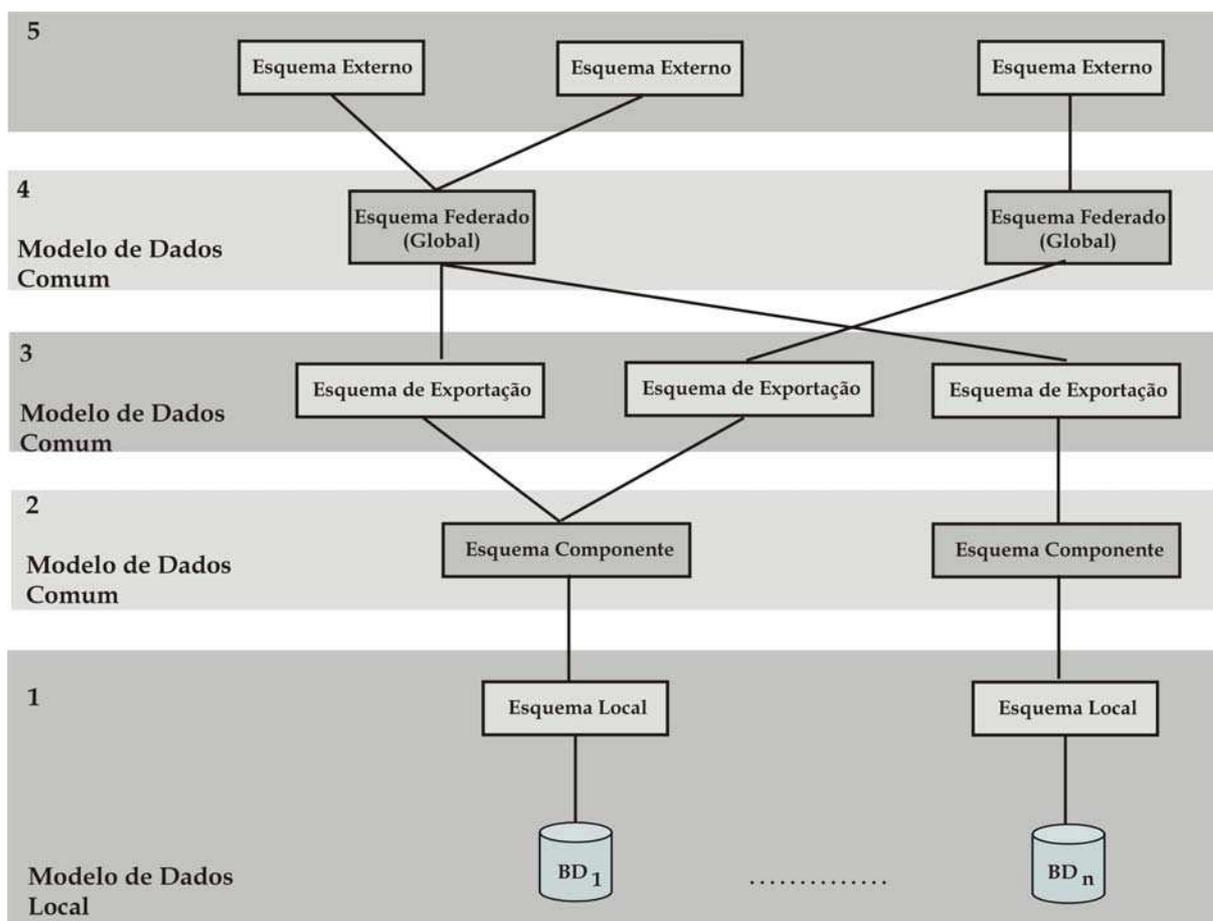


Figura II.3: Sistemas Federativos com Acoplamento Forte.

II.3.2 – Sistemas Federativos com Acoplamento Fraco

Os sistemas com acoplamento fraco são caracterizados por não possuírem um esquema federado (global) único e sim uma interface para acesso direto entre os Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados locais componentes, conforme se pode observar na figura II.4. Nestes sistemas os usuários possuem dois papéis importantes, sendo responsáveis: (a) por toda a administração da federação, não existindo uma autoridade central para controlar o acesso à criação de dados; (b) compreender a semântica dos dados que compõem os esquemas de exportação.

As consultas podem ser realizadas sobre dados dos esquemas locais, que podem ser de qualquer nó componente do sistema. As ferramentas de linguagem são responsáveis por mapear informações, de diferentes modelos e representações, para um modelo e representação significativos para o usuário.

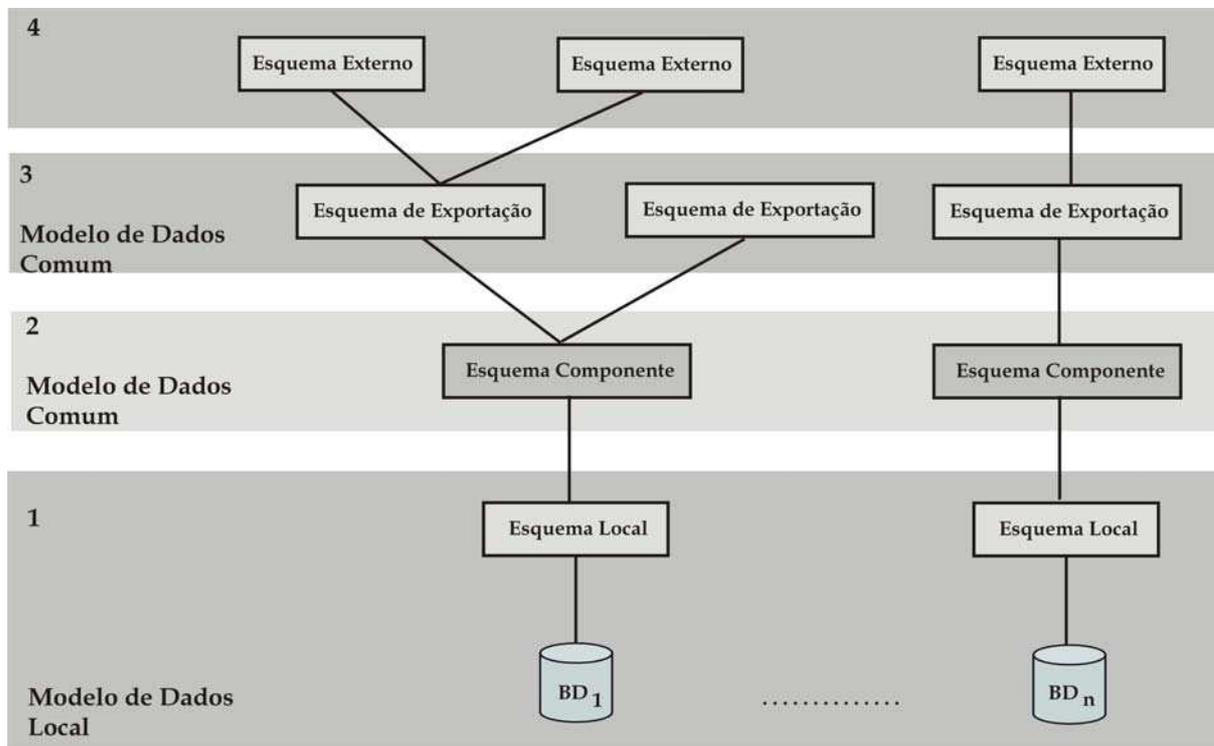


Figura II.4: Sistemas Federativos com Acoplamento Fraco.

II.4 – Problemas Relacionados à Utilização de SBDH

O desafio de tentar manipular simultaneamente diferentes bancos de dados sem perder sua autonomia e de maneira transparente para os usuários e as aplicações, envolve tratar adequadamente problemas relacionados à resolução de conflitos e representações dos aspectos semânticos. A unificação dos dados é uma outra questão importante, ela é necessária para executar de forma tão automática quanto possível, preservando a autonomia, sem interferir-se com os dados originais armazenados nos bancos de dados envolvidos.

Uma outra tarefa complexa no ambiente de dados heterogêneos é o gerenciamento de transações. A interdependência entre dados sediados em diferentes bancos de dados deve ser cuidadosamente estudada. É essencial manter a coerência durante a troca e compartilhamento dos dados.

II.4.1 - Transparência

Transparência é a capacidade de se ter acesso a um dado ou conjunto de dados que se encontram distribuído sobre bancos de dados heterogêneos, de modo que, para o uso e aplicação, o sistema seja visto como um banco de dados tradicionalmente centralizado, em que se tem acesso ao dado da mesma forma que o usuário tem acesso a um banco de dados local, dele usando o modelo de dados e linguagem, de consulta.

II.4.2 - Autonomia

Autonomia refere-se à capacidade de um componente selecionar seu próprio projeto e modelo operacional. Um componente autônomo deve ser capaz de:

- Definir o dado que quer compartilhar com outros componentes;
- Definir a representação e projetar os elementos dos dados;
- Determinar o modo como o dado é visto e associar os dados existentes;
- Decidir quando entrar e sair da federação;
- Especificar como se comunicar com outros componentes;
- Executar operações locais sem a interferência de operações externas;
- Adicionar e retirar um dado novo sem precisar de ter acesso a algum dado compartilhado.

II.4.3 - Conflitos Semânticos e Sintáticos

Uma questão fundamental quando se lida com sistemas autônomos de Bases de Dados Heterogêneas é a resolução de conflitos sintáticos e semânticos. Estes tendem a ocorrer quando se integra todos os esquemas dos diversos sistemas em um único esquema global ou quando se aplica um método para interoperar entre eles. Os conflitos aparecem quando se tenta identificar semanticamente objetos relacionados em sistemas independentemente criados e administrados. Isto é, sistemas contendo diferentes construtores para modelar a mesma porção do Universo do Discurso.

Batini et al [11] definiram “conflitos como sendo duas (ou mais) representações não idênticas do mesmo conceito”. Como delineado em [11] e [12], o sucesso no esquema de integração (e interoperabilidade da base de dados) depende da compreensão dos elementos semânticos do esquema e da capacidade de capturar e lidar com esta semântica. Deste modo, segundo Urban [13] é necessário ter métodos que tornem explícita a semântica de diferentes modelos de dados.

A fim de identificar similaridades entre objetos e detectar conflitos sintáticos e semânticos algumas abordagens têm sido propostas. Urban e Wu [14] propuseram o uso de um modelo de dados semântico para descrever a semântica estrutural de componentes dos modelos de dados, que participam em um ambiente de bases de dados heterogêneos.

A proposta de Yu et al em [15] e [16] se refere à abordagem para identificar relacionamentos. Esta idéia visa usar um espaço de conceito global destinado a especificação de conceitos comuns e relacionamento entre termos desconhecidos. Os passos para determinar os relacionamentos consistem em: (a) mapeamento automático de nomes para uma série de conceitos comuns e criações de novos conceitos se necessário; (b) cálculo da similaridade de cada par de nomes arranjando-os em ordem descendente de similaridade, através do emprego de funções que caracterizam a similaridade; e (c) confirmação pelo administrador de banco de dados (DBA), do relacionamento de cada par de nomes relatado.

Francalanci e Pernici [17] afirmam que, para garantir que dois conflitos do esquema são similares ou não, deve-se realizar dois passos para a detecção dos mesmos:

- Descobrir as similaridades entre porções de esquemas, inclusive quando existem significações diferentes para conceitos que deveriam ser similares;
- Utilizar noções transformacionais e mapeamento de equivalências. Estas noções são usadas para garantir se os conflitos do esquema são similares ou não.

A ajuda humana sobre o conhecimento do modelo e na experiência de projetar é utilizada para executar a comparação de esquemas.

Os conflitos sintáticos e semânticos podem ser originados por diversas razões, tais como:

- Pontos de vistas diferentes dos grupos de usuários e projetistas sobre certas informações durante a fase do projeto (perspectivas diferentes);
- O fato de que diferentes especificações projetadas podem resultar em diferentes esquemas (especificações de projetos incompatíveis), Batini et al [11].
- O fato de que o mesmo conceito pode ser descrito em esquemas diferentes usando diferentes representações, gerando diferentes tipos de relações semânticas entre estas representações.

Em Batini et al [11] e Francalanci e Pernici [17] classificam os relacionamentos como:

- Idênticos: quando as representações são exatamente as mesmas;

- Equivalentes: quando as representações não são exatamente as mesmas, mas é possível utilizar um mapeamento, ou equivalências transformacionais;
- Compatíveis: quando as representações não são idênticas, nem equivalentes, mas as construções e restrições de integridade não são contraditórias.

Baseados nas classificações estruturais podemos classificar os diferentes conflitos como:

- Nome: quando dois itens têm nomes diferentes, mas, o mesmo significado;
- Escala: itens de mesmo nome envolvendo o uso de diferentes unidades de medidas;
- Estrutural: quando os mesmos fatos são descritos em dois esquemas usando elementos diferentes do mesmo modelo de dados (diferentes escolhas de construções de modelagem ou restrições de integridade);
- Representação: quando o mesmo item de dado tem diferentes representações no esquema;
- Diferentes níveis de abstração: quando um esquema contém mais detalhes de informações que outro;
- Discrepâncias esquemáticas: quando dados em uma base de dados correspondem a metadados em outra.

São também definidos como conflitos as relações de equivalência, compatibilidade e incompatibilidade semântica.

Em Johannesson [18] é apresentada uma taxonomia para caracterizar similaridades semânticas entre dois objetos. Nesta taxonomia o grau de similaridade é mostrado pela medida qualitativa designada pela proximidade semântica, que classifica e distingue os dois objetos como:

- Semanticamente equivalentes: quando dois objetos representam a mesma entidade de mundo real ou conceito;
- Semanticamente relacionados: quando há uma generalização ou abstração de agregação entre os domínios de dois objetos;
- Semanticamente relevantes: quando há uma relação de dependência de contexto entre eles;

- Semanticamente parecidos: quando possuem o mesmo papel em seus respectivos contextos, mas não podem ser relacionados um com o outro, por qualquer abstração ou qualquer contexto.

A incompatibilidade semântica não significa falta de qualquer similaridade semântica, e sim, que os objetos não são relacionáveis. Esta incompatibilidade pode ser estabelecida de duas formas: (a) quando não há contexto e nem abstração em que os domínios de dois objetos podem estar relacionados; (b) quando os objetos sendo comparados não podem ter papéis similares no contexto em que eles existem.

A solução do conflito consiste em modificar um ou ambos os esquemas conflitantes, de forma que a representação final satisfaça os requisitos de ambos os esquemas originais.

II.5 – A Escolha de um Modelo de Dados Canônico

Para permitir a cooperação e comunicação entre bases de dados heterogêneas é necessário escolher um modelo de dados canônico. Este modelo é utilizado para eliminar a brecha existente entre os diferentes modelos de dados dos componentes locais, facilitando assim a detecção dos relacionamentos semânticos entre bases de dados e provendo a transparência para o acesso entre componentes diferentes. O modelo de dado canônico serve para: (a) descrever o esquema global; (b) expressar o dado compartilhado dos componentes envolvidos; e (c) expressar um modelo de dados intermediário.

Como resumido por Saltor et al [19], um modelo de dados é responsável pela capacidade de representação de uma base de dados e é composto por dois fatores: expressividade e relativismo semântico.

Expressividade significa o grau com que um modelo de dados pode representar a conceitualização dos aspectos reais, sendo composto de partes estruturais e comportamentais. Já o relativismo semântico de uma base de dados é o grau com que uma base de dados pode acomodar todas as diferentes conceitualizações que diversos indivíduos possuem sobre o mesmo aspecto da realidade. Portanto, relativismo semântico de um modelo de dados é o poder de derivar esquemas externos a partir do esquema da base de dados, isto é, a multiplicidade de representações possíveis de um mundo real dado.

O modelo de dados canônico deve ter uma expressividade igual ou maior do que os modelos de dados dos outros componentes no sistema. Ele deve permitir mapeamentos entre os modelos de dados de um componente existente na base de dados. Devido à possível

expressividade limitada dos modelos de dados originais, algumas vezes é necessário incluir-se enriquecimento estrutural e comportamental semântico antes de traduzir esquemas.

Eliassen e Karlsen [20] afirmam que a adoção de um modelo de dado canônico é um requisito para prover a transparência de um modelo de dados, desde que este possa permitir um acesso uniforme a uma base de dados heterogênea (homogeneização). Eles acreditam que um modelo de dados orientado a objeto é apropriado como um modelo de dado canônico.

Para Tari [21] um modelo de dados canônico orientado a objeto é geralmente recomendado. Na sua opinião, modelos de dados orientados a objetos têm algumas vantagens, tais como: (a) objetos complexos; (b) compartilhamento; (c) abstração hierárquica; e (d) identidade objeto.

Castellanos et al [22] e Castellanos e Saltor [23] propuseram uma extensão semântica de um modelo orientado a objeto nomeado BLOOM, para ser usado como um modelo de dados canônico. O modelo BLOOM é constituído de:

- Objetos: representam objetos do mundo real;
- Tipos: descrevem os exemplos estruturais e comportamentais dos objetos;
- Classes: uma classe representa um conjunto de objetos associados com um determinado tipo;
- Abstrações semânticas: são baseadas numa rica coleção de conceitos semânticos, os quais permitem a distinção dos diferentes tipos de dependências, especializações, e agregações.

Em BLOOM a tarefa de comparação em um processo de integração é orientada para as estruturas de generalização e agregação.

É de suma importância a atividade de planejamento, para analisar o melhor modelo de dados canônico, o qual dependerá das combinações existentes dos modelos de dados componentes que participam da união.

II.6 - Integração de Esquemas Conceituais

O processo de integração de esquemas consiste na comparação dos objetos dos diversos SGBD's envolvidos, bem como no tratamento de representações equivalentes.

Heiler et al [24] definem integração “como sendo um meio de combinação de dados e funções de um sistema dentro de uma coleção coesa”. O processo de integração requer a identificação de ligação e dependência entre dados e procedimentos.

Spaccapietra et al [25] divide o processo de integração em duas fases:

- Primeira fase (Chamada de fase de integração): consiste em determinar as características comuns e as discrepâncias entre os esquemas;
- Segunda fase: consiste numa integração semi-automática. Nesta fase o DBA interage, quando o esquema integrado não tem conhecimento para resolver os conflitos.

A partir da integração de esquemas conceituais locais obtém-se um esquema conceitual global, que é utilizado como camada intermediária para acesso a diferentes SGBD's. Assim, uma consulta sobre o modelo conceitual global é mapeada para o esquema local, onde segundo Larson et al [26] as informações necessárias estão armazenadas de forma integrada, ou seja, de forma unificada e não redundante. A obtenção desta integração envolve três etapas: comparação de esquemas conceituais, onde equivalências e conflitos são identificados; adequação de esquemas, onde os conflitos são solucionados; e integração e reestruturação de esquemas, onde os esquemas locais são integrados através de conceitos comuns ao esquema conceitual global.

A identificação de equivalência ocorre em dois níveis: (a) no nível conceitual, onde se comparam os esquemas; e (b) no nível do banco de dados, onde instâncias correspondentes a um mesmo objeto são relacionadas.

Na literatura encontra-se um grande número de metodologias, ferramentas e soluções para integrar esquemas de bases de dados. A seguir são apresentadas metodologias de integração de bancos de dados para a comparação de esquemas conceituais e identificação de equivalência entre objetos.

II.6.1 - Metodologias de Comparação de Esquemas Conceituais

Os aspectos de similaridades e divergências de representações existentes entre os esquemas são de extrema importância, pois através da aplicação de uma metodologia de comparação de representações, contendo os critérios para a identificação das semelhanças e conflitos, é possível a execução do processo de integração de esquemas conceituais.

Através de uma modelagem relacional, Kim e Seo [27] dividem os conflitos em dois grupos básicos:

- Conflitos de Esquema: englobam os conflitos relativos aos nomes utilizados, estruturas de modelagem utilizadas e atributos modelados;
- Conflitos de Dados: englobam a representação de atributos. São considerados

dados errados os conflitos que resultam da entrada de dados incorretos no banco de dados e conseqüentemente da ocorrência de diferentes valores para atributos equivalentes.

Esta metodologia classifica a heterogeneidade em sistemas de múltiplos bancos de dados, sem definir soluções ou alternativas para tratamento de conflitos e sem especificação do processo de integração.

A metodologia de Chen et al [8] considera conflitos resultantes de dados inconsistentes ou ausentes e decorrentes de divergências de domínio (nomes, escalas, representações), sem considerar conflitos referentes aos aspectos comportamentais da representação do objeto. A integração de esquemas de objetos heterogêneos baseia-se na identificação de objetos isoméricos, com identificadores compatíveis, possibilitando assim a instanciação correta, durante o processamento de consultas. Sua proposta busca a integração e recuperação das informações dos bancos de dados componentes, sem perda de informação, através da interligação de classes locais.

Batini et al [11] comparou algumas metodologias existentes que lida com integração e descreve as seguintes etapas a serem executadas:

- Pré-integração: consiste em analisar os esquemas antes da sua integração a fim de decidir sobre a política de integração a ser usada.
- Comparação de esquemas: neste estágio os esquemas são comparados e analisados para determinar relações entre conceitos e detectar conflitos e propriedades entre esquemas
- Conformação dos esquemas: corresponde a resolução dos conflitos para permitir a incorporação de vários esquemas. Nesta fase é necessário aproximar as interações com os usuários.
- Incorporação e reestruturação: executa a unificação dos esquemas originando alguns esquemas intermediários integrados.

Já Reddy et al [28] afirmam que o processo de integração direta dos esquemas é dificultado pela existência de incompatibilidades semânticas e incompatibilidades quantitativas de dados. As incompatibilidades semânticas abordam os problemas relacionados com os conflitos de nome, tipo de construtor, chave, dados ausentes, níveis de abstração ou escalar. Já as incompatibilidades quantitativas de dados estão relacionadas aos diferentes níveis de precisão, atualizações assíncronas ou quebra de segurança. Nesta classificação, não

existe um critério consistente de identificação de conflitos conceituais aplicados às diferentes hierarquias de representação de uma entidade, como classe e atributo. Sendo esta metodologia voltada à integração de bancos de dados tradicionais, ela não considera os aspectos de modelagem específicos do modelo orientado a objeto, os conflitos comportamentais são respeitados.

A metodologia de integração apresentada por Spaccapietra et al [25] e Spaccapietra e Parent [29] é voltada à resolução automática de conflitos estruturais sem modificação dos esquemas locais e independente dos modelos de dados utilizados. Devido à necessidade de informação, pelo projetista, das correspondências entre diferentes representações de um mesmo conceito, a classificação de conflitos busca apenas estabelecer uma classificação padrão para os possíveis tipos de conflitos entre dois esquemas. Estes conflitos estão divididos em quatro grupos distintos:

- Conflitos Semânticos: resultantes de diferentes percepções da realidade;
- Conflitos Descritivos: restrito às propriedades descritas para um objeto;
- Conflitos de Heterogeneidade: referindo-se ao uso de diferentes modelos de dados;
- Conflitos Estruturais: correspondente ao uso de diferentes construtores na representação de um mesmo objeto do mundo real.

II.6.2 - Metodologias de Identificação de Equivalências entre Objetos

Estas metodologias são caracterizadas por uma intensa participação do projetista, sendo este responsável pela tarefa de introduzir o conhecimento externo sobre o Universo de Informação necessário para o estabelecimento de equivalência entre representações.

As soluções propostas para a identificação de equivalências entre objetos instanciados em diferentes bancos de dados adotam uma ou uma combinação das seguintes estratégias:

- Uso de atributos únicos (que identificam a instância) comuns, Lim e Prabhakar [30];
- Uso de atributos equivalentes, Chen et al [8] e Chatterjee e Segev [31];
- A equivalência é estabelecida pelo projetista;
- Uso de assertivas de equivalência entre objetos, fornecida pelo projetista, conforme Reddy [28], Spaccapietra e Parent [29] e Koh e Chen [32];
- Uso de dicionário de sinônimos, Chatterjee e Segev [31] e Hayne e Ram [33].

Na proposta de Hayne e Ram [33], os atributos são comparados para a determinação

do grau de semelhança entre os domínios dos objetos, possibilitando a classificação dos objetos como idênticos (com domínios sobrepostos, com domínios adjuntos ou diferentes). O processo de integração ocorre sob administração do projetista, pois este mantém um dicionário de sinônimos, e parte do pressuposto de que a resolução de conflitos que antecede a integração de objetos resulta na padronização das representações existentes para estes, nos diversos bancos de dados.

Lim et al [34] dividem o processo de integração de bancos de dados autônomos em duas etapas distintas:

- A nível conceitual: onde divergências relativas aos domínios e significados dos atributos são resolvidas e onde os atributos identificadores são assinalados;
- No processo de identificação de instâncias referentes a uma mesma entidade do mundo real, o qual independe do modelo conceitual.

Esta metodologia preocupa-se na resolução de incompatibilidades no nível de instâncias através da especificação de condições a serem satisfeitas para que a equivalência de entidades possa ser estabelecida, quando uma chave comum não está disponível, através da compatibilização de aspectos comuns. Com isso os autores consideram que as informações semânticas necessárias ao processo de identificação estão, de alguma forma, disponíveis e não especificam os critérios nem o tratamento destes conflitos.

Chatterjee e Segev [31] propõem que as representações equivalentes e os atributos chaves e atributos compatíveis entre as representações sejam informados. A metodologia consiste, basicamente, na identificação das representações que apresentam chaves incompatíveis e na atribuição de importância ao atributo. O trabalho de Chen et al [8] consiste na identificação dos conflitos e, com base em informações semânticas (grau de importância, compatibilidade) inseridas pelos administradores dos bancos de dados locais, solucioná-los com a aplicação de um enfoque probabilístico, baseado na comparação e nas relações de *Joining* entre conjuntos de atributos compatíveis. O processo de identificação das equivalências não é especificado pelos autores.

Eliassen e Karlsen [35] asseguram que o processo de integração de esquemas é bastante simples, deixando a definição dos procedimentos para resolução de conflitos e detecção de equivalência de objetos a cargo do administrador de banco de dados. Os conflitos comportamentais não são tratados. A proposta é que através de modelos orientados a objeto, identifique-se um objeto através de um identificador único, invisível ao usuário, associado no momento da inclusão no repositório de dados, conforme Ken [36]. No momento em que se

tenta integrar os bancos de dados, onde as instâncias de uma mesma entidade do mundo real foram criadas independentemente, estando conseqüentemente associadas a diferentes identificadores de objetos únicos locais, então o identificador de objeto local deixa de ser referência, para o estabelecimento de equivalência entre as instâncias locais de uma mesma entidade do mundo real.

II.6.3 - Comparação de Metodologias de Acesso a Bancos de Dados Autônomos

Das metodologias analisadas, não foi encontrada uma que englobasse todo o processo de identificação de equivalências, identificação de representações equivalentes, tratamento dos conflitos de modelagem e identificação de equivalências no nível de objetos instanciados. Resumindo, nenhuma metodologia demonstrou ser completa. As equivalências entre objetos, tanto no nível de representação como no nível de instância, permanecem sem uma solução definitiva, pois a comparação dos esquemas conceituais e identificação de similaridades é um processo basicamente interativo, onde a “confirmação definitiva” de equivalência é dada pelo projetista. A utilização de atributos comuns a diferentes representações locais da entidade, que possam identificar o objeto de forma única, permanece como uma boa alternativa para o estabelecimento automático de equivalência entre objetos no nível de instância. Na ausência de tais atributos, os critérios a serem utilizados na identificação devem ser definidos pelo projetista.

II.7 - Esquema Global

O esquema global é produzido a partir dos esquemas desenvolvidos independentemente (esquemas locais), resolvendo conflitos sintáticos e semânticos entre eles, e criando um esquema integrado com todas as suas informações. Este processo também é chamado integração visual por Bright et al [37] e é mais difícil do que apenas criar uma união dos esquemas de entrada. Este tem de lidar com a ambigüidade, similaridade dos termos e as diferenças na representação e interdependência dos dados. O esquema global é simplesmente uma outra camada acima dos esquemas locais e pode ser usualmente reproduzido para cada ponto de conexão para acesso eficiente pelo usuário (Bright et al [37]).

A construção de um esquema global formado pela integração de esquemas diferentes (locais) não é uma tarefa simples. Ela tem que resolver problemas de semântica e conflitos sintáticos, equivalência e ambigüidade de dados, e diferenças na modelagem e aparência dos

aspectos do mundo real. Tudo isto deve ser executado sem a perda de significação e metas onde os dados foram originalmente criados.

Como apresentado na figura II.5, algumas das arquiteturas que usam um esquema global convertem cada esquema local para outro esquema semanticamente equivalente, definido nos termos de um modelo de dados comum, integrando-os e formando o esquema global. Portanto, proveêm modelos de dados transparentes, desde que o esquema global permita acesso uniforme às bases de dados heterogêneas (homogeneização).

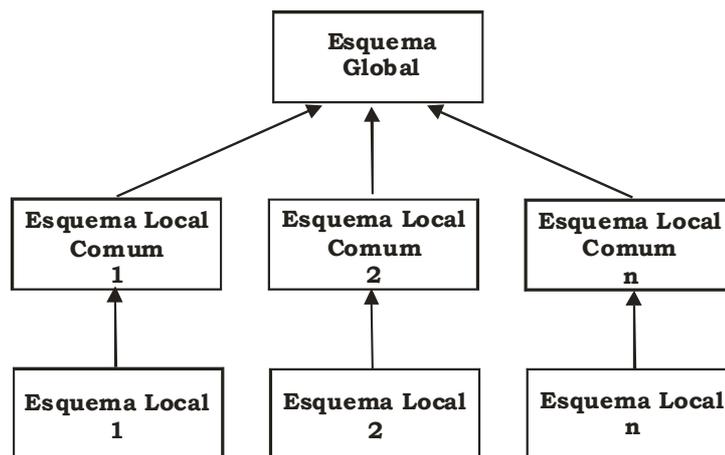


Figura II.5: Arquitetura de Esquema Global.

Com um esquema global, o sistema gerenciador das bases de dados local não tem auto-administração para definir a representação e a nomeação de um dado compartilhado, para determinar a maneira com que ele examina e combina o dado existente, para especificar quando e como comunicar com outros componentes, para executar operações locais sem interferência de operações externas, e assim por diante, comprometendo a autonomia dos componentes locais.

Mudanças nos esquemas locais devem estar refletidas no esquema global. As técnicas de integração usadas no projeto do esquema global e os tipos de mudanças nas representações dos dados locais podem complicar o mapeamento destas mudanças para o esquema global. Mudanças locais podem forçar a reconsideração de muitas decisões de projeto feitas durante o processo inicial de integração. Novamente o DBA deve possuir um grande conhecimento de todos os esquemas locais, do esquema global, e das decisões iniciais de projeto.

II.8 – Interoperabilidade

A interoperabilidade é a capacidade que um sistema possui de compartilhar e trocar informações e aplicações.

Devido à dificuldade de integração dos componentes das bases de dados de um agrupamento dentro de um esquema global, outras abordagens apareceram na literatura. Essas abordagens são baseadas na idéia de se construir bases de dados heterogêneas interoperáveis sem acesso a um esquema global.

Kamel e Kamel [38] definiram alguns dos requisitos e objetivos que devem ser cumpridos e providos na hora da interoperação de banco de dados heterogêneos, tais como:

- Transparência na Distribuição, isso é, os usuários devem ter acesso aos diferentes bancos de dados da mesma forma como tem acesso a um simples banco de dados local;
- Transparência na Heterogeneidade, usuários devem ter acesso a outros esquemas da mesma forma que eles têm acesso aos esquemas de seus bancos de dados locais (usando uma linguagem e modelo familiar);
- O sistema de banco de dados existente e suas aplicações não devem ser trocados;
- A adição de novos bancos de dados deve ser facilmente acomodada no sistema;
- Deve-se ter acesso ao banco de dados, tanto para recuperação como para atualização dos dados;
- A performance dos sistemas heterogêneos tem de ser comparável a um sistema de distribuição homogênea.

II.9 – Exemplos Desenvolvidos para Integração de Bancos de Dados Heterogêneos

Na literatura, como visto anteriormente, encontramos várias propostas para a integração de bancos de dados heterogêneos, muitas delas só são abordadas na teoria. Já na prática podemos citar o sistema PEGASUS [39] e [40] e o HEROS [41].

PEGASUS

É um SGBDH que fornece acesso a vários SGBDs heterogêneos, autônomos e distribuídos através de uma interface uniforme, integrando vários bancos de dados externos e um banco de dados nativo, PEGASUS. Foi desenvolvido pelo *Hewlett-Packard Laboratories* com o objetivo de atender a necessidade de acesso e gerenciamento de dados compartilhados por uma grande quantidade de aplicações independentes.

Dentre algumas características podemos destacar:

- Usa abstração de tipo e função para resolver problemas de mapeamento e integração. Abstração de dado e encapsulamento facilitam a criação de uma estrutura extensível para negociar com os vários tipos de heterogeneidades dos sistemas de bancos de dados tradicionais e das origens de dados não tradicionais.
- As diferenças semânticas e comportamentais entre funções em diferentes bancos de dados devem ser tratadas pelo administrador de banco de dados, através da especificação de algoritmos de reconciliação para cada informação conflitante.

Dentre os problemas apresentados, destacamos:

- Certos bancos de dados externos não fornecem identificação única dos objetos.
- A não resolução da heterogeneidade semântica e dos conflitos dos esquemas armazenados em vários bancos de dados.
- A ocorrência de inconsistências diante de transações concorrentes em vários bancos de dados.

HEROS – *Heterogeneous Object System*

O HEROS foi desenvolvido pelo Departamento de Informática da PUC-RJ. É um SGBD distribuído baseado em um modelo de objetos que integra banco de dados heterogêneos. O sistema adota arquitetura cliente/servidor onde os clientes interagem com um servidor HEROS global, que tem um esquema orientado a objetos resultante da integração dos esquemas dos bancos de dados componentes.

O processo de integração de esquemas não pode ser completamente automatizado devido à incapacidade dos modelos de dados de capturarem completamente um estado do mundo real.

Dentre as pesquisas sendo desenvolvidas para melhoria do sistema HEROS encontramos os aspectos de gerência de transações e de integração semântica.

II.10 - Conclusões

A integração de bancos de dados heterogêneos não é uma tarefa simples. A implementação de sistemas de bancos de dados autônomos e heterogêneos necessita de uma tecnologia mais complexa do que a exigida nos sistemas centralizados.

A busca de integração enfrenta muitos desafios, entre eles, o gerenciamento de transações, a garantia tanto da transparência no acesso e no manuseio dos dados, quanto da autonomia dos componentes. Segundo Ram [10], um dos principais requisitos dos bancos de dados distribuídos e heterogêneos é a preservação da autonomia das bases de dados existentes, visando preservá-las, evitando alteração das mesmas e a reprogramação dos sistemas gerenciadores de banco de dados.

Um problema complexo a ser superado na integração de SBDHs refere-se ao tratamento a ser dado aos conflitos semânticos e sintáticos. Este problema diz respeito à possibilidade de bases de dados diferentes, independentemente criadas e administradas, partilharem e trocarem informações sem considerar a similaridade e aspectos equivalentes dos dados envolvidos.

Na literatura, encontramos algumas soluções conceituais e teóricas visando promover a integração de SBDHs e a superar os principais problemas descritos. Estas soluções compreendem, basicamente, a utilização de um modelo canônico de dados e a integração de esquemas conceituais como camadas intermediárias para acesso a diferentes SGBDs.

Verifica-se que a interoperabilidade entre bancos de dados heterogêneos pode ser parcialmente suprida pela utilização de um esquema global, desenvolvido também como uma camada intermediária de *software*. O esquema global adota esquemas correspondentes a cada banco de dados local que representam uma visão destes e são integrados em um único esquema. Esse esquema deve ser construído a partir do mapeamento dos esquemas locais dos bancos de dados para um esquema único. Tal mapeamento envolve a resolução de conflitos sintáticos e semânticos entre os dados de cada esquema local.

Mas, revendo a literatura da área, verifica-se que esta solução resolve os conflitos sintáticos e estruturais, mas não garante, necessariamente a solução dos conflitos semânticos. As soluções disponíveis que visam tratar do problema semântico são quase sempre conceituais e adotam técnicas e ferramentas da inteligência artificial, como por exemplo a

proposta por Frederes, Ribeiro e Oliveira [42]. Os autores apresentam uma metodologia e uma ferramenta de auxílio aos projetistas na conversão do esquema conceitual local, de um banco de dados qualquer, para um esquema de exportação. Esta conversão é apoiada pela geração de uma tabela de objetos locais correspondente ao esquema conceitual. Para Frederes, Ribeiro e Oliveira [42] a metodologia possibilita a aplicação do mapeamento de esquemas conceituais e, posteriormente, o acesso integrado às informações distribuídas em bancos de dados heterogêneos. O processo de conversão aplicado aos esquemas é baseado em regras. A partir de um esquema local, descrito em uma linguagem padrão SQL, são gerados o esquema de exportação e a tabela de objetos locais, em um modelo orientado a objetos, que é o adotado como modelo canônico. Como a ferramenta não está disponível, não foi possível analisar o alcance da proposta.

Nossa solução para integração de SBDHs, como será visto nos capítulos 4 e 5, une os conceitos de esquema global para o desenvolvimento de um protótipo de *software* e o uso de ontologias. Para Berners-Lee; Hendler; Lassila [5], uma ontologia pode ser definida como um documento que define formalmente as relações entre os termos, e de um modo geral, é composta de uma taxonomia e um mecanismo de inferência. Através das ontologias, pode-se descrever relacionamentos entre objetos, preservando a informação semântica dos mesmos para automatizar o processamento pelas máquinas. A vantagem das ontologias é que elas permitem a reutilização e o compartilhamento de um vocabulário comum, tanto entre uma comunidade de usuários, quanto entre aplicações e sistemas de diferentes origens.

O modelo que especifica os termos ontológicos forma uma rede semântica de termos do domínio. Como será apresentado no próximo capítulo, a representação desta rede semântica pode ser facilitada pelo uso de editores de ontologia. Visando auxiliar na representação dos relacionamentos entre termos de um domínio, alguns editores, entre eles o Protégé 2000, adotam enfoque de modelagem bastante similar aos da modelagem orientada a objetos, com o conceito de classe (generalização), atributos das classes (especialização) e encapsulamento. O mecanismo de inferência é parcialmente assegurado pelas noções de herança e hierarquia de classes e de polimorfismo. A navegabilidade entre os diversos termos ontológicos é realizada através das ligações semânticas entre os termos.

CAPÍTULO III

Ontologias e Integração de Bancos de Dados Heterogêneos

III.1 Introdução

O grande problema identificado na integração de bancos de dados heterogêneos refere-se à semântica dos dados. Como visto anteriormente, os problemas de heterogeneidade sistêmica (relativos ao *hardware* e sistemas operacionais utilizados), os problemas de heterogeneidade sintática (relativos à utilização de diferentes linguagens) e os de heterogeneidade estrutural (ligadas ao uso de diferentes modelos) podem ser resolvidos com a adoção de um esquema global. A semântica de um termo é um problema crítico na medida em que os termos podem ter, e freqüentemente têm, significados diferentes dependendo do contexto de uso.

Uma das soluções para inclusão e reconhecimento da semântica de termos é o uso de ontologias, Fonseca e Egenhofer [7]. A semântica, ou seja, o significado dos conceitos empregados nos diversos domínios do conhecimento, é capturada por meio de ontologias. Neste capítulo, de início, é oferecida uma visão geral das ontologias, a seguir são descritas, de forma sucinta, algumas propostas de integração de bancos de dados heterogêneos usando a noção de ontologias e, por fim, são apresentados os principais suportes para apoio à modelagem de ontologias.

III.2 Ontologias: Visão Geral

Para a comunidade de Inteligência Artificial, ontologias são teorias que especificam um vocabulário relativo a um certo domínio, vocabulário este que define entidades, classes, propriedades, predicados e funções e as relações entre estes componentes [43]. Elas também são descritas como coleções estruturadas de termos, precisamente descritos e inter-relacionados entre si, de acordo com o entendimento de uma comunidade de especialistas no domínio. Com o uso de ontologias, é possível representar informações que refletem um entendimento semântico de diversas situações do mundo real.

Para a engenharia de *software*, **ontologia** descreve uma certa realidade com um vocabulário específico, usando um conjunto de premissas de acordo com o sentido intencional

das palavras do vocabulário [7]. Gruber [44] define uma **ontologia** como uma especificação explícita de uma conceituação. Para Guarino [45], uma **ontologia** é uma teoria lógica que corresponde ao significado intencional de um vocabulário formal, ou seja, um comprometimento ontológico com uma conceituação específica do mundo.

As ontologias são apropriadas para representar o papel de visões semânticas.

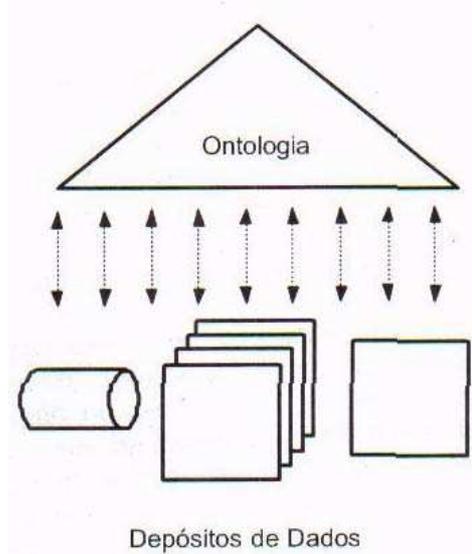


Figura III.1 – Ontologia descrevendo depósitos de dados.

As ontologias se propõem a capturar domínios de conhecimento de forma genérica, para fornecer um entendimento semântico desses domínios que poderá ser utilizado e compartilhado por diversas comunidades e aplicações [46]. Logo, é importante que as ontologias sejam definidas preferencialmente por especialistas de um dado domínio, visto que não há ninguém mais indicado para definir os conceitos-chave de uma determinada área de conhecimento do que os pesquisadores/estudiosos da área.

Uma das principais motivações para a construção de ontologias é por disponíveis bases de informações a serem compartilhadas e reutilizadas entre diversas aplicações [45]. Elas ontologias fornecem um entendimento semântico comum de tópicos que podem ser utilizados tanto na comunicação entre pessoas como entre aplicações e sistemas [5].

Handschuh et al. [47] definem formalmente uma ontologia como uma quintupla:

$$O := \{C, R, H^c, rel, A^o\}$$

consistindo de:

- Dois conjuntos disjuntos C e R cujos elementos são denominados *conceitos* e *relações* respectivamente;

- Uma **hierarquia de conceitos** H^c : H^c é uma relação direcionada $H^c \subseteq C \times C$ a qual é chamada de *hierarquia de conceitos* ou *taxonomia*. $H^c(C_1, C_2)$ significa que C_1 é um subconjunto de C_2 ;
- Uma **função rel** $R \rightarrow C \times C$ que relaciona conceitos não taxonomicamente. A função $dom: R \rightarrow C$ com $dom(R) := \pi_1(rel(R))$ fornece o domínio de R enquanto a função $val: R \rightarrow C$ com $val(R) := \pi_2(rel(R))$ fornece seu conjunto de valores. Notemos que para $rel(R) = (C_1, C_2)$ pode-se escrever $R(C_1, C_2)$;
- Um conjunto de **axiomas** ontológicos A^o , expressos em uma linguagem lógica apropriada como p.ex. lógica de primeira ordem (*first-order-logic*).

III.2.1 Classificação de Ontologias

Guarino [45] propõe que ontologias sejam construídas segundo seu nível de generalidade, como é mostrado na figura III.2.

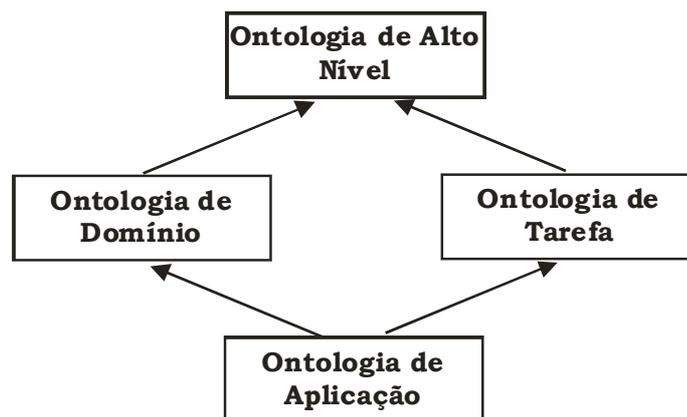


Figura III.2 – Tipos de ontologias e seus relacionamentos.

- Ontologias de Alto Nível: descrevem conceitos gerais como espaço, tempo, objeto, assunto, ação e/ou metadados como entidades, relações e atributos, os quais são independentes de um problema ou domínio específico.
- Ontologias de Domínio: descrevem o vocabulário relacionado ao domínio genérico (exemplo: medicina, automóvel). Tem uma visão mais epistemológica do domínio, focando nos conceitos e objetos do universo de discurso.
- Ontologias de Tarefas: descrevem tarefas de um domínio, como processos, planos, metas, escalonamentos, etc, com uma visão mais funcional, embora declarativa, de

um domínio.

- Ontologias de Aplicação: descrevem conceitos, dependendo de um domínio e tarefa específicos, os quais são frequentemente especializações das ontologias relacionadas. Esses conceitos correspondem aos papéis das entidades do domínio enquanto desempenham uma certa atividade como unidade substituível ou componente dispensável.

Neste trabalho, como será visto no próximo capítulo, modelamos uma ontologia de domínio.

III.3 Ontologias e Bancos de Dados

Do ponto de vista de Banco de Dados, uma ontologia pode ser definida como uma especificação parcial de um domínio ou meta-domínio, descrevendo entidades, relações entre eles e regras de integridade [48]. Segundo Gruber [49], ontologia é uma especificação explícita⁶ de uma conceitualização⁷, quer dizer, uma ontologia é uma descrição (como uma especificação formal de um programa) dos conceitos e relacionamentos que podem existir para um agente ou uma comunidade de agentes.

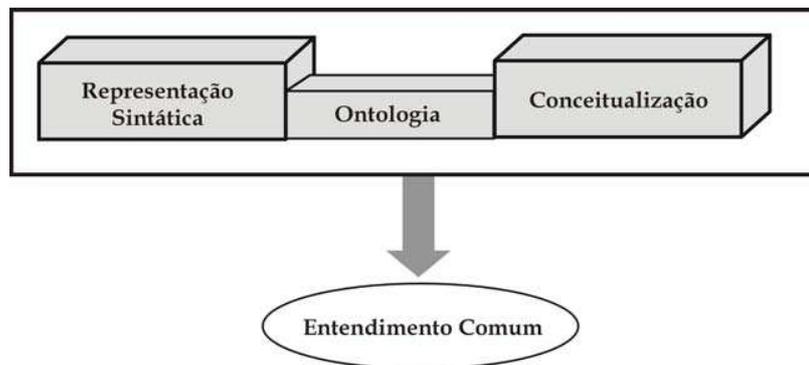


Figura III.3 – Especificação formal segundo Gruber

A utilização de ontologias visa facilitar o compartilhamento de informações em geral e a

⁶ Por especificação explícita, podemos entender as definições de conceitos, instâncias, relações, restrições e axiomas.

⁷ Por conceitualização, que se trata de um modelo abstrato de uma área de conhecimento ou de um universo limitado de discurso.

integração de bancos de dados. Uma ontologia é um conjunto de condições de interesse em um domínio de informações particulares e suas relações. Ontologias e relacionamentos entre ontologias são criados por especialistas no domínio correspondente, mas eles podem representar um ponto-de-vista particular do Sistema de Informações Global, isto é, podem descrever domínios personalizados.

A ontologia quando aplicada no conceito de banco de dados é considerada apenas como um modelo conceitual. Um modelo conceitual é um modelo que descreve, dentre outras coisas, a estrutura dos dados do banco de dados em um alto nível de abstração. Porém, uma ontologia não representa a estrutura das fontes de dados associadas a ela, apenas propõe uma estrutura de consenso para conceitos e relações que são úteis para grupos de especialistas. Ela oferece um mecanismo de interpretação (parcial ou total) do domínio de dados semi-estruturados de uma ou mais fontes. Assim, uma ontologia é desenvolvida, não com a finalidade de definir a estrutura de fontes semi-estruturadas, e sim, visando definir um vocabulário de trabalho para um grupo de usuários [48].

III.4 Construção de Ontologias

A tarefa de representar as situações do mundo real com toda a sua riqueza de detalhes não é uma tarefa simples. Na tentativa de simplificação tem sido utilizado o conceito de representação de domínios, onde é representada uma parte do mundo, restringindo, assim, a diversidade de informações e, ao mesmo tempo, concentrando a definição em cada domínio de conhecimento para permitir uma representação cada vez mais rica do mesmo.

Em termos práticos, uma ontologia consiste basicamente na definição de alguns itens:

- Conceitos que representam tópicos importantes na definição de um dado;
- Domínio de conhecimento;
- Definição de algumas características relevantes para esses tópicos; e,
- Definição de relacionamentos entre esses conceitos, além de possibilitar uma organização hierárquica desses conceitos, sempre que for necessário.

Cada ontologia agregará uma parte do domínio de conhecimento para uma área em particular e uma das principais motivações para sua construção é a possibilidade de compartilhar e reutilizar conhecimento, definido de uma forma genérica, entre comunidades e aplicações.

As ontologias podem ser combinadas em um nível de abstração mais alto e desta maneira compor novas e mais abrangentes ontologias. Quando dados de origens diferentes são integrados, suas ontologias podem ser utilizadas para direcionar a investigação de correspondências entre seus elementos.

O processo de construção de uma ontologia geralmente tende a ser lento e complexo, pois exige um alto nível de conhecimento sobre o domínio a ser representado.

Segundo Noy e McGuinness [50], a elaboração de uma ontologia envolve os seguintes passos:

- Determinar o domínio e o escopo da ontologia;
- Investigar o reuso de ontologias existentes;
- Listar termos importantes;
- Definir as classes;
- Identificar a hierarquia de classes;
- Definir propriedades das classes.

Uma ontologia é formada por classes, sendo que estas classes podem possuir atributos (também conhecidos como *slots*) e restrições (também chamado de *facets* ou *role restrictions*). Uma classe descreve um conceito dentro de um determinado domínio.

As classes também podem possuir subclasses, sendo que estas são utilizadas para representar um conceito mais específico dentro do domínio. Por exemplo, pode-se imaginar uma classe pessoa que possui as subclasses autor e professor, já que ambos são tipos de pessoas.

Os atributos descrevem as propriedades que poderão ser particulares para cada instância de uma classe. No caso de uma classe pessoa, por exemplo, poderíamos ter os atributos nome, data de nascimento, documento de identidade, etc.

Nota-se que é muito fácil fazer uma analogia da ontologia com os conceitos de orientação a objetos utilizados nas linguagens de programação modernas, mas não podemos deixar de salientar uma diferença fundamental entre as duas. Enquanto na orientação a objetos as classes possuem atributos e métodos, que definem respectivamente as propriedades e o comportamento de uma instância, na ontologia as classes não possuem métodos. A princípio pode parecer estranho, mas analisando mais a fundo observa-se que isto faz sentido, já que a função da ontologia é representar conhecimento, e para uma simples representação não se precisa de métodos (que definem ações), mas sim de atributos (que definem as propriedades).

Gruber [49] garante a qualidade das ontologias, de acordo com a utilização correta e

precisa dos princípios abaixo:

- *Clareza*: Os programas usam diferentes modelos e abstrações na resolução de seus problemas. Na definição do conhecimento, deve-se ter a objetividade de definir apenas o que se presume ser útil na resolução da classe de problemas a ser atingida. Definições completas, com condições necessárias e suficientes, devem ter precedência sobre definições parciais.
- *Legibilidade*: As definições devem guardar correspondência com as definições correntes e informais. A ontologia deve usar um vocabulário compartilhável – normalmente o jargão e terminologia usados por especialistas do domínio.
- *Coerência*: As inferências derivadas da ontologia definida devem ser corretas e consistentes, do ponto de vista formal e informal, com as definições.
- *Extensibilidade*: A ontologia deve permitir extensões e especializações monotonicamente e com coerência, sem a necessidade de *revisão da teoria*, que consiste na revisão lógica automática de uma base de conhecimento em busca de contradições.
- *Mínima codificação*: Devem ser especificados conceitos genéricos, independente de padrões estabelecidos para mensuração, notação e codificação, garantindo a extensibilidade. Essa genericidade é limitada pela clareza. Esta característica se contrapõe à programação imperativa orientada a objetos, porque, por exemplo, atributos de objetos trazem tipos básicos e informações sobre a implementação.
- *Mínimo compromisso ontológico*: Para maximizar o reuso, apenas o conhecimento essencial deve ser incluído, gerando a menor teoria possível acerca de cada conceito, e permitindo a criação de conceitos novos, mais especializados ou estendidos.

III.4.1. Metodologias para a construção de Ontologias

Analisando-se as metodologias propostas para a construção de ontologias existentes verifica-se uma grande similaridade dos passos com os da engenharia de *software*: *especificação, conceitualização, e implementação*, Gómez -Pérez [51].

O primeiro passo, a *especificação*, determina o propósito e escopo da ontologia a ser confeccionada. Esta fase deve incluir uma análise para decidir se é possível, necessário ou adequado o reuso de ontologias já existentes.

O próximo passo é a *conceitualização*, que é a etapa mais crítica do desenvolvimento. Por ser a mais ligada à definição do conhecimento, nela ocorre a maior parte das atividades de suporte de aquisição e avaliação. Noy [52] lista passos e várias sugestões úteis sobre esta fase:

- *Enumerar os termos do domínio*, sem preocupar-se com similaridade, repetições e relações entre eles. Costuma-se usar o processo de *brainstorming* para este fim.
- *Definir as classes*. É preciso não confundir nomes de um conceito com o próprio, inclusive existem sistemas que permitem a inclusão de sinônimos e termos associados a conceitos de uma ontologia.
- *Definir a hierarquia das classes*. Ocorrendo em paralelo com o anterior, esse constitui o passo mais capcioso do desenvolvimento, devido às sutilezas das hierarquias. Ao serem criadas subclasses, devem observar a clareza e consistência da hierarquia. A clareza refere-se ao fato de uma classe ter subclasses demais ou de menos. No primeiro caso é preciso verificar se o uso de classes intermediárias não seria adequado, e, no segundo, se a informação dos atributos é insuficiente para refletir diferenças entre as instâncias. Uma maneira efetiva é considerar se entre a superclasse e a subclasse não é plausível existirem outras classes. Três abordagens para a definição de hierarquias são sugeridas por Uschold e Gruninger [53]: a *top-down*, definindo as classes mais gerais e depois as específicas, a *bottom-up*, que faz o processo inverso, e a *middle-out*, que começa por classes no meio que vão sendo especializadas (para baixo) e generalizadas (para cima).
- *Definir os atributos e facetas de cada classe*. Este passo deve interagir com os dois anteriores, pois são os novos atributos ou facetas que definem uma classe, exceto em classes terminológicas, como, por exemplo, em medicina. Os atributos podem ser intrínsecos (e.g., número de pernas), extrínsecos (nome de uma pessoa), partes de uma classe (e.g. partes do corpo: cabeça, tronco e membros), ou relacionamentos, que são instâncias de outras classes, por exemplo, o atributo Pesquisadores, da classe Projeto, que representa instâncias da classe Pesquisadores. Note-se que, para este exemplo, a faceta de classes permitidas especificou a classe mais geral, que incluía todas as subclasses de pesquisadores (estudantes de pós-graduação, professores, etc).
- *Criar as instâncias*, tendo como lema que são os conceitos mais específicos de uma ontologia, ou seja, os elementos separados por menor granularidade. Se estes

conceitos possuem uma hierarquia natural, é preciso revisar a definição das classes.

- Em relação a *convenções de nomes*, estes devem ser facilmente compreensíveis, recomendando-se convenções diferentes para classes, atributos e instâncias. Devem ser evitadas abreviações, que confundem os usuários, pois a ontologia deve ser legível para as pessoas que as consultam.

Deve-se transformar a ontologia em algo computável, o que é realizado na fase de *implementação*. Esta etapa corresponde à geração de arquivos numa linguagem de representação de conhecimento. Paralelamente à etapa de implementação, nesta dissertação aplicou-se a etapa de *validação*, que executará testes para verificar se a ontologia atende aos requisitos especificados na fase de especificação.

Em Hwang [54] são apontadas características fundamentais que devem ser consideradas na construção de uma ontologia:

- Aberta e dinâmica: deve ser capaz de adaptar-se a mudanças e aprimoramentos no domínio associado, em relação à estrutura e comportamento do domínio. Idealmente, essa evolução deve ser a mais automatizada possível;
- Escalável e interoperável: uma ontologia deve ser facilmente escalável para um amplo domínio e adaptável a novos requisitos. Deve ser possível integrar múltiplas ontologias em uma única ontologia. Essa característica exige que a ontologia seja simples e clara;
- De fácil manutenção: se sua definição é simples e clara, mais facilmente ela pode ser compreendida por especialistas humanos;
- Semanticamente consistente: deve manter conceitos e relacionamentos coerentes com o domínio;
- Independente de contexto: uma ontologia não deve conter termos muito específicos de um certo contexto. Isso dificulta a associação da semântica de cada fonte com os conceitos da ontologia e a integração de ontologias.

III.4.2 Editores de Ontologias

Como já foi mencionado, a construção de ontologias não é uma tarefa simples, necessitando de um especialista do domínio a ser modelado, por isso, qualquer apoio na

construção de ontologias pode representar ganhos significativos. Existem diversos tipos de ferramentas úteis para a construção de ontologias.

A tabela III.1 apresenta algumas ferramentas para a construção de ontologias. Em geral, as ferramentas utilizam linguagens de representação para a construção das ontologias, apresentadas na subseções seguintes.

Tabela III.1 – Ferramentas para Construção de Ontologias.

| Ferramentas | Descrição |
|--|--|
| WebOnto | Ferramenta que possibilita a navegação, criação e edição de ontologias, representadas na linguagem de modelagem OCML (<i>Operational Conceptual Modelling Language</i>). Permite o gerenciamento de ontologias por interface gráfica, a inspeção de elementos, a verificação da consistência da herança e o trabalho cooperativo. Corcho [55]. |
| OntoEdit | Ambiente gráfico para edição de ontologias que permite inspeção, navegação, codificação e alteração de ontologias. O modelo conceitual é armazenado usando um modelo de ontologia que pode ser mapeado em diferentes linguagens de representação. As ontologias são armazenadas em bancos relacionais e podem ser implementadas em XML (<i>Extensible Markup Language</i>), Flogic, RDFS (<i>Resource Description Framework Schema</i>) e DAML+OIL. (<i>DARPA Agent Markup Language</i>) (<i>Ontology Inference Layer</i>) Maedche [56]. |
| OCM (<i>Ontological Constraints Manager</i>) | Ferramenta para verificar a consistência de ontologias em relação a axiomas ontológicos. É composto por duas ferramentas de edição que possibilitam verificar a ocorrência de conflitos. Kalfoglou [57]. |
| OilED | Editor de ontologias de código aberto que permite construir ontologias utilizando a linguagem OIL (<i>Ontology Inference Layer</i>). Não é um ambiente completo para o desenvolvimento de ontologias. Verificação da consistência e classificação automática da ontologia podem ser executadas pela ferramenta FaCT. Horrocks [58]. |

No entanto, a ferramenta mais difundida tem sido o Protégé.

Protégé

Projeto desenvolvido na Universidade de Standford, Departamento de Informática Médica – (SMI - *Stanford Medical Informatics*). Em seu projeto original, o Protégé era uma ferramenta de aquisição de conhecimento limitada a um sistema especialista para oncologia, o Oncocin [59]. Com o intuito de acompanhar a evolução tecnológica, o projeto passou por diversos aperfeiçoamentos e melhorias, dentre os quais podemos destacar:

- Servir para aquisição de conhecimento diretamente dos especialistas de domínios, diminuindo a dependência dos engenheiros de conhecimento;
- Permitir diversos formalismos e estratégias de inferência;
- Integrar tarefas (aquisição de ontologias e instâncias, ambiente de teste com inferência) num mesmo ambiente;
- Criar automaticamente formulários para entrada de conhecimento;
- Permitir o acesso a ontologias via OKBC (*Open Knowledge-Base Connectivity*, em português, conectividade para bases de conhecimento abertas);
- Combinar ontologias.

O Protégé é, atualmente, um grande referencial como ferramenta para modelar e construir bases de conhecimento, utilizadas para adicionar semântica a *Web*. A atual versão do projeto disponibiliza o Protégé-2000, que é uma ferramenta extensível e de código aberto para editar bases de conhecimento na *Web*.

O modelo de aquisição de conhecimento da Protégé é um modelo abstrato e as ontologias são definidas através de uma interface gráfica, criando-se os conceitos do domínio que se deseja representar sob uma estrutura de árvore, organizados numa hierarquia de subclasses.

O Protégé trabalha com um modelo de conhecimento extensível, isto é, possibilitando redefinir declarativamente as classes primitivas (ou metaclasses) de um sistema de representação. Com efeito, um atributo de um “*frame*” numa classe definida por um usuário, instancia uma classe do sistema, a metaclassa: SLOT, o mesmo ocorrendo com classes e facetas. O conjunto de metaclasses usados por “*default*” pelo sistema implementa características comuns a “*frames*”, tornando-o fácil de usar mesmo para usuários leigos. Todavia, se forem utilizadas metaclasses complexas e distintas das originais - como as para definir classes em RDF (*Resource Description*

Framework), por exemplo –as instâncias alcançarão a expressividade e complexidade desejada. Por isso, o Protégé pode ser adaptado a diversos usos. Esta abordagem verificou-se muito mais flexível do que a ontologia de “frames” de outras ferramentas, como a Ontolingua, que é muito complexa, e, se for alterada, muitas ontologias que a referenciam não poderão ser reusadas.

A interface gráfica do Protégé é baseada no padrão OKBC, segundo Chaudri et al. [60], que consiste de uma API (*Application Programming Interface*, interface para programação de aplicações) para garantir a interoperabilidade entre diferentes linguagens de representação. Além disso, o OKBC fornece uma interface gráfica genérica a ferramentas desenvolvidas para construção de sistemas de representação de conhecimento baseados em quadros (*frames*).

Abaixo, uma figura ilustrativa mostrando uma das janelas da interface do Protégé-2000.

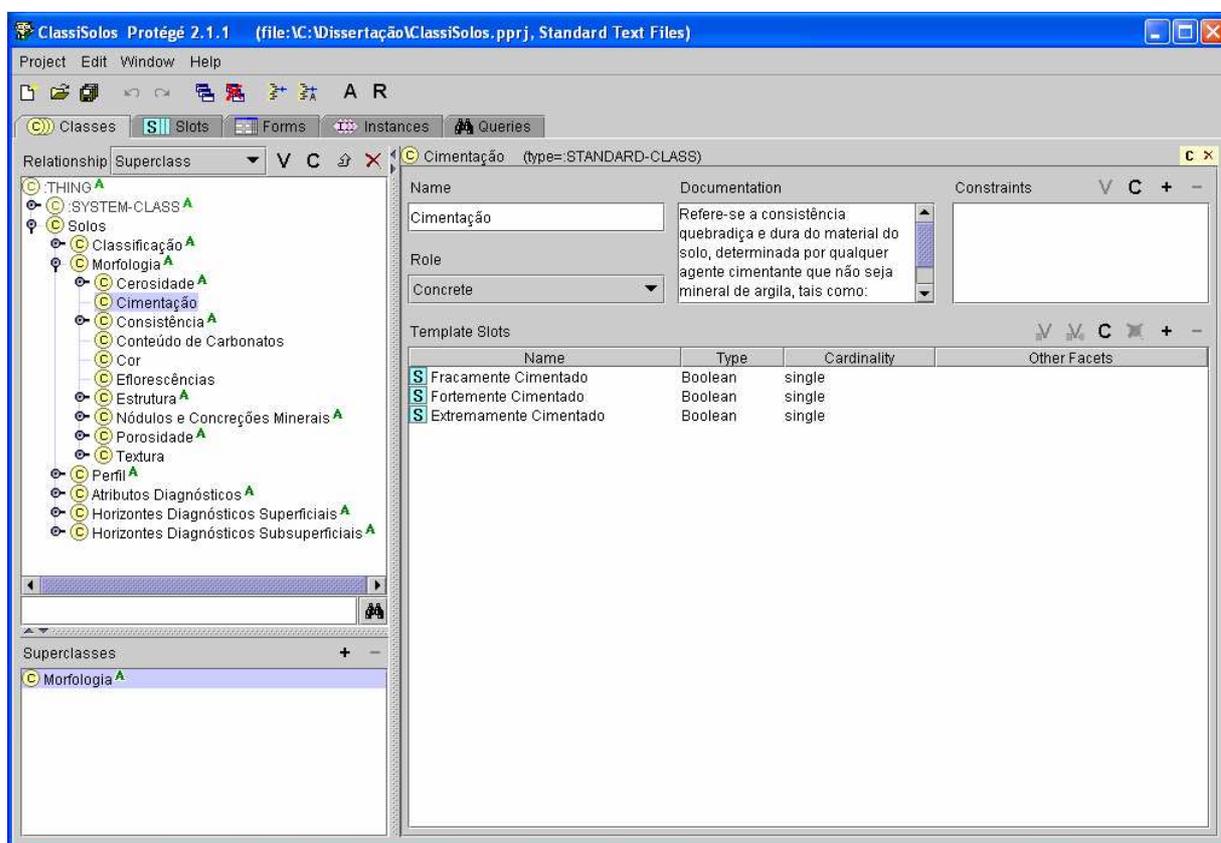


Figura III.4 – Interface do Protégé-2000.

Ao criar-se uma ontologia no Protégé, é gerado um arquivo num formato próprio e desenvolvedores podem transformar esse formato em um outro formato, com uma outra sintaxe, através de *parsers* que são disponibilizados. Assim, os desenvolvedores podem ler e gravar arquivos na sintaxe de qualquer linguagem, desde que já exista um *parser* disponível no Protégé

para essa linguagem, Noy et al. [61].

Além de ser um editor de ontologias, o Protégé destina-se a outras funções como:

- Interoperabilidade entre sistemas, uma vez que ele se propõe a ser um mediador na comunicação entre diferentes bases e sistemas de representação do conhecimento. Como existem bases de dados representadas em diferentes linguagens, essa mediação flexibiliza o compartilhamento e a reutilização dessas informações Noy et al. [62].
- Construção de ontologias colaborativas com migração, integração e controle de versão, Noy et al. [62].

Outra alternativa para o desenvolvimento de ontologias é o uso de linguagens de representação de ontologias.

III.4.3 Linguagem de Representação de Ontologias

As linguagens para representação de ontologias se propõem a estender o poder de expressão semântica dos modelos já existentes e já utilizados para definição de ontologias. Evidentemente, elas oferecem algumas flexibilidades interessantes, porém seria bastante prematuro classificá-las como um padrão para definição de ontologias uma vez que é muito difícil definir e padronizar todas as regras semânticas que poderiam estar envolvidas na descrição das ontologias.

KIF (*Knowledge Interface Format*)

Representa conhecimento em lógica de 1ª ordem (cálculo de predicados), apresentando a maior expressividade entre as linguagens de ontologia, segundo Corcho et al. [63]. Ela pode representar meta-conhecimento, através de reificação, ou seja, representando relações como objetos, sendo possível a construção de sentenças sobre sentenças, e, portanto, predicados de 2ª ordem. Esta forte expressividade, enquanto decisão de projeto, foi tomada para que os outros formalismos pudessem ser facilmente representáveis e, portanto traduzíveis, nela.

OWL (*Ontology Web Language*)

A OWL é a linguagem de marcação semântica proposta em 2002 pela W3C (*World Wide Web Consortium*) para representar e compartilhar ontologias na *Web*. A OWL é derivada da DAML+OIL e é construída sob a sintaxe RDF.

EM OWL, uma ontologia é um conjunto de definição de classes e suas propriedades, e podendo incluir relacionamentos entre classes. A OWL fornece representações semânticas mais expressivas para as informações na *Web*, através de elementos específicos para definição de ontologias, descrevendo semanticamente suas classes e relacionamentos de uma maneira cada vez mais rica e detalhada.

DAML+OIL

Foi desenvolvida a partir da OIL original, embora não utilize o conceito de *frames*. É uma linguagem de marcação semântica para *web* que apresenta extensões a linguagens como o DAML, RDF e RDFS por meio de primitivas de modelagem baseadas em linguagens lógicas.

DAML+OIL assume uma abordagem orientada a objetos, com a estrutura do domínio sendo descrita em termos de classes e propriedades. Uma ontologia consiste de um conjunto de axiomas que são declarados; por exemplo, classificação de relacionamentos entre classes e propriedades.

De um ponto de vista formal, DAML+OIL pode ser visto como uma linguagem equivalente à expressiva descrição lógica.

RDF

O RDF foi criado pela W3C para definir uma padronização da representação e do uso de metadados na *Web*. O propósito da W3C era fornecer meios para possibilitar a interoperabilidade entre aplicações na *Web* que trocassem informações que fossem entendidas diretamente pelas máquinas (*machine-understandable*).

Assim, o RDF define um mecanismo para descrever recursos na *Web* de uma forma neutra, sem estar direcionado a uma particular área de aplicação ou domínio de conhecimento.

RDF e RDFS possuem recursos para descrever tanto metadados descritivos como metadados semânticos. Com estas linguagens, são possíveis as descrições de domínios de ontologias, através da identificação de hierarquias de conceitos e relações, juntamente com axiomas que podem ser usados para produzir novos fatos a partir de um já existente.

III.5 Conclusões

Interoperabilidade é a capacidade de compartilhamento e troca de informações e processo em ambientes computacionais heterogêneos, autônomos e distribuídos [64]. O alcance da interoperabilidade entre bancos de dados demanda a superação de diferentes níveis e tipos de incompatibilidades. As soluções compreendem a conversão entre formatos de dados próprios de cada banco de dados, a compatibilização semântica entre bancos de dados distintos e o desenvolvimento ou uso de modelos de dados gerais proposto pelos diferentes fabricantes ou organizações. A busca por interoperabilidade procura resolver problemas que ocorrem nos níveis sintáticos e semânticos.

As ontologias se propõem a capturar domínios de conhecimento de forma genérica, para fornecer um entendimento semântico desses domínios que poderá ser utilizado e compartilhado por diversas aplicações e comunidades de usuários [65]. Logo, é importante que as ontologias sejam definidas preferencialmente por especialistas de um dado domínio, visto que não há ninguém mais indicado para definir os conceitos-chave de uma determinada área de conhecimento do que pesquisadores/estudiosos da área.

Um entendimento semântico comum não significa um único domínio para atender a todo o universo de informações. Por isso, a proposta das ontologias está associada ao conceito de representação de domínios de conhecimento, onde existiriam ontologias específicas para cada área de conhecimento, diminuindo assim a complexidade da representação, e elas englobariam as informações necessárias para descrever semanticamente cada domínio de forma independente, mas podendo ser integradas de acordo com a necessidade.

Os domínios de conhecimento especificados numa ontologia, quando aplicados à recuperação de informação, terão a finalidade básica de servir como esquemas conceituais que darão suporte semântico a consultas.

Estudando a integração de bancos de dados heterogêneos com vistas a buscar níveis satisfatórios de interoperabilidade entre eles, nesta dissertação foi construída uma solução conceitual composta de: (a) desenvolvimento de um esquema global, traduzido em uma camada de *software* entre bancos de dados relacionais heterogêneos; e (b) criação de uma ontologia que descreva e represente o conhecimento consolidado no domínio das informações dos bancos de

dados heterogêneos a serem manipulados. Os termos da ontologia fornecem o suporte necessário para a modelagem tanto das consultas a serem realizadas quanto do modelo de dados (classes e atributos) dos futuros bancos de dados.

Para testar esta solução conceitual, foi elaborado um estudo de caso a partir de consultas hipotéticas a bases de dados heterogêneas, visando identificar os tipos de solos mais apropriados ao cultivo de cítricos.

No próximo capítulo, é descrito o desenvolvimento de um protótipo de *software* com a tecnologia VB.Net que atua como uma camada de *software* entre bancos de dados relacionais e heterogêneos.

CAPÍTULO IV

Implementação de um Sistema para Integração de Bancos de Dados Relacionais (SIBDAR)

IV.1 Introdução

A heterogeneidade entre sistemas de informação pode ocorrer de diversas maneiras e em diversos níveis. A heterogeneidade ocorre entre SGBDs, entre modelos de dados, entre esquemas e na semântica dos dados. Essas diferenças ocorrem visivelmente no nível de banco de dados, mas também podem ocorrer em nível de plataformas (*hardware*) ou na aplicação do usuário (*software*) que utiliza os dados, e que ajudam a definir a semântica dos dados.

Conflitos de modelos de dados (modelos lógicos) ocorrem quando os bancos de dados utilizam diferentes modelos de dados por exemplo, quando um banco de dados utiliza o modelo relacional, e outro o modelo de orientação a objetos. A resolução do conflito de modelos de dados normalmente é resolvida com a conversão dos esquemas para um modelo de dados comum.

Conflitos de esquema ocorrem devido às alternativas diferentes providas por um modelo de dados para desenvolver esquemas para uma mesma realidade. Por exemplo, o que é modelado como um atributo em um esquema pode ser modelado como uma relação em um outro, para o mesmo domínio de aplicação. Outro exemplo é a adoção de nomes diferentes para representar elementos que se referem ao mesmo objeto no mundo real. A identificação de correspondências pode requerer conhecimento adicional sobre os esquemas, os modelos de dados empregados e o domínio de aplicação.

A solução que propomos para resolver os problemas de interoperabilidade na integração de bancos de dados heterogêneos e relacionais consiste em unir dois enfoques apresentados na literatura para a superação dos problemas relatados: (a) desenvolvimento de um esquema global, traduzido em uma camada de *software* entre bancos de dados relacionais heterogêneos; e (b) criação de uma ontologia que descreva e represente o conhecimento consolidado no domínio das informações dos bancos de dados heterogêneos a serem manipulados.

Para testar esta solução, foi realizado um estudo de caso a partir de consultas hipotéticas a bases de dados heterogêneas e relacionais, uma sobre solos e outra sobre cítricos, visando

identificar os tipos de solos mais apropriados ao cultivo de um determinado cítrico. Para realizar o estudo de caso, desenvolvemos um protótipo de sistema para dar suporte a consultas, chamado SIBDAR, apresentado neste capítulo.

Como já mencionado, uma solução para promover a interoperabilidade entre bancos de dados heterogêneos é a utilização de um esquema global, onde esquemas correspondentes a cada banco de dados local representam uma visão coerente destes e são combinados em um único esquema global. SIBDAR foi desenvolvido a partir da idéia de um esquema global e permite a integração de diferentes bancos de dados comerciais, como ORACLE, SQL, Server, DB2, Access, MySql, Postgres, entre outros.

Nas próximas seções do capítulo, apresentamos a descrição do sistema e um exemplo de sua aplicação.

IV.2 Descrição do SIBDAR

O sistema, como mencionado, visa suprir a necessidade de interoperabilidade entre banco de dados relacionais heterogêneos, com a utilização de um esquema global.

O processo de compartilhamento é realizado pelos esquemas de exportação, os quais definem a parte (ou o todo) de cada banco de dados local que será compartilhado. Esta técnica dá suporte a integração de esquemas através de bancos de dados virtuais, ou seja, bancos de dados que são logicamente definidos mas não existem fisicamente. Também permitem que os bancos de dados locais não percam sua autonomia.

Todo processo de integração de bancos de dados é complexo por ser necessário um intenso conhecimento dos esquemas envolvidos na integração. Os esquemas que serão integrados são chamados de esquemas locais. O objetivo deste processo é definir um esquema conceitual utilizado como interface única dos diversos bancos de dados locais, este esquema único é conhecido como esquema global.

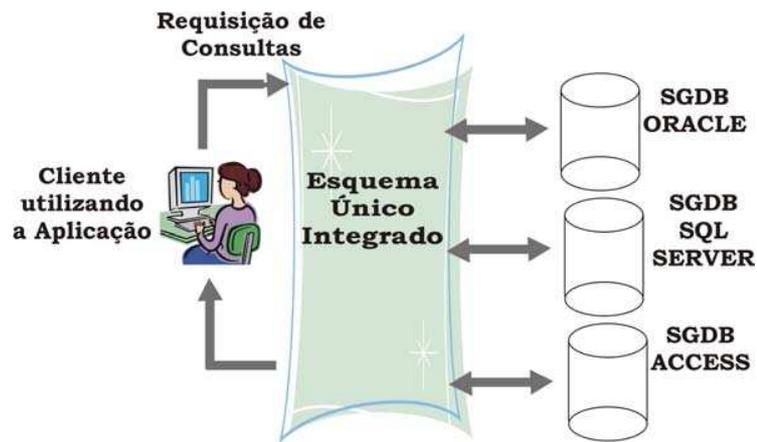


Figura IV.1 – Arquitetura do Sistema.

IV.2.1 A Tecnologia Utilizada

Para o desenvolvimento do protótipo foi utilizada a tecnologia da arquitetura *.NET* da Microsoft©. Com esta plataforma foi possível trabalhar de forma simplificada, utilizando a ferramenta *ADO.NET* para acesso aos bancos de dados, a qual permite manipular informações com base em dados desconectados, o que resultará em menos tráfego e utiliza o *XML* como formato de transmissão de dados, garantido assim a interoperabilidade.

A *.NET Framework* trabalha com programação através de uma estrutura homogênea e com a sólida definição de tipos, conseguindo-se uma melhor interoperabilidade entre linguagens diferentes.

Analisando esta arquitetura encontramos duas camadas principais: *Common Language Runtime (CLR)* e a *.NET Framework Class Library (FCL)*. A figura IV.2 apresenta a estrutura *.NET framework*.

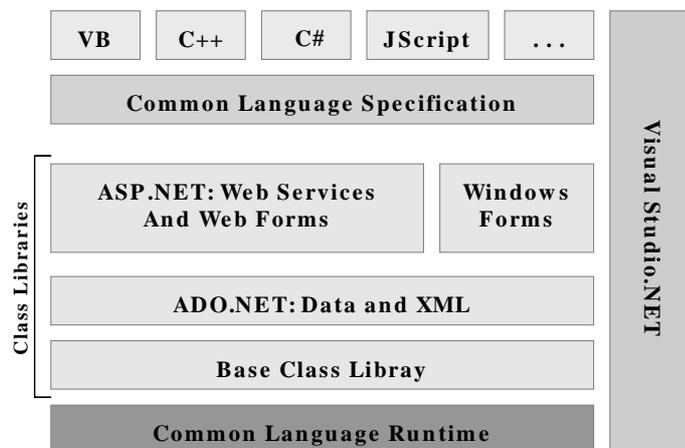


Figura IV.2 – Estrutura .NET Framework

A CLR é a base de tudo no *.NET Framework*, pois é responsável pelo gerenciamento do código executado, o gerenciamento de memória e *threads*, além de disponibilizar serviços básicos que facilitam a integração e o desenvolvimento entre linguagens distintas.

Dentre as diversas características encontradas no uso da CLR pode-se destacar:

- Suporte a várias linguagens de programação diferentes;
- A definição de um sistema comum de tipos, utilizado por todas as linguagens que geram código para a CLR para a mesma definição de tipos de dados, possibilitando a execução de códigos entre linguagens;
- Todo código criado por uma linguagem é chamado de código gerenciado (*Managed Code*);
- O código gerenciado é compilado na linguagem intermediária.

A camada FCL é um grande conjunto de tipos de dados, interfaces e classes reutilizáveis, os quais possibilitam o acesso a todas as funcionalidades do sistema onde as aplicações e componentes são construídos. Qualquer linguagem suportada CLR pode criar instâncias destas classes ou chamar os seus métodos.

Arquitetura ADO.NET

A *ADO.NET* foi criada para trabalhar com o acesso desconectado aos dados e faz a conexão com a fonte de dados através de um objeto *DataAdapter* (*SqlDataAdapter* e *OleDbDataAdapter*) e não através de um provedor OLE DB como a ADO, com isto o desempenho é otimizado.

A *ADO.NET* é formada por um conjunto de componentes especializados que cumprem determinadas funções. Estes componentes permitem definir desde a forma de conexão à fonte de dados até a execução de uma instrução em um banco de dados ou uma consulta final, podendo utilizar estes componentes em conjunto ou separadamente para realizar determinada tarefa.

Através da *ADO.NET* é possível o acesso a dados armazenados em bancos de dados Oracle®, Microsoft SQL Server®, fontes *OLEDB* e *XML*.

Na figura IV.3, pode-se observar o diagrama hierárquico com os componentes da arquitetura *ADO.NET*.

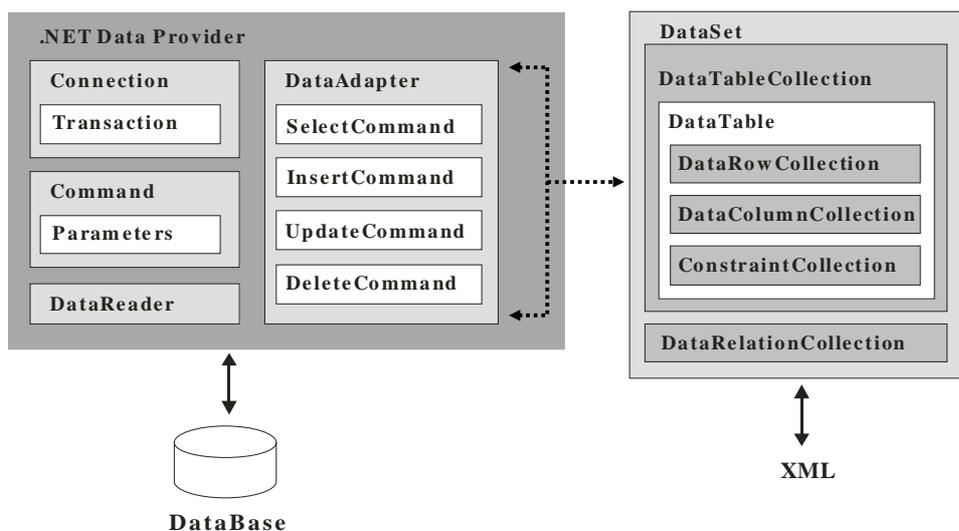


Figura IV.3 – Componentes da Arquitetura ADO.NET

Objeto *DataProvider*

O *DataProvider* permite estabelecer conexões com diferentes fontes de dados, bem como o acesso e manipulação dos dados armazenados.

A escolha do provedor de dados que será utilizado é de extrema importância, pois assim utiliza-se os *drivers* nativos do banco de dados. Atualmente a forma de acesso pode ser feita utilizando-se:

- **SQL Server .NET Data Provider:** Para acesso otimizado ao SQL Server 2000 e SQL Server 7.0.
- **OLEDB .NET Data Provider:** Para acesso aos bancos de dados do tipo *Oracle*, *Sybase*, *DB2/400*, *Access* e também ao SQL Server nas versões anteriores a 7.0.
- **Open DataBase Connectivity (ODBC) .NET Provider:** Para acesso aos bancos de dados via ODBC .

Com o objetivo de aumentar a eficiência sem comprometer a funcionalidade, os provedores de dados *.NET* criam uma camada mínima entre o seu código e a fonte de dados. A grande vantagem em usar os provedores *ADO.NET* é que todos eles definem a mesma hierarquia de classes, e, por isso só é preciso alterar as classes e a string de conexão.

O provedor *.NET* é um conjunto de componentes que inclui os objetos *Connection*, *Command*, *DataReader* e *DataAdapter*.

- **Connection:** É o objeto fundamental no acesso aos dados, pois é através dele que é possível se estabelecer uma conexão com uma fonte de dados.
- **Command:** Permite executar comandos específicos da fonte de dados, como *stored procedures*, *functions* e comandos sentenças SQL para recuperar ou modificar dados, aceitando o uso de parâmetros.
- **DataReader:** Permite o acesso aos dados de uma base de dados de maneira seqüencial e apenas para leitura. Esta abordagem aumenta o desempenho do acesso ao banco, já que utiliza pouca memória para armazenar dados.
- **DataAdapter:** Tem por função alimentar o *DataSet* com dados da fonte de dados bem como consolidar os dados alterados no *DataSet* na fonte de dados. O *DataAdapter* utiliza objetos *Command* para realizar o seu trabalho de conectividade.

Objeto *DataSet*

O objeto *DataSet* gerencia dados armazenados na memória através de um *cache* de dados desconectados, permitindo assim acessar os dados independentemente da fonte de dados. Os dados internos contidos em um *DataSet* são mantidos no formato XML e a estrutura do *DataSet* é definida pelo XSD (*XML Schema Definition*). Resumindo, o XML e o *DataSet* estão intimamente ligados.

O objeto *DataSet* está relacionado com Tabelas (*Tables*) e Relacionamentos (*Relations*) e as tabelas contidas no *DataSet* pertencem à classe *DataTable*.

A classe *DataTable* tem as seguintes propriedades :

- **Columns** - A coleção *Columns* contém uma lista de todas as colunas contidas em uma tabela.
- **Constraints** - Restrições que são aplicadas a um tabela
- **ChildRelations** - É uma coleção de relacionamentos que define as relações entre as tabelas filhas e a *DataTable*.
- **PrimaryKey** - É uma matriz de objetos *DataColumn* que representa todas as colunas com as chaves primárias de um *DataTable* particular.

- *Rows* - Fornecem os dados atuais contidos em uma tabela. Contém uma coleção de objetos *DataRow*.
- *TableName* - Representa o nome da *DataTable*

A classe *DataRelation* contém os dados necessários para descrever o relacionamento entre os objetos *DataTable*, através dos objetos *DataColumn*. Ao criar uma *DataRelation* é estabelecido um relacionamento Pai/Filho entre duas tabelas onde as colunas usadas para efetivar o relacionamento devem ser do mesmo tipo.

IV.2.2 Principais Bancos de Dados Disponíveis

Como já mencionado, através do objeto *DataProvider* é possível o acesso a vários tipos de bancos de dados. A seguir é apresentada uma breve descrição dos principais bancos de dados encontrados.

Microsoft SQL Server

É uma versão derivada do *SQL Server* da *Sybase*. É um sistema de alto desempenho projetado para ser utilizado em servidores Microsoft® NT Server®. Os dados do *SQL Server* são armazenados em *databases*, que são implementados fisicamente como dois ou mais arquivos em disco. Quando se utiliza um *database* trabalha-se principalmente com componentes lógicos como tabelas, visões, procedimentos e usuários. Tipicamente, somente o administrador precisa trabalhar com a implementação física.

Oracle

É um dos sistemas mais populares do mercado. As implementações estão disponíveis para uma grande gama de ambientes operacionais, tais como: Windows, Linux, Mac e OS/390. Um dos principais aspectos desse SGBD é a sua capacidade de isolar o cliente do servidor de uma forma transparente, onde o cliente não tem noção do ambiente operacional do servidor. É atualmente o mais avançado em desempenho e recursos.

MySQL

O programa MySQL (R) é um servidor robusto de bancos de dados muito rápido, multi-tarefa e multi-usuário. O Servidor MySQL pode ser usado em sistemas de produção com alta

carga e missão crítica, bem como pode ser embutido em programa de uso em massa. O programa MySQL é de Licença Dupla. Os usuários podem escolher entre usar o programa MySQL como um produto *Open Source/Free Software* sob os termos da GNU ou podem comprar uma licença comercial padrão da MySQL AB.

Microsoft Access

É um sistema voltado para aplicações de menor volume. Possui bons recursos, mas, não possui grande desempenho em uma arquitetura Cliente/Servidor. Normalmente é adquirido em conjunto com o pacote Office da Microsoft.

IBM DB2

O SQL é originário dos laboratórios da IBM na década de 70, como um meio para acesso a um banco de dados relacional. Durante algum tempo a falta de investimentos fez com que suas versões ficassem atrás dos concorrentes. Atualmente é uma ferramenta importante para a IBM e suas últimas implementações vêm chamando a atenção da concorrência.

PostgreSQL

O PostgreSQL é um sofisticado sistema de gerenciamento de banco de dados relacional e orientado a objetos, suportando quase todas as construções SQL (*Structure Query Language*), incluindo subseleções, transações, tipos definidos pelo usuário e funções . Ele é o mais avançado banco de dados de código livre disponível .

Cada SGBD possui uma definição de tipos de dados diferente do outro, ocasionando uma dificuldade técnica. Desta forma é necessário criar uma padronização para se tornar viável a integração deles. Por este motivo é preciso realizar a conversão destes tipos de dados. Com o SIBDAR já está configurado para utilizar os SGBD's Oracle, SQL Server e Access, a padronização utilizada será descrita para cada um deles, pelas tabelas a seguir. Para os demais SGBD's, basta aplica-se o mesmo procedimento.

- Oracle

Tabela IV.1 – Padronização para o Oracle.

| <i>Padrão Oracle</i> | <i>Padrão do Sistema</i> |
|----------------------|--------------------------|
| Char | String |
| Varchar2 | String |
| Nchar | String |
| Number | Decimal |
| Date | Date time |
| Long | String |
| Raw | Byte[] |
| Nvarchar2 | String |
| LongRaw | Byte[] |
| Rowid | String |
| Float | Double |

- SQL Server

Tabela IV.2 – Padronização para o SQL Server.

| <i>Padrão SQL Server</i> | <i>Padrão do Sistema</i> |
|--------------------------|--------------------------|
| Bigint | Int64 |
| Binaryt | Byte[] |
| [bit] | Boolean |
| [char] | String |
| Datetime | Date Time |
| [decimal] | Decimal |
| [float] | Double |
| Image | Byte[] |
| [int] | Int32 |
| Money | Decimal |
| [nchar] | String |
| Ntext | String |
| [numeric] | Decimal |

| | |
|-----------------|----------|
| Nvarchar | String |
| [real] | Single |
| Smalldatetime | DateTime |
| [smallint] | Int16 |
| Smallmoney | Decimal |
| sql_variant | Object |
| Text | String |
| [timestamp] | Byte[] |
| Tinyint | Byte |
| Uniqueidentifie | Guide |
| Varbinary | Byte[] |
| [varchar] | String |

- Access

Tabela IV.3 – Padronização para o Access.

| <i>Padrão Access</i> | <i>Padrão do Sistema</i> |
|----------------------|--------------------------|
| Número | Int 32 |
| Texto | String |
| Memorando | String |
| Data/Hora | Date Time |
| Moeda | Decimal |
| Autonumeração | Int32 |
| Sim/Não | Boolean |
| Objeto OLE | Byte[] |
| Hiperlink | String |

IV.2.3 A Aplicação SIBDAR

A aplicação proposta permite ao usuário, de forma transparente, integrar bases de dados heterogêneas e realizar consultas.

A aplicação parte do princípio que se está utilizando bancos de dados relacionais e que não existem conflitos sintáticos e semânticos, entre os diversos bancos de dados.

No protótipo foram usados três SGBD's diferentes: o Oracle 8i, o SQL Server e o Access. A figura IV.4, apresenta a tela principal da aplicação.

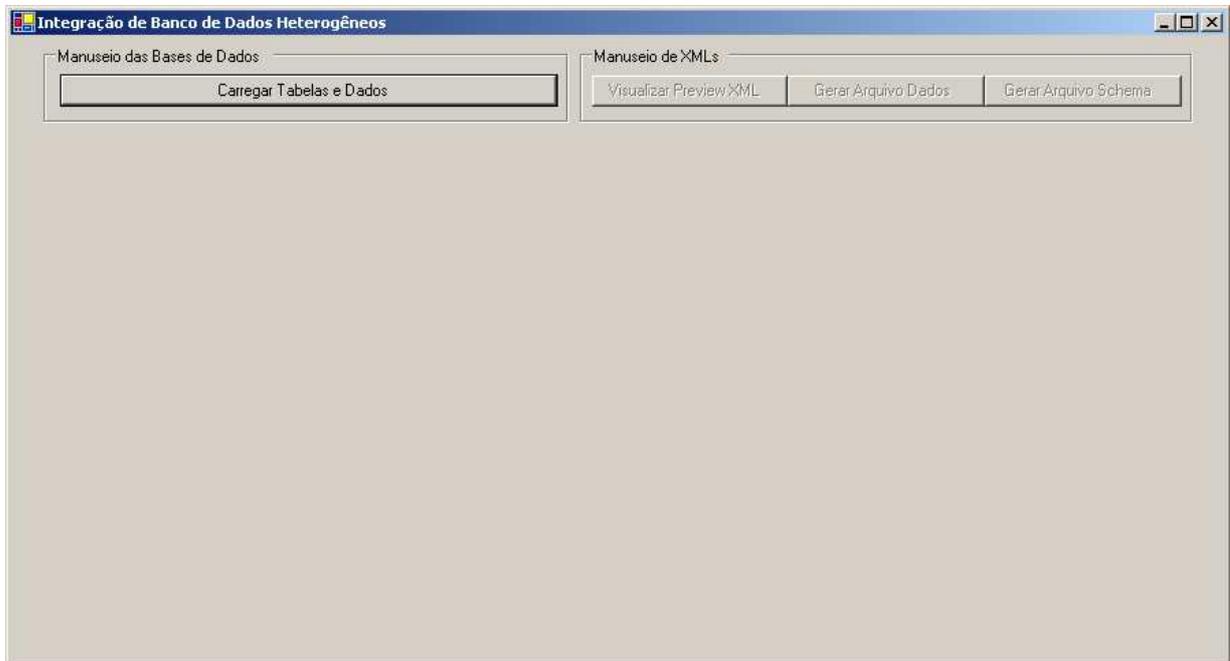


Figura IV.4 – Tela Principal

Manuseio das Bases de Dados

Em primeiro lugar o usuário necessita carregar as bases de dados. Ao selecionar a opção *Carregar Tabelas e Dados* o usuário deverá escolher o tipo de banco de dados no qual se encontra a tabela que deseja acessar. Na aplicação foi utilizado o termo técnico *driver*.

Drivers Disponíveis

A aplicação dá suporte aos seguintes tipos de conexões (*drivers*): OLDB ODBC Livre, OLDB SQL Server, OLDB Oracle, OLDB Access. A seguir são apresentadas as características de cada tipo de *driver*.

Driver OLDB ODBC Livre - Este *driver* permite o acesso a bases de dados de qualquer banco de dados, a partir da construção de uma *string de conexão* padrão ODBC.

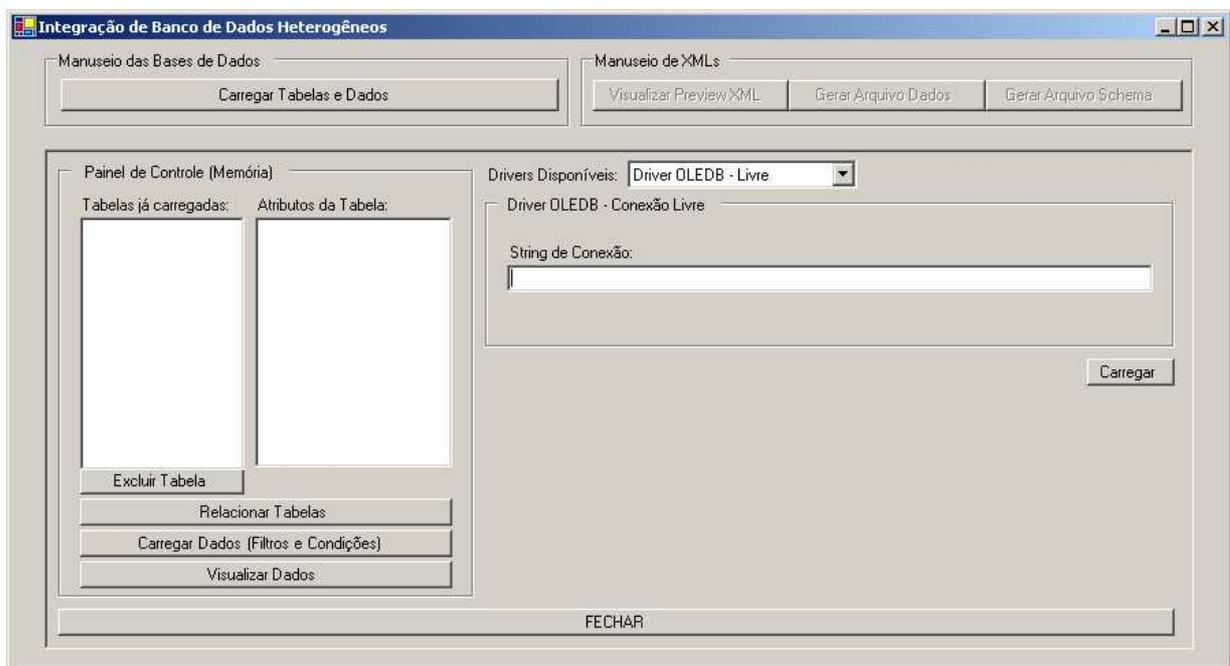


Figura IV.5 – Configuração manual de um *Driver*.

Driver OLEDB SQL-SERVER - Este *driver* permite o acesso a bases de dados SQL-SERVER com *driver* nativo.

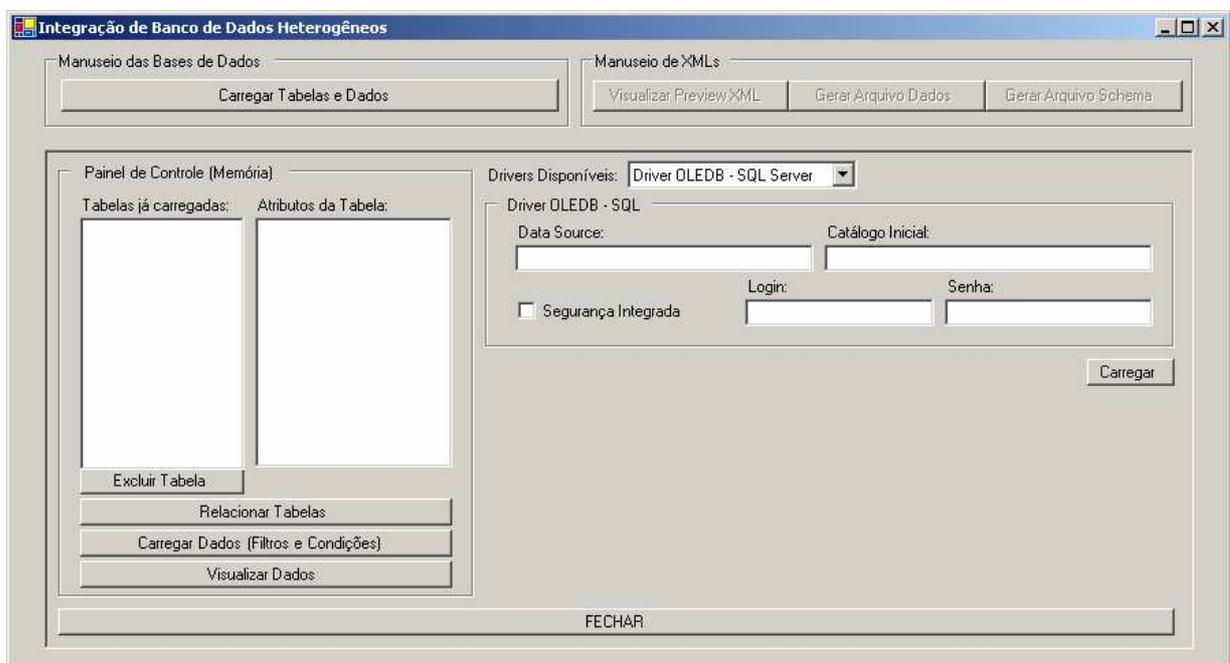


Figura IV.6 – Escolha do *Driver* para o SQL Server.

Driver OLDB ORACLE- Este *driver* permite o acesso a bases de dados ORACLE com *driver* nativo.

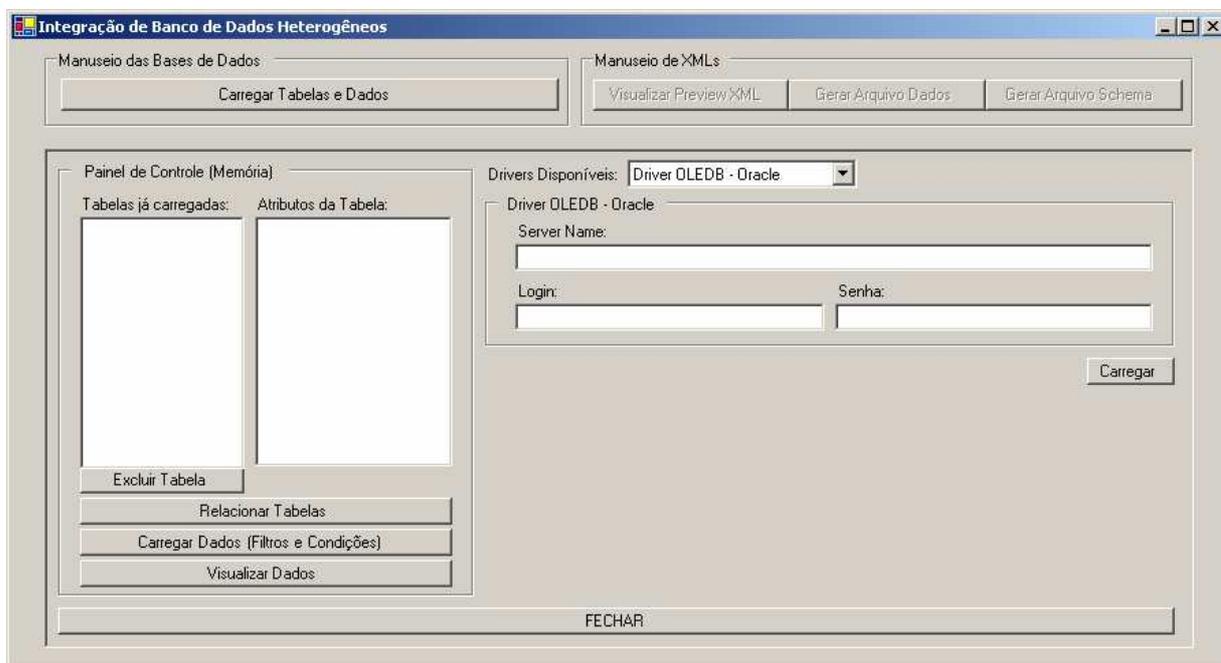


Figura IV.7 – Escolha do *Driver* para o Oracle.

Driver OLEDB ACCESS- Este *driver* permite o acesso a bases de dados ACCESS com *driver* nativo.

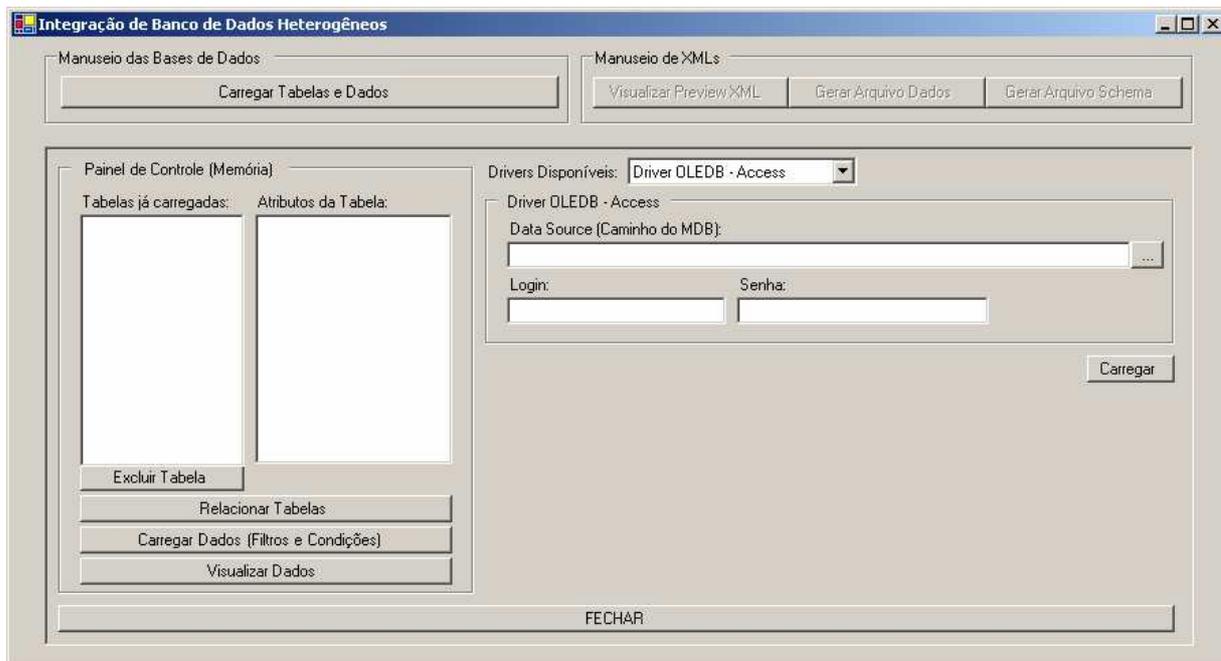


Figura IV.8 – Escolha do *Driver* para o ACCESS.

Para que a conexão seja efetivamente aberta com uma fonte de dados é necessário prover algumas informações (esses campos podem variar conforme o Driver selecionado):

- *Provider* – String que identifica o provedor de dados (Sistema de Banco de Dados em si) que estará sendo utilizado para o acesso.
- *Data Source ou Server Name* – Indica o nome da fonte de dados para a conexão (Nome do Servidor SQL, alias do Banco Oracle, caminho *PATH* para o arquivo MDB, etc).
- *Catálogo Inicial* – Nome da Base de Dados Inicial para a Conexão (somente SQL-Server).
- *Segurança Integrada* – Informa se o sistema deverá utilizar a segurança integrada do Windows para acesso ao Banco de Dados ou se deverá fornecer Login e Senha (somente SQL-Server).
- *Login* - Usuário de Acesso a base de dados, caso haja necessidade de validação.
- *Password* – Senha do usuário do Banco de Dados, caso haja necessidade de validação.
- *String de conexão* – String completa (padrão ODBC) com informações essenciais para construir a conexão de acesso ao banco (Provider, Usuário, Senha, etc). O campo de *string* de conexão é disponibilizado quando o usuário do sistema seleciona a opção ODBC LIVRE, permitindo que esse construa uma string ODBC compatível da forma que desejar, sem se limitar aos campos disponíveis na ferramenta.

Exemplos de Construção de String de Conexão

Exemplo1: Acesso a um banco de dados que se encontra implementado no Access.

Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data Source=D:\tese\morfologia.mdb

Onde:

- *Provider* – indica o provedor de dados Nativo do Access (JET via OLEDB).
- *Data Source* – indica o caminho no qual se encontra fisicamente o banco de dados, no caso do exemplo que apresentamos, o banco de dados departamento.

Caso se deseje, poderíamos colocar o login e a senha do utilizador:

User ID – Usuário com acesso ao Banco de Dados.

Password – Senha de Acesso do Usuário do Banco de Dados.

Exemplo2: Acesso a um banco de dados que se encontra implementado no SQL Server.

Provider=SQLOLEDB;data source=SICNOTE;initial catalog=SOLOS;integrated security=SSPI;

Onde:

- *Provider* – indica o provedor de dados Nativo do SQL (via OLEDB).
- *Data Source* – Indica o nome do Servidor SQL-Server.
- *Initial Catalog* – Indica o nome da Base de Dados a ser aberta.
- *Integrated Security* – Indica o tipo de Segurança Integrada a ser utilizada (SSPI informa que deverá ser utilizada a segurança integrada do Windows com o SQL)

Caso não se desejasse usar a segurança integrada bastaria retirar o último parâmetro e incluir o *login* e a senha do utilizador:

User ID – Usuário com acesso ao Banco de Dados.

Password – Senha de Acesso do Usuário do Banco de Dados.

Carregando o Driver Disponível

Uma vez escolhido o *driver* e definidos os seus respectivos parâmetros, o usuário deverá selecionar o botão carregar, para que o banco de dados seja devidamente carregado.

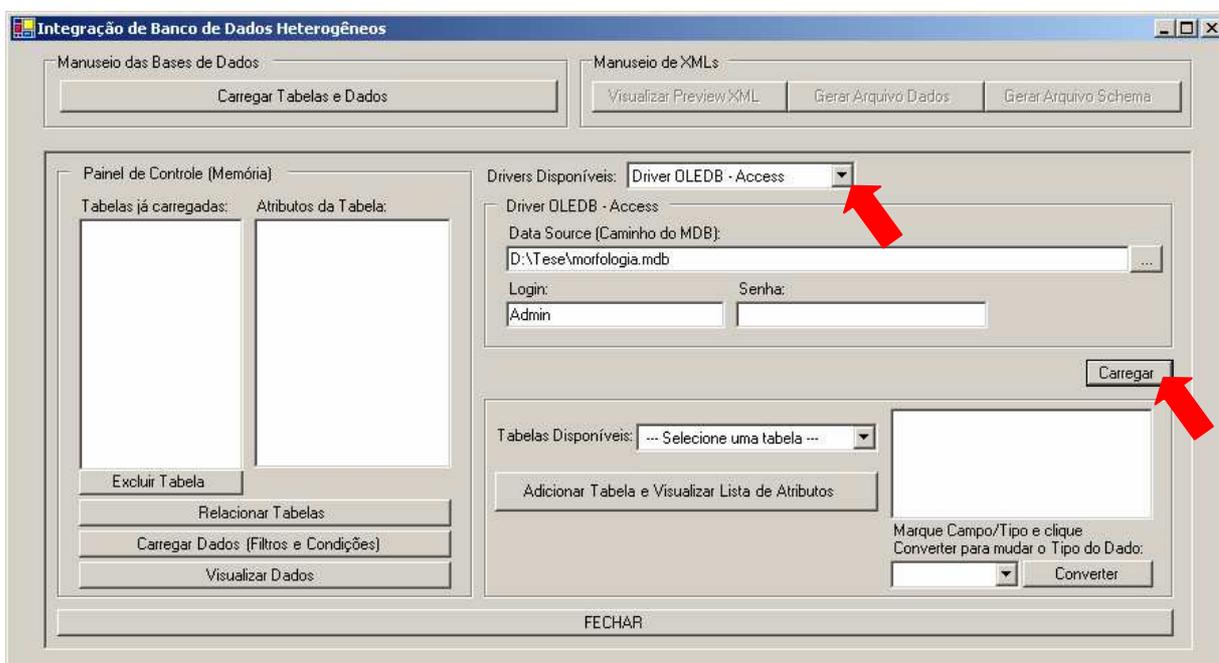


Figura IV.9 – Carga do Banco de Dados Escolhido.

Com o banco de dados carregado, a área de tabelas aparece automaticamente carregada com as tabelas disponíveis na base. É possível então, trabalhar-se com as tabelas. O usuário poderá manipular com mais de uma tabela do mesmo banco de dados, porém deverá *Adicionar* uma de cada vez.

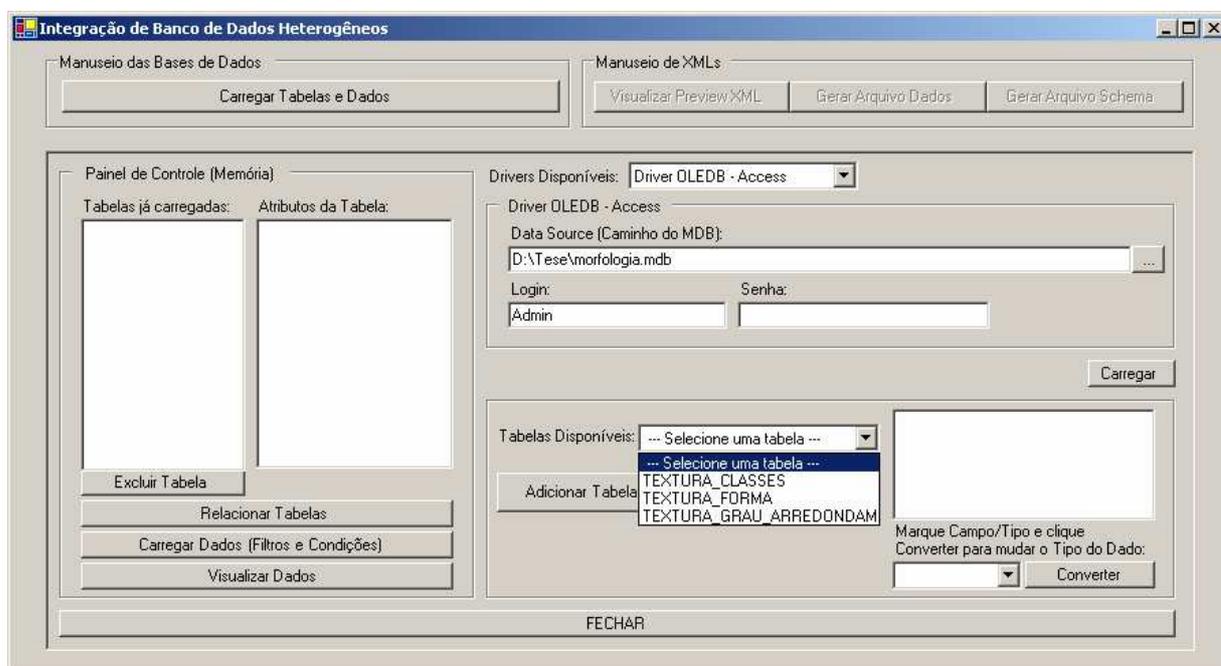


Figura IV.10 – Escolha das tabelas a serem usadas.

Após ter escolhido a tabela, o usuário deverá acionar o botão *Adicionar Tabela e Visualizar Lista de Atributos*. Os atributos da tabela escolhida aparecerão na área livre à direita e na área do *Painel de Controle (Memória)*.

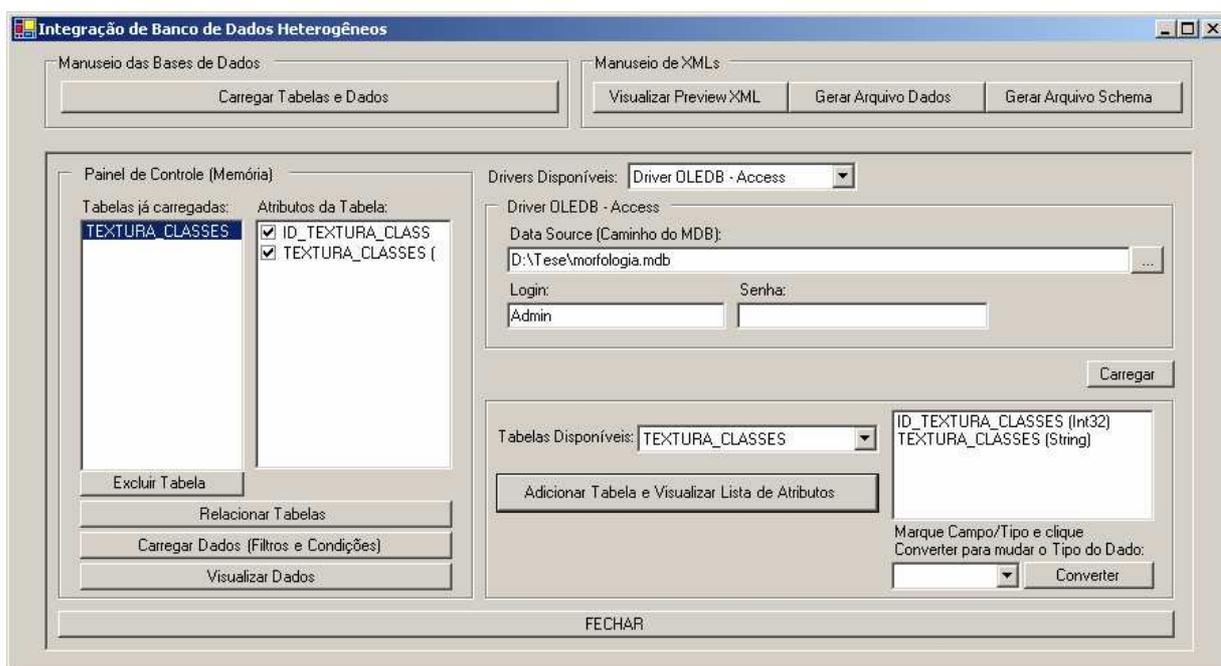


Figura IV.11 – Visualização dos atributos da tabela.

Como já mencionado no Capítulo 2, um dos problemas encontrados ao integrar-se banco de dados heterogêneos é em relação aos tipos de dados suportados pelo sistema gerenciador de banco de dados. Este conflito é percebido no momento em que se deseja criar um relacionamento. Eis um exemplo típico: SQL Server trabalha dados numéricos como Int32. Já o Oracle trabalha dados numéricos como DECIMAL. Com isso a integração já mais será alcançada se não houver a conversão do tipo de dados.

A aplicação SIBDAR permite solucionar este tipo de conflito técnico, bastando selecionar-se o campo que se deseja converter, escolher o tipo de dado e acionar o botão *Converter*. Automaticamente no *Painel de Controle*, será possível visualizar a alteração realizada.

Para isso, o usuário deve ter consciência deste tipo de conflito, pois para alguns isto poderá passar despercebido e só será visível mais adiante, quando tentar relacionar campos no qual os tipos de dados numéricos são diferentes.

Painel de Controle (Memória)

Esta área da aplicação visa a manipulação das tabelas. Está dividida em duas partes principais: a área *Tabelas já Carregadas* e a área dos *Atributos da Tabela*. De acordo com a tabela selecionada, visualizar-se os seus respectivos atributos. A seguir são descritas as ações que podem ser realizadas na área do *Painel de Controle*:

- **Definindo os Atributos a serem Visualizados:** Muitas das vezes não é de interesse visualizar todos os atributos de uma tabela. Para isso, basta o usuário desmarcar os atributos que não deseja trabalhar naquele momento, conforme é apresentado na figura IV.12.

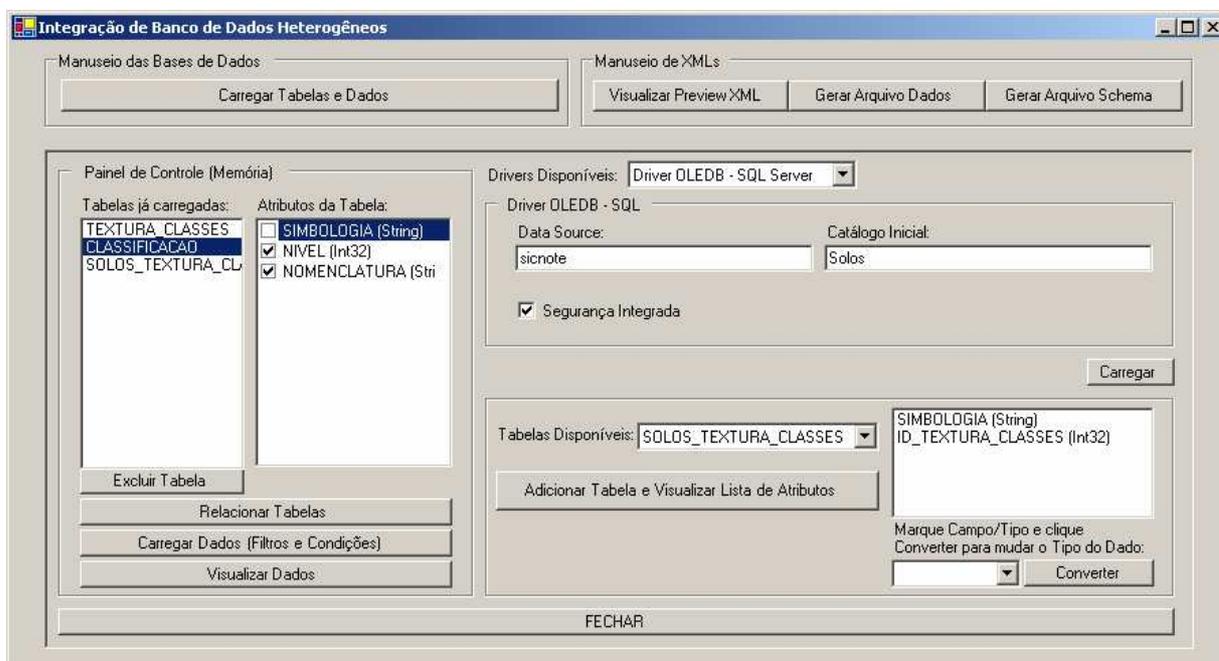


Figura IV.12 – Escolha dos atributos necessários.

Excluir Tabelas: A qualquer momento o usuário poderá excluir uma tabela, porém é preciso respeitar o conceito de integridade, ou seja, a tabela que ele deseja remover não poderá estar sendo utilizada em nenhum relacionamento.

Relacionar Tabelas: Esta ação permitirá que o usuário crie seus próprios relacionamentos, sem se preocupar com a localização das tabelas e a qual SGBD ela pertence. Para construir-se um relacionamento deve-se definir quais as tabelas e respectivos atributos (chaves) que participarão do relacionamento.

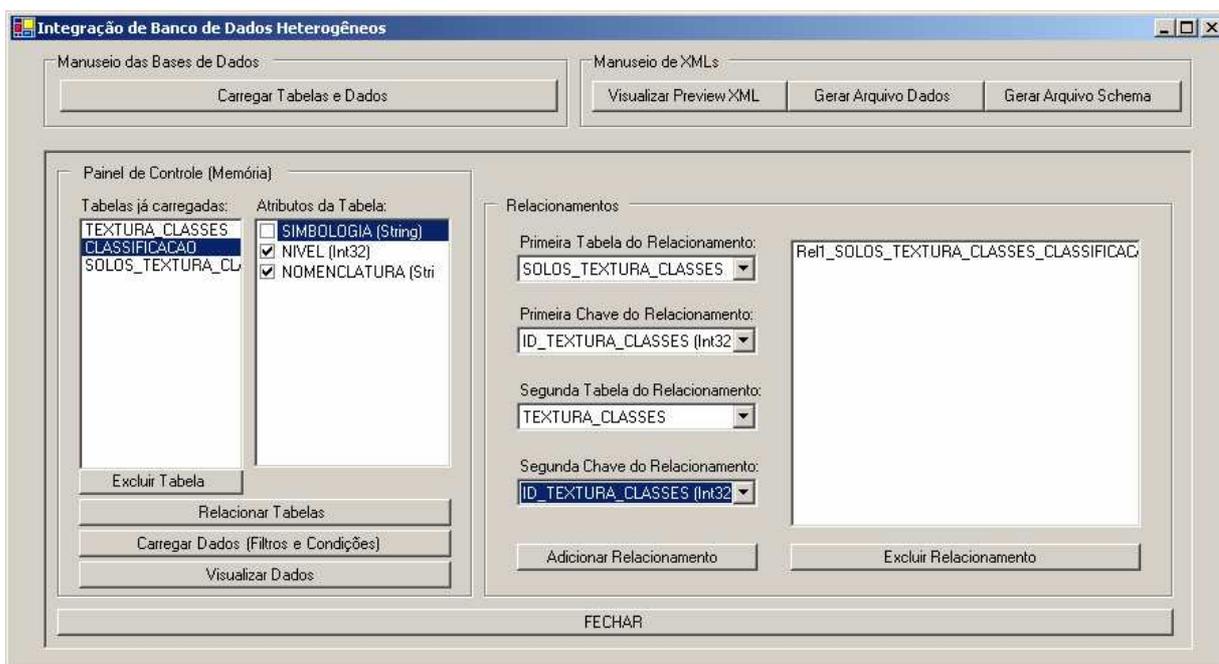


Figura IV.13 – Definição dos relacionamentos.

Uma vez definido o relacionamento basta acionar o botão *Adicionar Relacionamentos* para a sua efetiva criação. Pode-se criar quantos relacionamentos forem necessários. E a qualquer momento também poderá ser excluído um relacionamento, através do botão *Excluir Relacionamento*.

Carregar Dados (Filtros e Condições):

Com as tabelas já carregadas e com os respectivos relacionamentos definidos falta somente carregar os dados. Para isso escolhe-s a opção *Carregar Dados (Filtros e Condições)*. Uma nova área (Filtros de Seleção) será apresentada para o usuário, a fim de que monte os filtros de acordo com os seus objetivos.

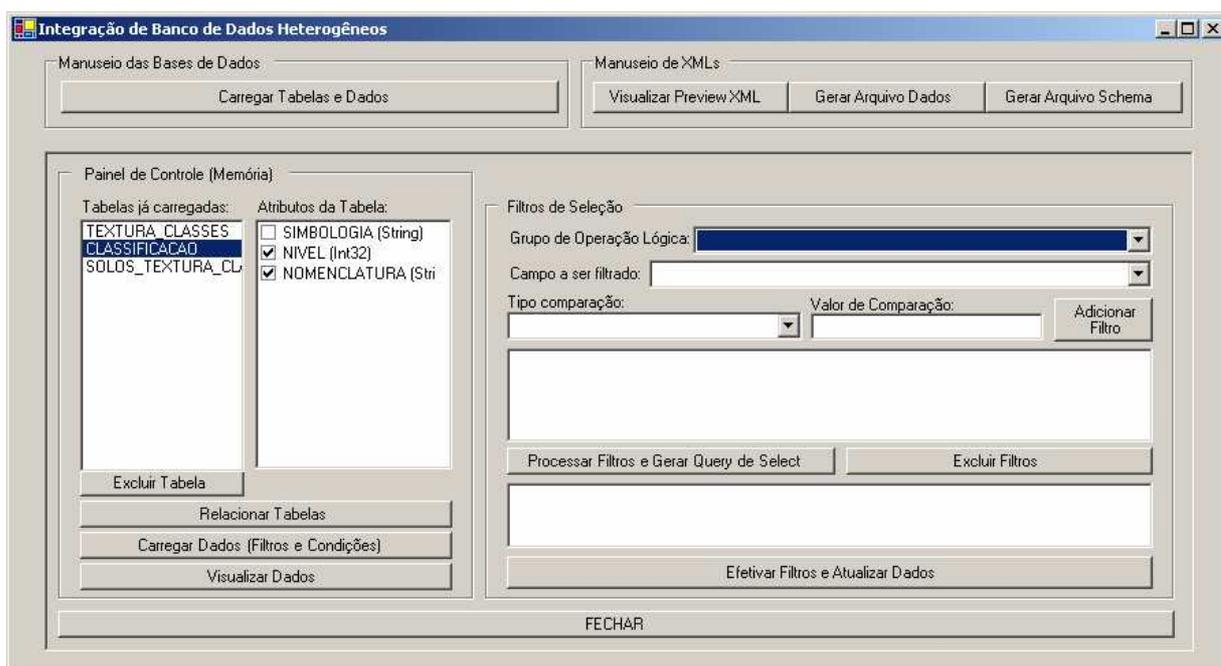


Figura IV.14 – Montagem de filtros de seleção.

Para a montagem de um filtro basta definir-se os parâmetros abaixo:

- *Grupo de Operação Lógica:* Permite a criação de um filtro composto, ou seja, a utilização dos operadores *and* e *or* em um filtro.
- *Campo a Ser Filtrado:* Define qual o campo que será utilizado para filtrar os dados da tabela selecionada anteriormente.
- *Tipo de Comparação:* Define qual a forma de comparação que será aplicada ao campo a ser filtrado. A tabela IV.4 apresenta quais os tipos de comparações que poderão ser utilizadas:

Tabela IV.4 – Tipos de Comparações.

| Tipo de Dados | Valor da Comparação |
|------------------|----------------------|
| String | É exatamente igual a |
| | Inicia Com |
| | Termina Com |
| | Contém |
| Int32 ou Decimal | É igual a |
| | É menor que |
| | É menor ou igual a |

| | |
|-----------|-----------------------------|
| | É maior que |
| | É maior ou igual a |
| | É diferente |
| Date Time | É igual a |
| | É mais antigo que |
| | É mais antigo ou igual que |
| | É mais recente que |
| | É mais recente ou igual que |
| Boolean | - |
| Byte[] | - |

- *Valor de Comapração:* Valor a ser comparado.

A opção *Processar Filtros e Gerar Query de Select* permite que durante a construção do filtro o usuário visualize como está ficando a respectiva expressão em SQL.

Para ativar o filtro basta acionar a opção *Efetivar Filtros e Atualizar Dados*. Esta opção irá automaticamente atualizar a área de visualização dos dados.

Uma vez que deseja criar um filtro que permita selecionar todo o conteúdo de uma determinada tabela, basta simplesmente selecionar a tabela desejada, que se encontra no *Painel de Controle* e acionar no botão *Efetivar Filtros e Atualizar Dados*.

A qualquer momento o usuário poderá eliminar o filtro, bastando acionar o botão *Excluir Filtro*.

Exemplos de Criação de Filtros

De forma a exemplificar a construção de filtros, a seguir, é definida uma consulta que será modela no sistema.

- *Deseja-se obter todos os tipos de solos que possuem Textura Muito Argilosa.*

A seguir é demonstrado o passo a passo para a construção do filtro:

1. Acessar as tabelas de Classificação, Textura_Classes, Solos_Textura_Classes
2. Criar os relacionamentos entre as tabelas:
 - Solos_Textura_Classes com Classificação;
 - Solos_Textura_Classes com Textura_Classes.

3. Montar o filtro, a partir da tabela Solos_ Textura_Classes selecionada no *Painel de Controle*.

- Selecionar os tipos solos que possuem Textura Muito Argilosa.

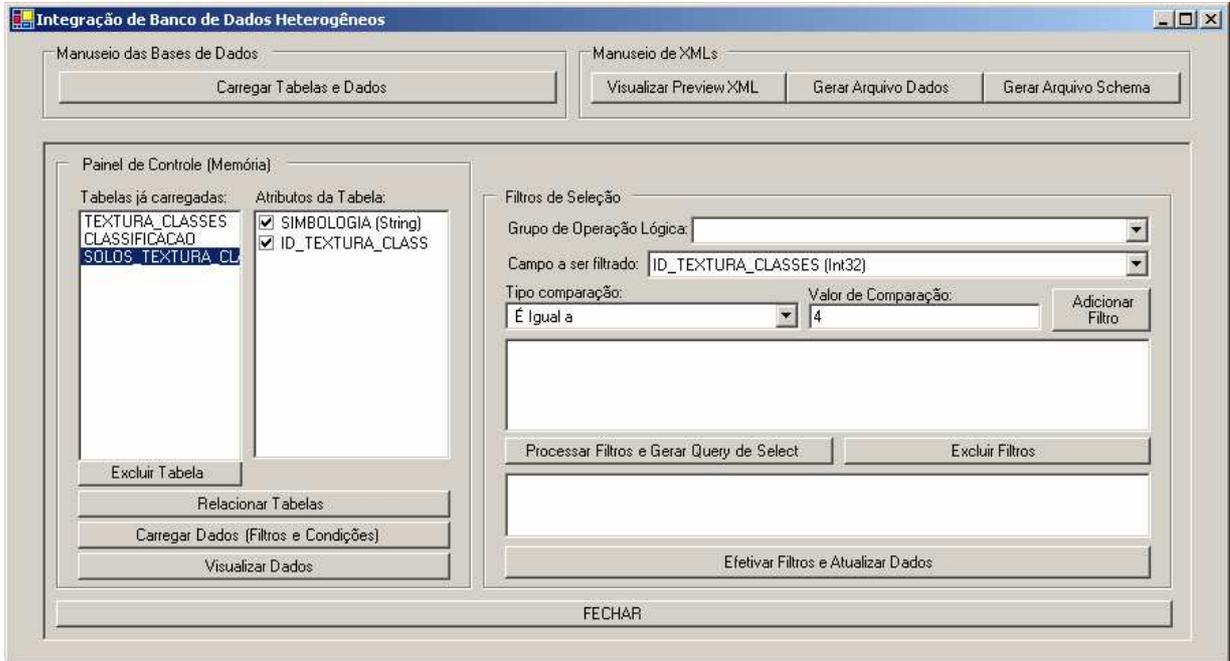


Figura IV.15 – Montagem do filtro de seleção de Erosão igual a Forte.

- Acionar o botão de *Processar Filtros e Gerar Query de Select*.

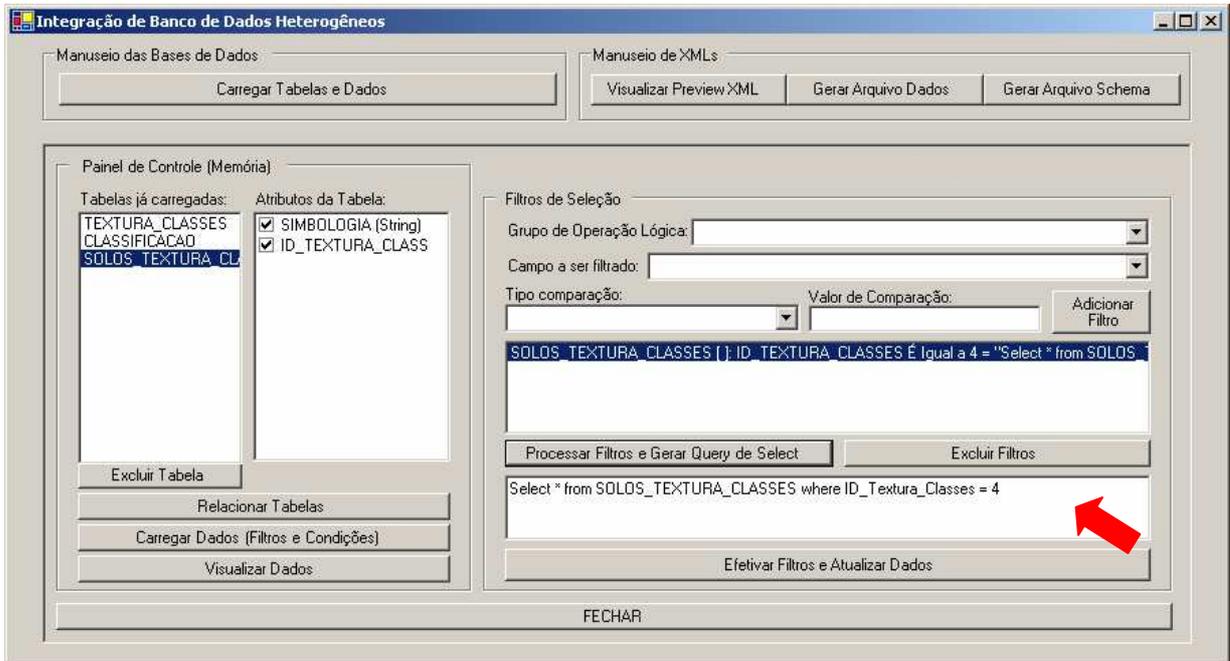


Figura IV.16 – Resultado de Processar Filtros e Query de Select.

4. Efetivar os Filtros e Atualizar os Dados, acionado o respectivo botão.

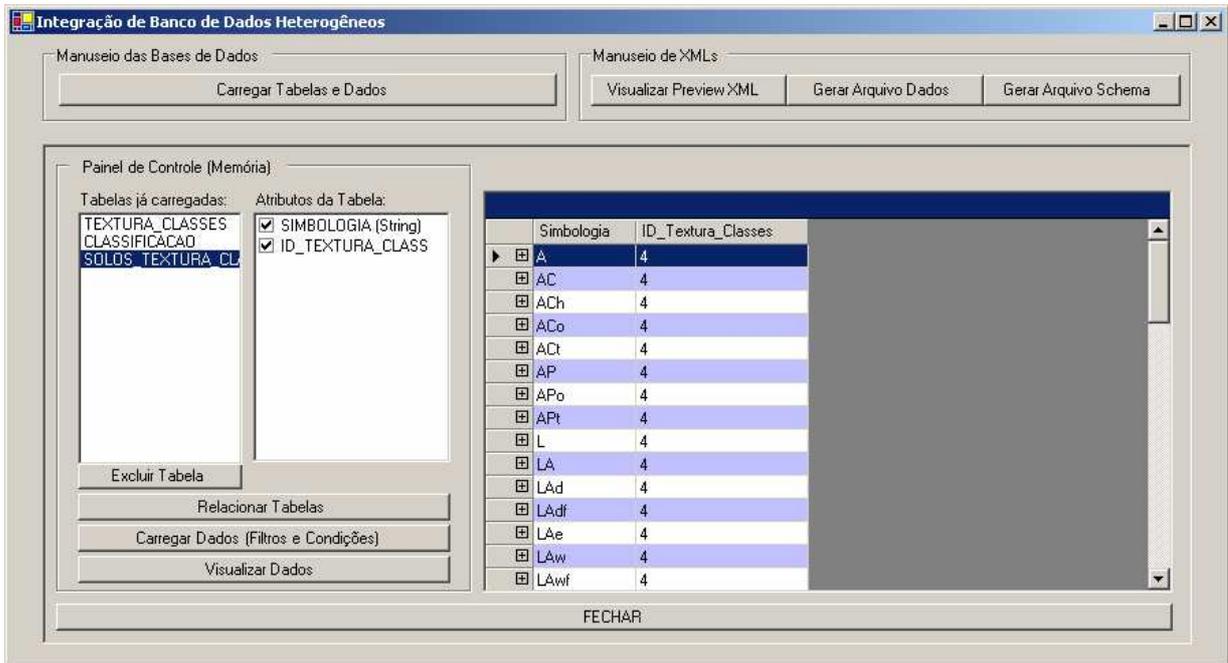


Figura IV.17 – Resultado Processamento dos Filtros.

Na visualização dos dados da tabela Solos_Textura_Classes nota-se a presença de um sinal de + na primeira coluna, o que indica que há um relacionamento associado à mesma e para maiores informações sobre o relacionamento basta “clique” neste sinal.

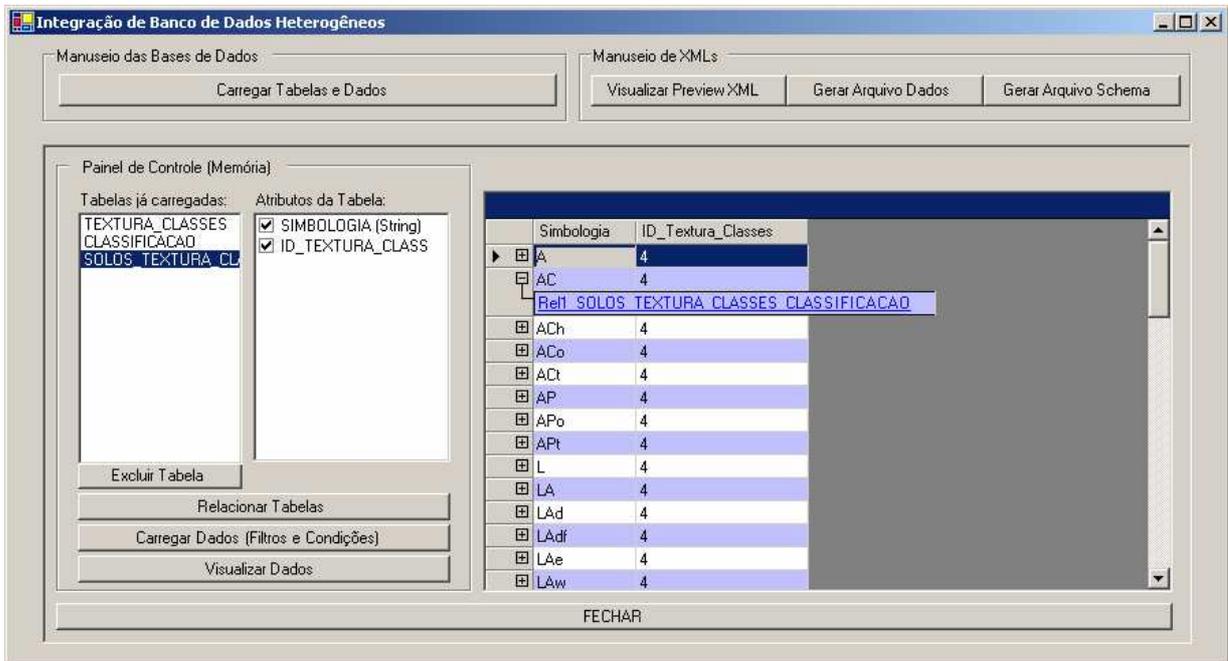


Figura IV.18– Indicação da Existência de um Relacionamento.

Para visualizar-se o resultado deste relacionamento basta “clique” no seu respectivo nome. No exemplo, ao pressionar-se o nome do relacionamento (Rel1_SOLOS_TEXTURE_CLASSES_CLASSIFICAÇÃO) que está associado à simbologia AC, obtém-se uma janela contendo apenas o nível e a nomenclatura do solo, a simbologia não apareceu, já que este atributo encontra-se desmarcado para a visualização.

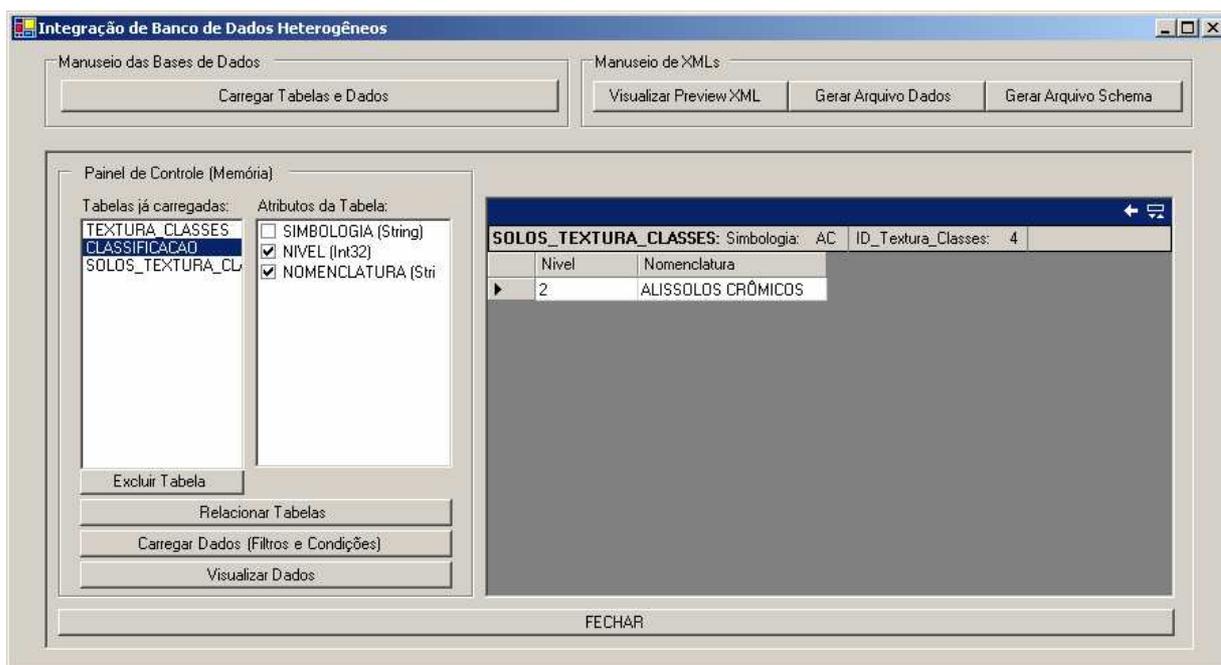


Figura IV.19– Visualização do Resultado do Relacionamento.

Manuseio com XML

XML é uma linguagem de marcação de dados (*meta-markup language*) que provê um formato para descrever dados estruturados. Isso facilita declarações mais precisas do conteúdo e resultados mais significativos de busca através de múltiplas plataformas. O XML provê um padrão que pode codificar o conteúdo, as semânticas e as esquematizações para uma grande variedade de aplicações desde simples até as mais complexas.

O XML é um subconjunto do SGML³, o qual é otimizado para distribuição através da *web*, e é definido pelo W3C, assegurando que os dados estruturados serão uniformes e independentes de aplicações e fornecedores.

A aplicação SIBDAR está preparada para exportar qualquer tabela, seja ela fruto de uma consulta ou não, para o formato XML, possibilitando assim a sua utilização em aplicações deste gênero.

Na figura IV.20 pode ser vista a forma de geração dos dados em XML, através do botão *Visualizar Preview XML*.

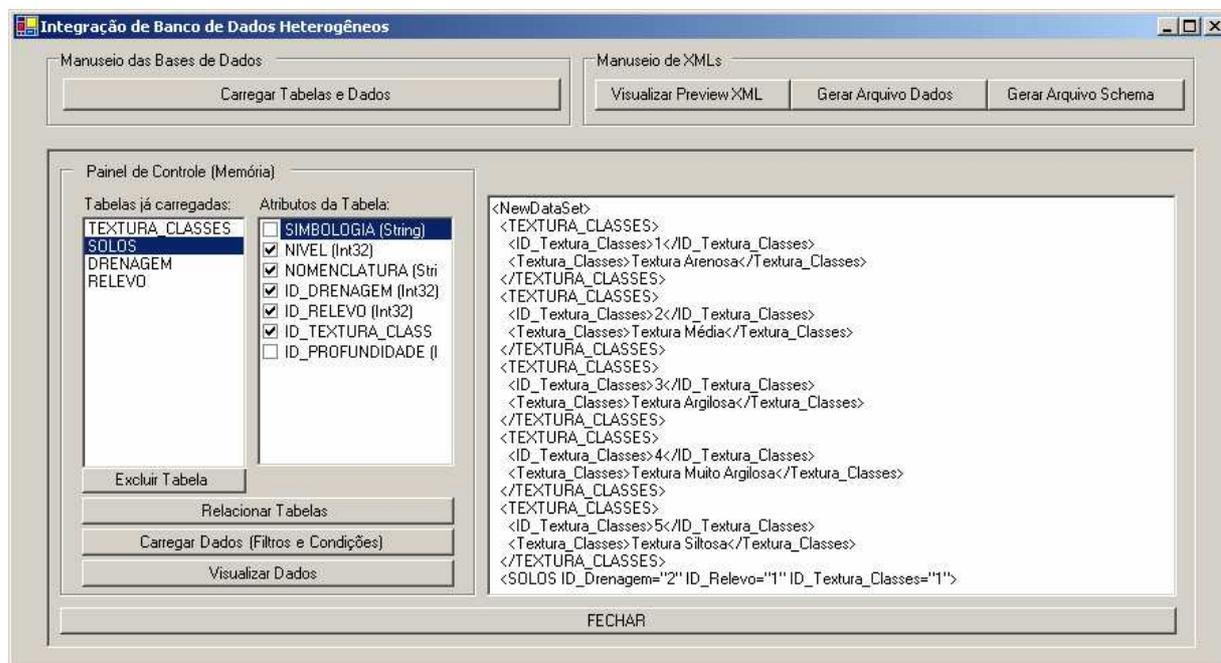


Figura IV.20 – Geração do arquivo XML.

Já na opção *Gerar arquivo de Dados*, o arquivo XML será criado, possibilitando reutilizá-lo em qualquer outra aplicação.

A aplicação ainda possibilita que seja gerado o *XML Schema*⁴. A figura IV.21 apresenta uma exemplo de XML Schema gerado na aplicação.

³ SGML - *Standard Generalized Markup Language*. Padrão internacional, definido em 1986, para formato de texto e documentos. Popular em organizações que precisam criar e gerenciar grandes volumes de documentos.

⁴ XML Schema é um Candidato a Recomendação da W3C para dar estrutura a documentos XML.

```

<?xml version="1.0" standalone="yes" ?>
- <xs:schema id="NewDataSet" xmlns=""
  xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:msdata="urn:schemas-
  microsoft-com:xml-msdata" xmlns:msprop="urn:schemas-microsoft-com:xml-
  msprop">
- <xs:element name="NewDataSet" msdata:IsDataSet="true" msdata:Locale="pt-BR">
- <xs:complexType>
- <xs:choice maxOccurs="unbounded">
- <xs:element name="TEXTURA_CLASSES"
  msprop:ConnectionString="Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
  Source=D:\Tese\morfologia.mdb;Password=;User ID=Admin;"
  msprop:lstFilters="System.String[]" msprop:DriverType="4"
  msprop:txtQuery="Select * from TEXTURA_CLASSES">
- <xs:complexType>
- <xs:sequence>
  <xs:element name="ID_Textura_Classes" msprop:Checked="1"
    type="xs:int" />
- <xs:element name="Textura_Classes" msprop:Checked="1"
  minOccurs="0">
- <xs:simpleType>
- <xs:restriction base="xs:string">
  <xs:maxLength value="50" />
  </xs:restriction>
  </xs:simpleType>

```

Figura IV.21 – Gerar arquivo Schema.

IV.3 Conclusões

Para haver compartilhamento de conhecimento, é necessário que exista uma forma padronizada para representá-lo, uma vez que os conflitos semânticos se baseiam na determinação e padronização do significado de conceitos, termos e estruturas encontrados nas origens de dados. Um dos princípios da ontologia é a representação semântica bem definida.

A aplicação desenvolvida, SIBDAR, trabalha apenas com SGBD relacionais e seu enfoque está voltado para as atividades de consultas a bases de dados heterogêneas. A aplicação faz conexões com os bancos de dados desejados e no momento em que o usuário determina a informação na qual irá trabalhar, esta é lida e importada para a memória do sistema. O tratamento da concorrência é realizado pelo componente de conexão da arquitetura .NET. Uma vez carregado os dados, a conexão é desfeita, não havendo mais a necessidade de se preocupar com o conceito de concorrência.

Uma vez que o sistema não edita e nem inclui dados nas tabelas consultadas, o conceito

de transações não foi aplicado, uma vez que as transações são utilizadas em sistemas de gerenciadores de bancos de dados para garantir a integridade dos dados inseridos ou alterados em um ambiente concorrente quando se deseja processar um conjunto de alterações e/ou inclusões de uma só vez em uma determinada seqüência lógica.

A realização do nosso estudo de caso requer que além do desenvolvimento do protótipo SIBDAR que permite consultas a bases de dados heterogêneas, modele-se uma ontologia para o domínio de solos.

CAPÍTULO V

Uma Ontologia Para Solos

V.1 Introdução

O estudo de caso desenvolvido nesta dissertação procura responder à seguinte questão: Dadas as características dos solos desejáveis para o cultivo de uma determinada espécie vegetal, quais os tipos de solo mais adequados para o cultivo da espécie em questão?

O primeiro passo a ser dado é estudar detalhadamente o domínio em questão – Solos. Já nesta etapa são levantadas diversas dificuldades a ser vencidas. Uma delas é a diversidade de enfoques usados para tratar o domínio de solos. Um exemplo que pode ser citado é em relação ao termo *textura*. Segundo o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo de Lemos e Santos [66], as classes são: Areia, Areia Franca, Franco Arenosa, Franca, Franco Siltosa, Silte, Franco Argilosa, Franco Argilo Arenosa, Franco Argilos Siltosa, Argilo Arenosa, Argilas Siltosa, Argila e Mutio Argilosa. Já o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos [67] classifica a textura em: Arenosa, Média, Argilosa, Muito Argilosa e Siltosa.

Para a modelagem em questão optou-se pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos [67] que reúne o vocabulário da área quanto à classificação, horizontes e atributos diagnósticos.

Para a criação da ontologia foi utilizado o *software* Protégé 2000, devido, principalmente, à sua interface intuitiva, excelente documentação e capacidade de exportar a ontologia para um arquivo padrão XML (no formato RDF Schema), possibilitando assim, a integração com outros sistemas.

V.2 Desenvolvimento da Ontologia – ClassSolos

Como já mencionado no capítulo III, o princípio do desenvolvimento de ontologias se dá através da definição dos itens:

- Conceitos, que representam tópicos importantes na definição de um dado;
- Domínio de conhecimento;
- Definição de algumas características relevantes para esses tópicos;

- Definição de relacionamentos entre esses conceitos, organizando-se hierarquicamente, sempre que necessário.

Para isto, a seguir são definidos os principais conceitos e características relevantes necessários para o entendimento do domínio em questão: Solos.

V.2.1 Conceito

Camadas e Horizontes

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos [67], os solos quando examinados a partir da superfície, consiste de seções aproximadamente paralelas, denominadas horizontes ou camadas, que se distinguem do material de origem inicial, como resultado de adições, perdas, translocações e transformações de energia e matéria e tem habilidade de suportar o desenvolvimento do sistema radicular de espécies vegetais, em um ambiente natural.

V.2.2 Domínio

Solos

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos [67], o solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos, que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza, onde ocorrem. Ocasionalmente podem ter sido modificados por atividades humanas.

A classificação de um solo é obtida a partir dos dados morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos do perfil que o representam. Aspectos ambientais do local de perfil, tais como clima, vegetação, relevo, material originário, condições hídricas, características externas ao solo e relações solo-paisagem, são também utilizadas.

Este domínio é muito complexo, e o processo de levantamento dos dados (conceitos), é dificultado pela heterogeneidade de vocabulário encontrado nos artigos e/ou trabalhos desenvolvidos na área.

Apesar desta dificuldade, como ponto de partida, o processo de desenvolvimento da ontologia proposta está baseado no Sistema Brasileira de Classificação de Solos [67], desenvolvido pela Embrapa Solos – Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, e pelo Manual de descrição e coleta de solo no campo de Lemos e Santos [66] editado por um órgão respeitado nesta área – a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

V.2.3 Características Relevantes

Ao analisar o domínio Solos, percebe-se que estes são descritos a partir do estudo do perfil no campo, no qual deve incluir estudos referentes aos horizontes e as descrições das características morfológicas.

A figura V.1, apresenta parte da ontologia referente ao domínio Solos.

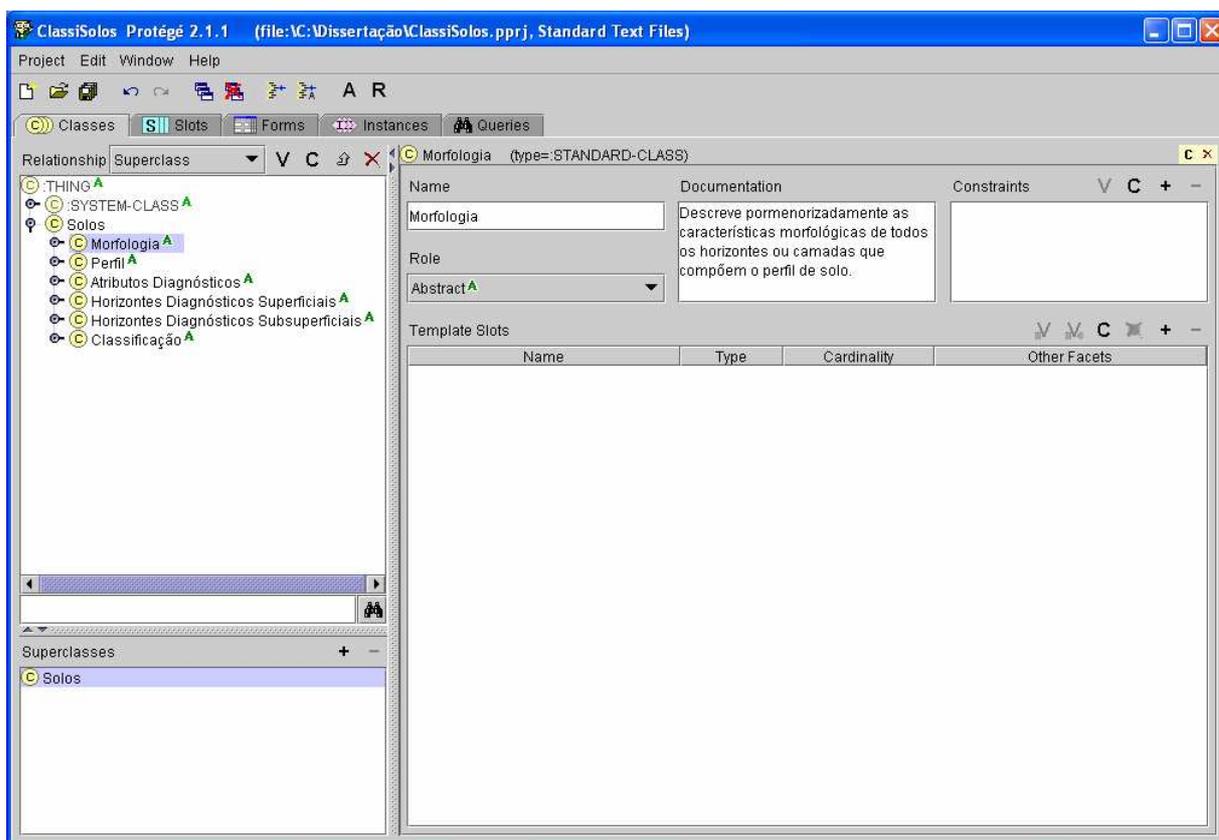


Figura V.1 - Visualização Parcial da Modelagem de Solos.

No apêndice A encontra-se a ontologia criada para as características morfológicas.

V.2.3.1 Características Morfológicas

A classificação de um solo começa no momento da descrição morfológica do perfil e na coleta de material no campo, que são definidas conforme critérios estabelecidos no manual de Lemos e Santos [66].

Todas as características morfológicas são relevantes para a caracterização e a classificação do solo, mas algumas são particularmente indispensáveis, tais como: cor, estrutura, cerosidade, consistência e transição. Estas características são indispensáveis para definir os horizontes

diagnósticos no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos [67].

No exame de um perfil de solo deve-se descrever pormenorizadamente as características morfológicas de todos os horizontes ou camadas que o compõem.

A tabela V.1 apresenta as características morfológicas, segundo Lemos e Santos [66], que devem ser observadas em cada horizonte do perfil do solo.

Tabela V.1 – Características Morfológicas.

| <i>Característica Morfológica</i> | <i>Descrição</i> |
|-----------------------------------|--|
| Cor | Cor do solo. |
| Textura | É a proporção relativa das frações granulométricas que compõem a massa do solo. |
| Estrutura | É a agregação das partículas primárias do solo em unidades estruturais composta, separada entre si pelas superfícies de fraqueza. |
| Porosidade | É o volume do solo ocupado pela água e pelo ar. |
| Cerosidade | É o aspecto um tanto brilhante e ceroso que ocorre por vezes na superfície das unidades de estrutura, manifestada freqüentemente por um brilho matizado. |
| Consistência | É o termo usado para designar as manifestações das forças físicas de coesão e adesão entre as partículas do solo, conforme variação dos graus de umidade. |
| Cimentação | Refere-se a consistência quebradiça e dura do material do solo, determinada por qualquer agente cimentante que não seja mineral de argila, tais como: carbonato de cálcio, sílica, óxido ou sais de ferro ou alumínio. |
| Nódulos e Concreções | São corpos cimentados que podem ser removidos intactos dos solos. Suas composições variam de materiais parecidos com aqueles de solos contíguos até substâncias puras de composição |

| | |
|------------------------|---|
| | totalmente diferente do material vizinho. |
| Conteúdo de Carbonatos | Analisa a efervescência com HO 10%. |
| Eflorescências | São ocorrências de sais cristalinos sob forma de revestimentos, crostas e bolsas, após período seco, nas superfícies dos elementos estruturais, nas fendas e nas superfícies, podendo ter aspecto pulverulento, como pó de giz. |

A figura V.2, apresenta parte da ontologia referente às características morfológicas.

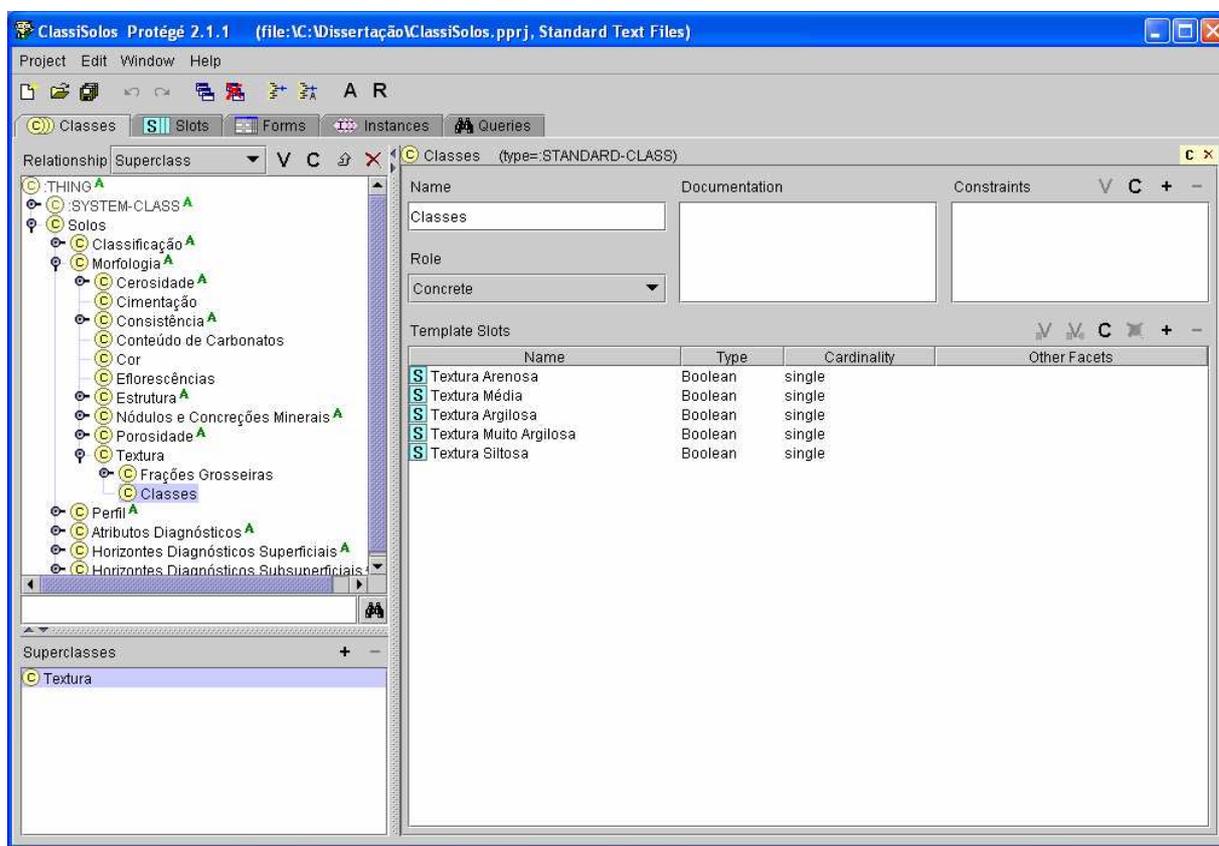


Figura V.2 - Visualização Parcial da Modelagem das Características Morfológicas.

No apêndice B encontra-se a ontologia criada para as características morfológicas.

V.2.3.2 Perfil - Características Ambientais

Além das características morfológicas é necessário conhecer o perfil do solo (características ambientais). Dentre elas: Pedregosidade, Rochosidade, Relevo, Erosão, Drenagem, Vegetação Primária, Raízes e Fatores Biológicos.

A tabela a seguir apresenta as características ambientais (perfil), segundo Lemos e Santos [66], que devem ser observadas em cada horizonte do perfil do solo.

Tabela V.2– Características Ambientais – Perfil.

| <i>Característica Ambientais</i> | <i>Descrição</i> |
|----------------------------------|--|
| Pedregosidade | Refere-se à proporção relativa de calhaus (2 – 20 cm de diâmetro) e matacões (20 – 100 cm de diâmetro) sobre a superfície e/ou na massa do solo. |
| Rochosidade | Refere-se à proporção relativa de exposições de rochas do embasamento, quer sejam afloramento de rochas, quer camadas delgadas de solos sobre rochas ou ocorrência significativa de matacões com mais de 100 cm de diâmetro. |
| Erosão | Refere-se à remoção da parte superficial e subsuperficial do solo, principalmente pela ação da água e do vento. |
| Drenagem | Refere-se à quantidade e rapidez com que a água recebida pelo solo se escoar por infiltração e escoamento, afetando as condições hídricas do solo – duração de período em que permanece úmido, molhado ou encharcado. |
| Fatores Biológicos | Refere-se à ação de outros organismos, como: minhocas, cupins, formigas, entre outros., nos respectivos horizontes, anotando o local de máxima atividade e a distribuição pela área. |
| Profundidade | Termo empregado para designar condições de solos nas quais um contato lítico ou um nível de lençol de água permanente ocorra. |

A figura V.3 apresenta parte da ontologia referente ao perfil.

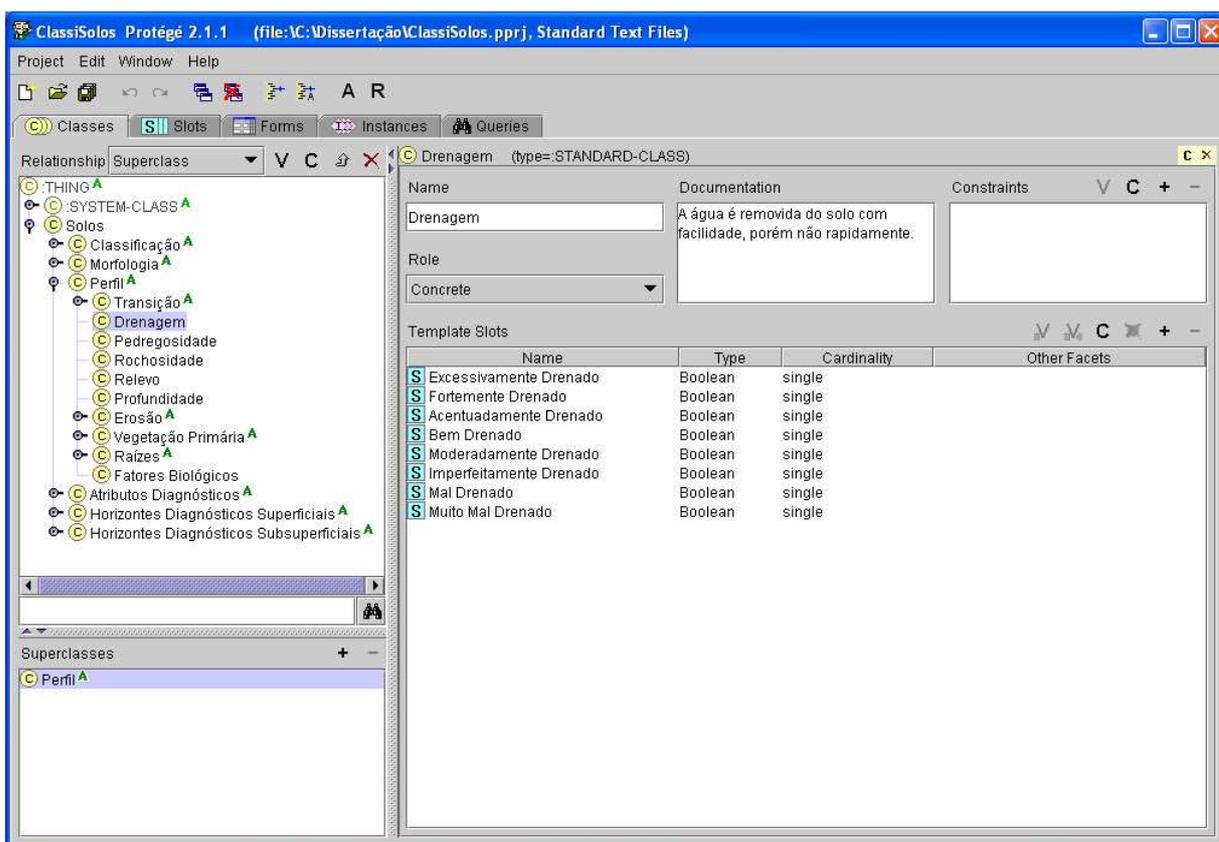


Figura V.3 - Visualização Parcial da Modelagem do Perfil.

No apêndice C encontra-se a ontologia criada para as características ambientais (Perfil).

V.2.3.3 Atributos Diagnósticos

Ao classificarmos os solos utilizamos alguns termos técnicos, no qual o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos [67] utiliza a expressão *Atributos Diagnósticos*, A tabela V.20, apresenta os atributos diagnósticos utilizados na modelagem da ontologia.

Tabela V.3 – Atributos Diagnósticos.

| <i>Atributos Diagnósticos</i> | <i>Descrição</i> |
|-------------------------------|---|
| Saturação por Bases | Refere-se à proporção (taxa percentual) de cátions básicos trocáveis em relação à capacidade de troca determinada a pH7. |
| Material Orgânico | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. |

| | |
|---------------------|---|
| Material Mineral | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. |
| Atividade de Argila | Refere-se à capacidade de troca de cátions (valor T) correspondente à fração argila, calculada pela expressão: $T \times 100 / \% \text{ de argila}$. |
| Caráter Ácrico | O termo ácido refere-se a materiais de solos contendo quantidade iguais ou menores que 1,5 cmol _c /kg de argila trocáveis mais Al ³ extraível por KCl 1N e que preencha pelo menos uma das seguintes condições: <ul style="list-style-type: none"> • pH KCl 1N igual ou superior a 5,0; • ΔpH positivo ou nulo. |
| Caráter Alumínico | Refere-se à condição em que os materiais constitutivos do solo se encontram em estado dessaturado e caracterizado por teor de alumínio ≥ 4 cmol _c /kg de solo, além de apresentar saturação por alumínio $\geq 50\%$ e/ou saturação por base $< 50\%$. |
| Caráter Crômico | O termo crômico é usado para caracterizar as modalidades de solos que apresentam, na maior parte do horizonte B, excluído o BC. |
| Caráter Carbonático | Propriedade referente à presença de 15% ou mais de CaCO ₃ equivalente (% por peso), sob qualquer forma de segregação, inclusive concreções. |
| Caráter Sálco | Propriedade referente à presença de sais mais solúveis em água fria que o sulfato de cálcio (gesso), em quantidade tóxica à maioria das culturas, expressa por condutividade elétrica no extrato de saturação maior que ou igual a 7dS/m (a 25°C), em alguma época do ano. |
| Caráter Sódico | O termo sódico é usado para distinguir horizontes ou camadas que apresentam saturação por sódio $(100\text{Na}^+/\text{T}) \geq 15\%$, em alguma parte da seção de controle que defina a classe. |

| | |
|-----------------------|---|
| Contato Lítico | Termo empregado para designar material subjacene ao solo (exclusive horizonte petrocálcico, horizonte litoplíntico, duripã e fragipã). Sua coesão é de tal ordem que mesmo quando úmido torna a escavação com a pá radicular, o qual fica limitado às fendas que por ventura ocorram. |
| Caráter Ebânico | Termo utilizado para individualizar classes de solos de coloração escura, quase preta. |
| Materiais Sulfídricos | São aqueles que contém compostos de enxofre oxidáveis e ocorrem em solos de natureza mineral ou orgânica, localizados em áreas encharcadas, com valor de pH maior que 3,5. |
| Petroplintita | Material normalmente proveniente da plintita, que sob efeito de ciclos repetitivos de umedecimento e secagem sofre consolidação irreversível, dando lugar à formação de concreções ferruginosas de dimensões e formas variáveis(laminar, nodular, esferoidal ou irregular) individualizadas ou aglomeradas. |

A figura V.4, apresenta parte da ontologia referente aos atributos diagnósticos.

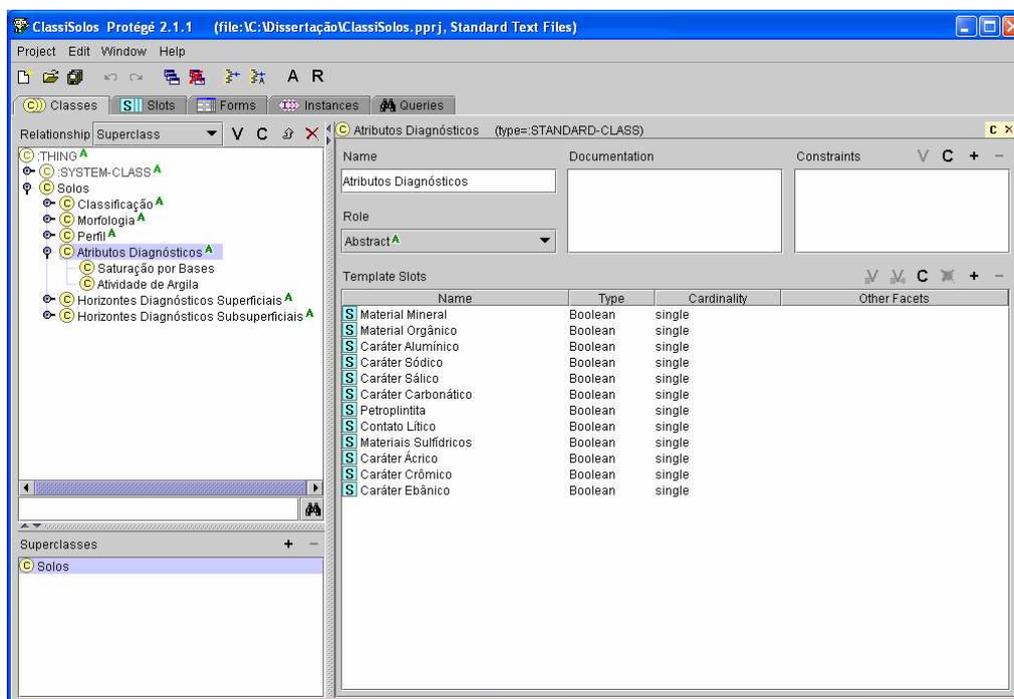


Figura V.4 - Visualização Parcial da Modelagem dos atributos diagnósticos.

No apêndice **D** encontra-se a ontologia criada para os atributos diagnósticos.

V.2.3.4 Horizontes Superficiais

De forma a completar a classificação dos solos, utilizamos os conceitos relacionados aos Horizontes Superficiais. A tabela abaixo, apresenta os horizontes superficiais utilizados na modelagem da ontologia.

Tabela V.4 – Horizontes Superficiais.

| <i>Horizontes Diagnósticos Superficiais</i> | <i>Descrição</i> |
|---|--|
| Horizonte Hístico | É um tipo de horizonte definido pela constituição orgânica, resultante de resíduos vegetais depositados superficialmente, ainda que, no presente, possa encontrar-se recoberto por horizontes ou depósitos minerais e mesmo camadas orgânicas mais recentes. |
| Horizonte A Chernozêmico | É um horizonte mineral superficial, relativamente espesso, de cor escura, com alta saturação por bases, que, mesmo após revolvimento superficial. |
| Horizonte A Proeminente | As características deste horizonte são comparáveis àquelas do A Chernozêmico, no que se refere a cor, teor de carbono orgânico, consistência, estrutura; diferindo, essencialmente, por apresentar saturação por bases inferior a 65%. |
| Horizonte A Húmico | É um horizonte mineral de cor escura com valor e croma 4,0 ou menor, saturação por bases inferior a 65% e que apresenta espessura e conteúdo de carbono orgânico. |
| Horizonte A Antrópico | É um horizonte formado ou modificado pelo uso contínuo do solo, pelo homem, como lugar de residência ou cultivo, por períodos prolongados, com adição de material orgânico em mistura ou não com material mineral, ocorrendo, às vezes, fragmentados de cerâmicas e restos de ossos e conchas. |

| | |
|----------------------|---|
| Horizonte A Fraco | É um horizonte mineral superficial fracamente desenvolvido, seja pelo reduzido teor de colóides minerais ou orgânicos ou por condições externas de clima e vegetação, como as que ocorrem na zona semi-árida com vegetação de caatinga hiperxerófila. |
| Horizonte A Moderado | Em geral o horizonte A moderado difere dos horizontes A Chernozêmico, Proeminente e Húmico pela espessura e/ou cor e do A Fraco pelo teor de carbono orgânico e estrutura, não apresentando ainda os requisitos para caracterizar o Horizonte Hístico ou A Antrópico. |

A figura V.5, apresenta parte da ontologia referente aos horizontes superficiais.

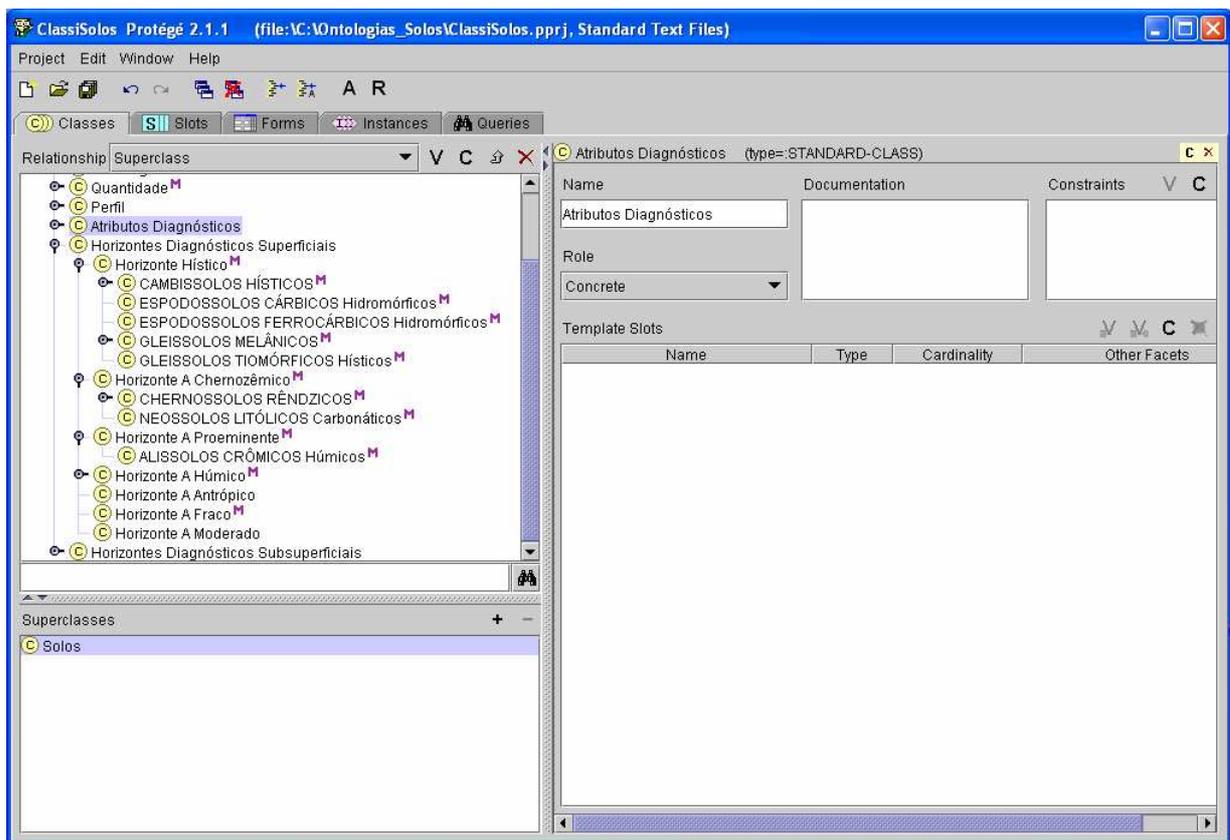


Figura V.5 - Visualização Parcial da Modelagem dos horizontes superficiais.

No apêndice E encontra-se a ontologia criada para os horizontes superficiais.

V.2.3.5 Horizontes Subsuperficiais

Ao classificarmos os solos precisamos também dos conceitos relacionados aos Horizontes Subsuperficiais. A tabela abaixo, apresenta os horizontes subsuperficiais utilizados na modelagem da ontologia.

Tabela V.5 – Horizontes Subsuperficiais.

| <i>Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais</i> | <i>Descrição</i> |
|--|---|
| Horizonte B Textural | É um horizonte mineral subsuperficial com textura franco arenosa ou mais fina (mais de 15% de argila) onde houve incremento de argila (fração < 0,002mm), orientada ou não, desde que não exclusivamente por descontinuidade, resultante de acumulação ou concentração absoluta ou relativa decorrente de processos de iluviação e/ou formação in situ e/ou herdada do material de origem e/ou infiltração de argila ou argila mais silte, com ou sem matéria orgânica e/ou destruição de argila no horizonte A e/ou perda de argila no horizonte A por erosão diferencial. O conteúdo de argila do horizonte B textural é maior que o do horizonte A e pode, ou não, ser maior que o do horizonte C. |
| Horizonte B Latossolos | É um horizonte mineral subsuperficial, cujos constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização, explícita pela alteração quase completa dos minerais primários menos resistentes ao intemperismo e/ou de argila 2:1. |
| Horizonte B Incipiente | Trata-se de horizonte subsuperficial, subjacente ao A, Ap, ou AB, que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, porém suficiente para o desenvolvimento de cor ou de estrutura, e no qual mais da metade do volume de todos os subhorizontes não deve consistir em estrutura da rocha original. |
| Horizonte B Espódico | É um horizonte mineral subsuperficial que apresenta |

| | |
|------------------------|---|
| | acumulação iluvial de matéria orgânica e compostos de alumínio, com presença ou não de ferro iluvial. |
| Ortstein | É um horizonte B espódico, contínuo ou praticamente contínuo, cimentado por matéria orgânica e alumínio, com ou sem ferro, ocupando 50% ou mais da área do horizonte e com 2,5 cm ou mais de espessura. |
| Horizonte Plíntico | O horizonte plíntico caracteriza-se pela presença de plintita em quantidade igual ou superior a 15% e espessura de pelo menos 15 cm. |
| Horizonte Litoplíntico | O horizonte é uma camada consolidada contínua ou praticamente contínua, endurecida por ferro ou ferro e alumínio, na qual o carbono orgânico está ausente ou presente em pouca quantidade. |
| Horizonte Glei | É um horizonte mineral subsuperficial ou eventualmente superficial, com espessura de 15cm ou mais, caracterizado por redução de ferro e prevalência do estado reduzido, no todo ou em parte, devido principalmente à água estagnada, como evidenciado por cores neutras ou próximas de neutras na matriz do horizonte, com ou sem mosqueados de cores mais vivas. |
| Horizonte E Álbico | É um horizonte comumente subsuperficial, no qual a remoção ou segregação de material coloidal e orgânico progrediu a tal ponto que a cor do horizonte é determinada principalmente pela cor das partículas primárias de areia e silte do que por revestimento nessas partículas. |
| Fragipã | É um horizonte mineral subsuperficial, com 10 cm ou mais de espessura, usualmente de textura média ou algumas vezes arenosa ou raramente argilosa, que pode, mas não necessariamente, estar subjacente a um horizonte B Espódico, B Textural ou horizonte Álbico. Tem conteúdo de matéria orgânica muito baixo, a densidade do solo é alta em relação aos |

| | |
|------------------------|---|
| | horizontes subjacentes e é aparentemente cimentado quando seco, tendo então consistência dura, muito dura ou extremamente dura. |
| Duripã | É um horizonte mineral subsuperficial, com 10 cm ou mais de espessura, que apresenta grau variável de cimentação por sílica, podendo ainda conter óxido de ferro e carbonato de cálcio. Como resultado disto, os duripãs variam de aparência, porém todos apresentam consistência, quando úmidos, muito firme ou extremamente firme e são sempre quebradiços, mesmo após prolongado umedecimento. |
| Horizonte Cálcico | É um horizonte de acumulação de carbonato de cálcio. Esta acumulação normalmente está no horizonte C, mas pode ocorrer no horizonte B ou A. |
| Horizonte Petrocálcico | Com o enriquecimento em carbonatos, o horizonte cálcico tende progressivamente a se tornar obturado com carbonatos e cimentado, formando horizonte contínuo, endurecido, maciço, que passa a ser reconhecido como horizonte petrocálcico. |
| Horizonte Sulfúrico | O horizonte sulfúrico tem 15 cm ou mais de espessura e é composto de material mineral ou orgânico que apresenta valor de pH de 3,5 ou menor e mostra evidência de que o baixo valor de pH é causado por ácido sulfúrico. |
| Horizonte Vértico | É um horizonte mineral subsuperficial que, devido à expansão e contração das argilas, apresenta feições pedológicas típicas, que são as superfícies de fricção (“slickensides”) em quantidade no mínimo comum e/ou a presença de unidades estruturais cuneiformes e/ou paralelepípedicas, cujo eixo longitudinal está inclinado de 10 a 60° em relação à horizontal, e fendas em algum período mais seco do ano com pelo menos 1 cm de largura. |

A figura V.6, apresenta parte da ontologia referente aos horizontes superficiais.

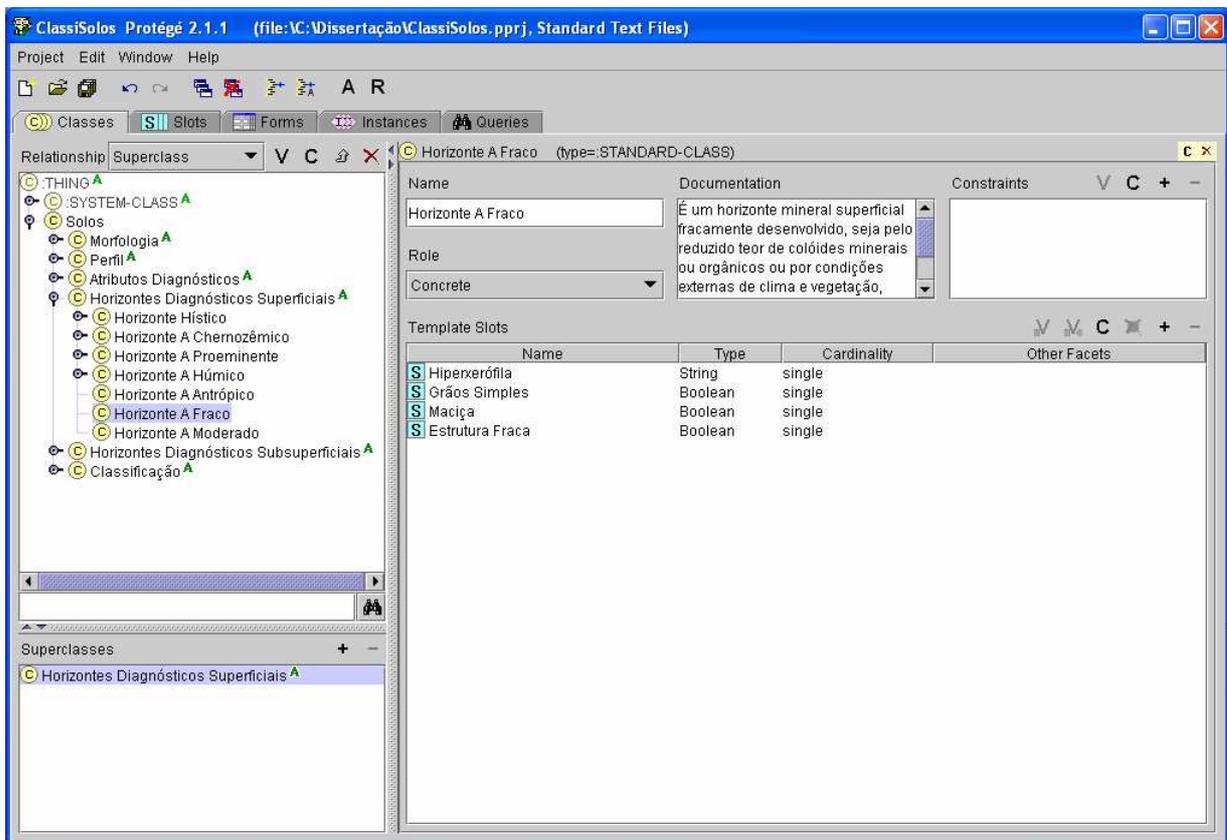


Figura V.6 - Visualização Parcial da Modelagem dos horizontes subsuperficiais.

No apêndice **F** encontra-se a ontologia criada para os horizontes subsuperficiais.

V.2.3.6 Classificação

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos [67], os solos estão divididos em níveis categóricos, ou seja, um conjunto de classes definidas num mesmo nível de generalização ou abstração e incluindo todos os solos que satisfazem a essa definição.

Os níveis categóricos previstos para o Sistema Brasileiro de Classificação de solos [67] são seis. A tabela V.6 apresenta os níveis categóricos e a sua quantidade de classes.

Tabela V.6 – Níveis Categóricos.

| Nível | Nome | Quantidade de Classes |
|--------------|--------------|------------------------------|
| 1º Nível | Ordem | 14 |
| 2º Nível | Subordem | 44 |
| 3º Nível | Grande Grupo | 150 |
| 4º Nível | Subgrupo | 580 |
| 5º Nível | Família | Imprevisível |
| 6º Nível | Série | Imprevisível |

Na modelagem da ontologia proposta aprofundou-se apenas até o 3º nível categórico.

Como já mencionado, além de cada entidade (órgãos) tratar os solos com termos diferenciados, o próprio Sistema Brasileiro de Classificação de Solos [67] não utiliza os mesmos termos nas definições dos tipos de solos. Por exemplo, os termos utilizados para descrever os Alissolos não são necessariamente os mesmos para descrever os Luvisolos, dificultando, em muito, a criação da ontologia que possibilite a identificação de qualquer tipo de solo.

A seguir é apresentada uma breve descrição dos tipos de classificação dos solos, utilizando termos já definidos em outras classes (morfologia, perfil, atributos diagnósticos, horizontes superficiais, horizontes subsuperficiais).

V.2.3.6.1 Nomenclatura das Classes

No primeiro nível categórico (ordem) os nomes das classes são formados pela associação de um elemento informativo com a terminação “*ssolos*”. São apresentados a seguir na tabela V.7, os nomes das classes, seus respectivos elementos formativos e os seus significados.

Tabela V.7 – Nomenclatura das Classes.

| Classe | Elemento Formativo | Termos de Conotação e de Memorização |
|---------------|---------------------------|---|
| NEOSSOLO | NEO | Novo. Pouco desenvolvido |
| VERTISSOLO | VERTI | Vértico. Horizonte vértico |
| CAMBISSOLO | CAMBI | Cambiar. Horizonte B incipiente |
| CHERNOSSOLO | CHERNO | Chernozêmico. Preto, rico em bases |
| LUVISSOLO | LUVI | Saturado. Acumulação de argila Ta. |

| | | |
|-------------|--------|--------------------------------------|
| ALISSOLO | ALI | Alumínico. Alto conteúdo de alumínio |
| ARGISSOLO | ARGI | Podzólico. Horizonte B textural Tb |
| NITOSSOLO | NITO | Nítido. Horizonte B nítico |
| LATOSSOLO | LATO | Latosol. Horizonte B latossólico |
| ESPODOSSOLO | ESPODO | Spodos. Horizonte B espódico |
| PLANOSSOLO | PLANO | Plânico. Horizonte B plânico |
| PLINTOSSOLO | PLINTO | Plintita. Horizonte plíntico |
| GLEISSOLO | GLEI | Geli. Horizonte glei |
| ORGANOSSOLO | ORGANO | Orgânico. Horizonte H ou O hísticos |

As classes de 1º e 2º níveis categóricos devem ser escritas com todas as letras em caixa alta. As classes de 3º nível categórico (grandes grupos) devem ser escritas com a primeira letra maiúscula, e no 4º nível categórico (subgrupos), os nomes devem ser escritos em letras minúsculas. Por exemplo.

Tabela V.8 – Exemplo de Identificação do Solo.

| <i>1º nível</i> | <i>2º nível</i> | <i>3º nível</i> | <i>4º nível</i> |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| LATOSSOLOS | VERMELHOS | Perfêrricos | húmicos |

V.2.3.6.2 Classes do Primeiro Nível Categórico (Ordens)

A seguir é apresentada uma breve descrição das classes de 1º nível. As características foram retiradas do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos [67].

ALISSOLOS

Compreende solos constituídos por material mineral que tem como características diferenciais de atividade de argila de 20 cmol_c/kg de argila ou maior, baixa saturação por bases, alto conteúdo de alumínio extraível, conjugado com saturação por alumínio $\geq 50\%$. Podem apresentar horizonte A moderado, proeminente ou húmico e/ou horizonte E sobrejacente a um horizonte B textural ou B nítico, desde que não satisfaça os requisitos para enquadramento nas

classes dos Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos.

Tabela V.9 – ALISSOLOS.

| <i>Principais Características</i> | |
|--------------------------------------|--|
| Constituído por | Material mineral, com horizonte B textural ou B nítico |
| Transição (do A para o horizonte Bt) | Clara ou Abrupta |
| Drenagem | Bem drenado a Imperfeitamente drenado |
| Profundidade | Pouco profundo a Profundo |
| Textura | No horizonte A – varia de média a argilosa No horizonte Subsuperficial – varia de média a muito argilosa. |
| Atividade de Argila | Atividade Alta |
| Saturação por alumínio | $\geq 50\%$ |
| Saturação por bases | Baixa |
| Conteúdo de alumínio | ≥ 4 cmol _c /kg de solo (alto) |

ARGISSOLOS

Compreende solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais de atividade de argila baixa e horizonte B textural (Bt), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Alissolos, Planossolos, Plintossolos Ou Gleissolos.

Tabela V.10 – ARGISSOLOS.

| <i>Principais Características</i> | |
|---|---|
| Constituído por | Material mineral |
| Transição entre horizontes (do A para o horizonte Bt) | Clara, Abrupta ou Gradual |
| Drenagem | Varia de Fortemente drenado a Imperfeitamente drenado |
| Textura | No horizonte A – varia de arenosa a argilosa No horizonte Btl – varia de média a muito argilosa. |
| Atividade de Argila | Atividade Baixa |

CAMBISSOLOS

Compreende solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, desde que em qualquer dos casos não satisfaçam os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes Vertissolos, Chernossolos, Plintossolos ou Gleissolos.

Tabela V.11 – CAMBISSOLOS.

| <i>Principais Características</i> | |
|-----------------------------------|--|
| Constituído por | Material mineral |
| Profundidade | De Rasos até profundos |
| Drenagem | Varia de Fortemente drenado a Imperfeitamente drenado. |
| Textura | Franco-arenosa ou mais Argilosa |
| Saturação por bases | De Alta a Baixa |
| Estrutura | Blocos, Granular ou Prismática. |

CHERNOSSOLOS

Compreende solos constituídos pro material mineral que tem como características discriminantes, alta saturação por bases, atividade de argila alta e horizonte A chernozêmico sobrejacente a um horizonte B textural, B nítico, B incipiente, ou horizonte C cálcico ou carbonático.

Tabela V.12 – CHERNOSSOLOS.

| <i>Principais Características</i> | |
|-----------------------------------|--|
| Constituído por | Material mineral |
| Saturação por bases | Alta |
| Drenagem | Varia de Bem drenado a Imperfeitamente Drenado |
| Transição entre horizontes | Abrupta |
| Atividade de Argila | Atividade Alta |

ESPODOSSOLOS

Compreende solos constituídos pro material mineral com horizonte B espódico subjacente a horizonte eluvial E (álbico ou não), ou subjacente a horizonte A, que pode ser de qualquer tipo, ou ainda, subjacente a horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura. Apresentam, usualmente, seqüência de horizontes A, E, Bh, Bhs ou Bs e C, com nítida diferenciação de horizontes.

Tabela V.13 – ESPODOSSOLOS.

| <i>Principais Características</i> | |
|-----------------------------------|---|
| Constituído por | Material mineral |
| Saturação por bases | Baixa |
| Relevo | Plano, Suave ondulado |
| Textura | Arenosa, sendo menos comumente textura média e raramente argilosa |
| Drenagem | Muito mal drenado |

GLEISSOLOS

Compreende solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei dentro dos primeiros 50 cm da superfície do solo, ou a profundidade entre 50 e 125 cm desde que imediatamente abaixo de horizontes A ou E, ou precedidos por horizonte B incipiente, B textural ou C com presença de mosqueadis abundantes com cores de redução. Excluem-se da presente classe, solos com características distintivas dos Vertissolos, Espodossolos, Planossolos, Plintossolos ou Organossolos.

Tabela V.14 – GLEISSOLOS.

| <i>Principais Características</i> | |
|-----------------------------------|---|
| Constituído por | Material mineral |
| Mosqueados (cor) | Abundante |
| Drenagem | Mal drenado ou Muito mal drenado |
| Textura | Arenosa (areia ou areia franca) |
| Estrutura | Blocos ou Prismática composta ou não de blocos angulares e subangulares |
| Relevo | Plano |

LATOSSOLOS

Compreende solos constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto H hístico.

Tabela V.15 – LATOSSOLOS.

| <i>Principais Características</i> | |
|-----------------------------------|---|
| Constituído por | Material mineral |
| Troca de cátions | Baixa – inferior a 17 cmol/kg de argila. |
| Drenagem | Varia de Fortemente drenado a Bem Drenado |
| Profundidade | Profundo à Muito profundo |

| | |
|----------------------------|------------------------------------|
| Transição entre horizontes | Difusa ou Gradual |
| Saturação por bases | Baixa |
| Clima | Equatorial, Tropical e Subtropical |
| Relevo | Plano e Suave ondulado |

LUVISSOLOS

Compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural ou B nítico, com atividade de argila alta e saturação por bases alta, imediatamente abaixo de horizonte A fraco ou moderado, ou horizonte E.

Tabela V.16 – LUVISSOLOS.

| <i>Principais Características</i> | |
|-----------------------------------|---|
| Constituído por | Minerais |
| Profundidade | Pouco profundo |
| Drenagem | Varia de Bem drenado a Imperfeitamente drenado |
| Transição entre horizontes | Clara ou Abrupta |
| Atividade de Argila | Atividade Alta |
| Saturação por bases | Atla |
| Pedregosidade | Pedregosa |
| Estrutura | Blocos (moderada ou fortemente desenvolvida) , ou prismática (composta de blocos angulares e subangulares) |

NEOSSOLOS

Compreende solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso com pequena expressão dos processos pedogenéticos em consequência da baixa densidade de atuação destes processos, que não conduziram, ainda, a modificações expressivas do material originário, de características do próprio material, pela sua resistência ao intemperismo ou composição química, e do relevo, que podem impedir ou limitar a evolução desses solos.

Tabela V.17 – NEOSSOLOS.

| <i>Principais Características</i> | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Constituído por | Material mineral ou Material orgânico |
| Espessura | Menos de 30 cm |

NITOSSOLOS

Compreende solos constituídos por material mineral, com horizonte B nítico de atividade de argila baixa, textura argilosa ou muito argilosa, estrutura em blocos subangulares, angulares ou prismática moderada ou forte, com superfície dos agregados reluzente, relacionada a cerosidade e/ou superfícies de compreensão.

Tabela V.18 – NITOSSOLOS.

| <i>Principais Características</i> | |
|-----------------------------------|---|
| Constituído por | Material mineral |
| Atividade de Argila | Atividade Baixa |
| Textura | Argilosa ou Muito argilosa |
| Estrutura | Blocos subangulares ou Prismática moderada ou forte |
| Transição entre horizontes | Clara ou Gradual (do A para o B) Difusa (entre subhorizontes do B) |

| | |
|---------------------|--------------|
| Profundidade | Profundos |
| Drenagem | Bem drenados |
| Saturação por bases | Baixa a Alta |

ORGANOSSOLOS

Compreende solos pouco evoluídos, constituídos por material orgânico proveniente de acumulações de restos vegetais em grau variável de decomposição, acumulados em ambientes mal a muito mal drenados, ou em ambientes úmidos de altitude elevada, que estão saturados com água por poucos dias no período chuvoso, de coloração preta, cinzenta muito escura ou marrom e com elevados teores de carbono orgânico.

Tabela V.19 – ORGANOSSOLOS.

| <i>Principais Características</i> | |
|-----------------------------------|--|
| Constituído por | Material Orgânico |
| Drenagem | Varia de mal drenado a Muito mal drenado |
| Troca de cátions | Alta |
| Saturação por bases | Baixa |

PLANOSSOLOS

Compreende solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte pã, responsável pela detenção de lençol d'água sobreposto, de existência periódica e presença variável durante o ano.

Tabela V.20 – PLANOSSOLOS.

| <i>Principais Características</i> | |
|--------------------------------------|---|
| Constituído por | Minerais |
| Transição (do A para o horizonte Bt) | Abrupta |
| Drenagem | Imperfeitamente drenados ou Mal drenados |
| Estrutura | Blocos angulares ou prismática ou colunar |
| Relevo | Plano ou Suave ondulado |
| Clima | Úmido ou Semi-árido |

PLINTOSSOLOS

Compreende solos minerais formados sob condições de restrição à percolação da água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, de maneira geral imperfeitamente ou mal drenados, que se caracterizam fundamentalmente por apresentar expressiva plintização com ou sem petrolintita ou horizonte litoplínítico, na condição de que não satisfaçam os requisitos estipulados para as classes dos Neossolos, Cambissolos, Luvisolos, Alissolos, Argissolos, Latossolos, Planossolos ou Gleissolos.

Tabela V.21 – PLINTOSSOLOS.

| <i>Principais Características</i> | |
|--------------------------------------|---|
| Constituído por | Minerais |
| Transição (do A para o horizonte Bt) | Abrupta |
| Drenagem | Imperfeitamente drenado ou Mal drenado |
| Textura | Média |
| Saturação por bases | Baixa (existindo também média a alta) |
| Relevo | Plano ou Suave ondulado (e menos freqüentemente Ondulado) |

VERTISSOLOS

Compreende solos constituídos por material mineral apresentando horizonte vértico e pequena variação textural ao longo do perfil, nunca suficiente para caracterizar um horizonte B textural. Apresentam pronunciadas mudanças de volume com o aumento do teor de umidade no solo, fendas profundas na época seca, e evidências de movimentação da massa do solo, sob a forma de superfície de fricção (silckensides). Podem apresentar microrrelevo tipo gligai e estruturas do tipo cuneiforme que são inclinadas e formam ângulo com a horizontal.

Tabela V.22 – VERTISSOLOS.

| <i>Principais Características</i> | | | |
|-----------------------------------|---------|---|-------------------------------------|
| Constituído por | | Material Mineral | |
| Profundidade | | Variam de Pouco Profundo a Profundo (mas têm a ocorrência de solos rasos) | |
| Drenagem | | Variam de Imperfeitamente drenado a Mal drenado | |
| Troca de cátions | | Alta | |
| Saturação por bases | | Alta | |
| Estrutura | | Prismática composta de blocos ou Blocos angulares ou subangulares | |
| Textura | | Argilosa ou Muito argilosa | |
| Relevo | | Varia de Plano a Suave ondulado | |
| Consistência | Seco | | Varia de Dura a Extremamente dura |
| | Úmido | | Varia de Firme a Extremamente firme |
| | Molhado | Plasticidade | Muito Plástico |
| | | Pegajosidade | Muito Pegajoso |

A figura V.7, apresenta parte da ontologia referente a classificação.

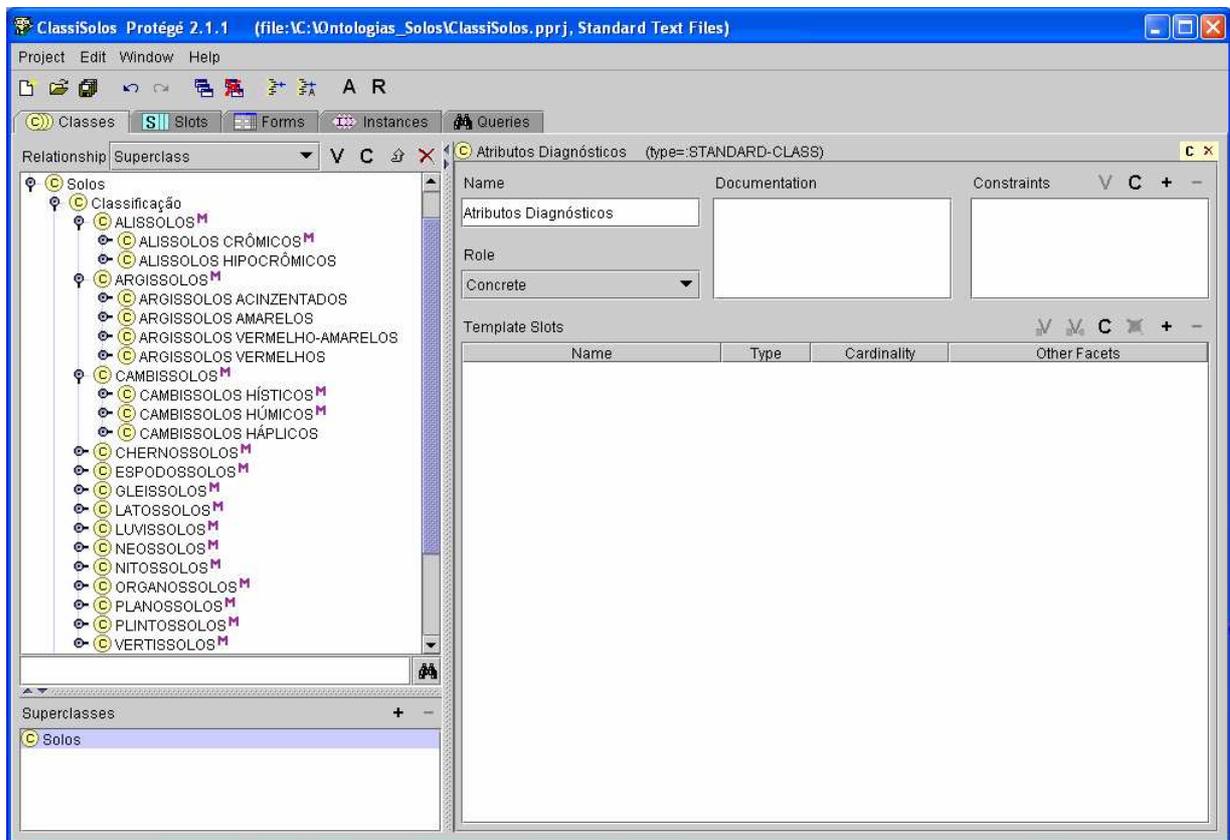


Figura V.7 - Visualização Parcial da Modelagem de Classificação.

No apêndice E encontra-se a ontologia criada para a classificação de solos.

V.3 Estudo de Caso: Aptidão dos Solos Para o Plantio de Cítricos

Utilizando a ontologia modelada na seção anterior, e o protótipo do sistema SIBDAR, apresentado no capítulo IV, será possível responder a pergunta realizada no início deste capítulo: *Quais são os tipos de solos ideais para o plantio de cítricos?*

A seguir são apresentados os passos para a obtenção do resultado.

1. Levantamento das características do solo para o plantio de cítricos.
2. Modelagem das características segundo a ontologia *ClassSolos*.
3. Organização das bases de dados que serão necessárias para a obtenção do resultado da pergunta em questão
4. Utilização do protótipo do Sistema SIBDAR.

V.3.1 Levantamento das Características do Solo Para Plantio de Cítricos

O processo de levantamento das características morfológicas e perfil (características ambientais) é uma tarefa complicada. Pois como já foi mencionado, a falta de padronização dos termos empregados gera uma grande dificuldade na hora de cruzarmos as informações.

Um ponto de partida é consultar o *site* da Embrapa [68], pois é um órgão do governo e referência para todas as questões relacionadas ao desenvolvimento agrícola do país.

Segunda a Embrapa [68] as recomendações técnicas de solo são:

“As plantas cítricas, apesar de terem determinadas exigências em relação aos solos, adaptam-se tanto a solos arenosos como argilosos, ajudando-as nessa adaptação o uso de diferentes porta-enxertos.

Os mais indicados para o cultivo comercial são os areno-argilosos. Os citros não toleram solos impermeáveis. Devem ser evitados solos rasos ou que encharcam com facilidade.”

Vale a pena ressaltar que a própria Embrapa [68] utiliza uma linguagem simples e voltada para o agricultor, dando assim mais ênfase ao preparo do solo, tratamento fitossanitário, doenças, precauções na aplicação de pesticidas, do que às características morfológicas e de perfil dos solos, dificultando uma classificação mais precisa do tipo de solo para o plantio de cítricos.

V.3.2 Modelagem das Características Segundo a Ontologia ClassSolos

Analisando os termos ontológicos definidos em *ClassSolos* e as características obtidas via Embrapa [68], chegamos à seguinte modelagem:

Tabela V.23 – Características dos Solos Desejáveis para o Plantio de Cítricos.

| <i>Principais Características</i> | |
|-----------------------------------|--|
| Textura | Arenosa, Média (mais adequado) ou Argilosa |
| Relevo | Plano, Suave Ondulado ou Ondulado |
| Profundidade | Pouco Profundo a Profundo |
| Drenagem | Fortemente Drenado, Acentuadamente Drenado e Bem Drenado |

V.3.3 Organização das Bases de Dados

Uma vez identificados os termos ontológicos utilizados na definição das características morfológicas e de perfil, fica simples identificar as tabelas que deverão ser acessadas. Neste caso necessitaremos das seguintes Tabelas:

- Textura
- Relevo
- Profundidade
- Drenagem
- Solos

A figura V.8 apresenta o modelo entidade relacionamento que será utilizado.

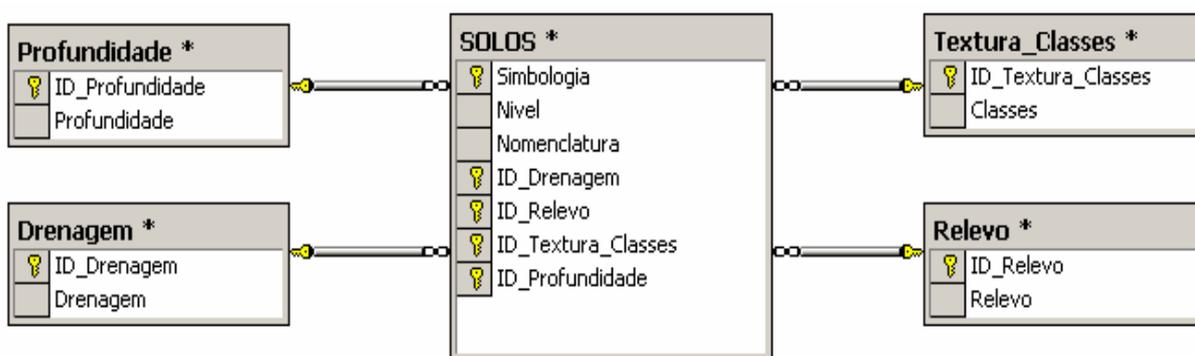
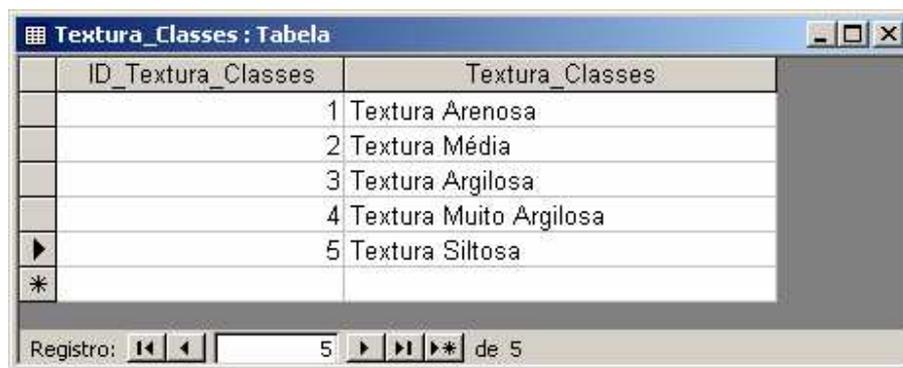


Figura V.8 - Modelo Entidade Relacionamento

V.3.3.1 Aplicação das Ontologias na Definição do Banco de Dados

De forma a demonstrar a aplicação das ontologias na construção das bases de dados, referentes ao exemplo proposto, podemos analisar as tabelas com seus respectivos registros.

Textura_Classes – Encontra-se no Microsoft Access



| ID_Textura_Classes | Textura_Classes |
|--------------------|------------------------|
| 1 | Textura Arenosa |
| 2 | Textura Média |
| 3 | Textura Argilosa |
| 4 | Textura Muito Argilosa |
| 5 | Textura Siltosa |

Figura V.9 - Tabela Textura_Classes

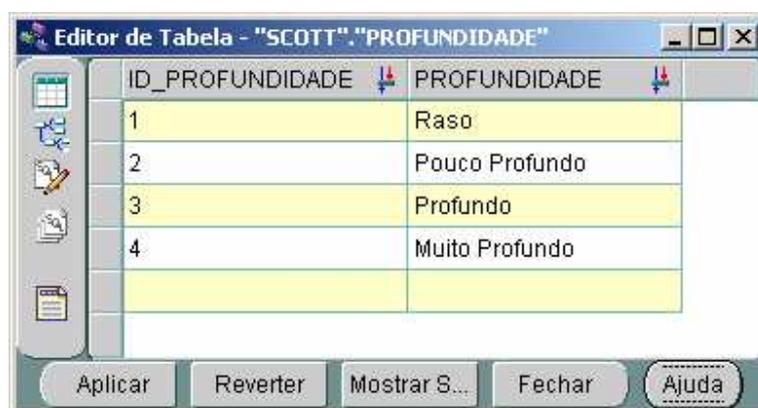
Relevo – Encontra-se no SQL Server



| ID Relevo | Relevo |
|-----------|----------------|
| 1 | Plano |
| 2 | Suave Ondulado |
| 3 | Ondulado |
| 4 | Forte Ondulado |
| 5 | Montanhoso |
| 6 | Escarpado |

Figura V.10 - Tabela Relevo

Profundidade - Encontra-se no Oracle



| ID_PROFUNDIDADE | PROFUNDIDADE |
|-----------------|----------------|
| 1 | Raso |
| 2 | Pouco Profundo |
| 3 | Profundo |
| 4 | Muito Profundo |

Figura V.11 - Tabela Profundidade.

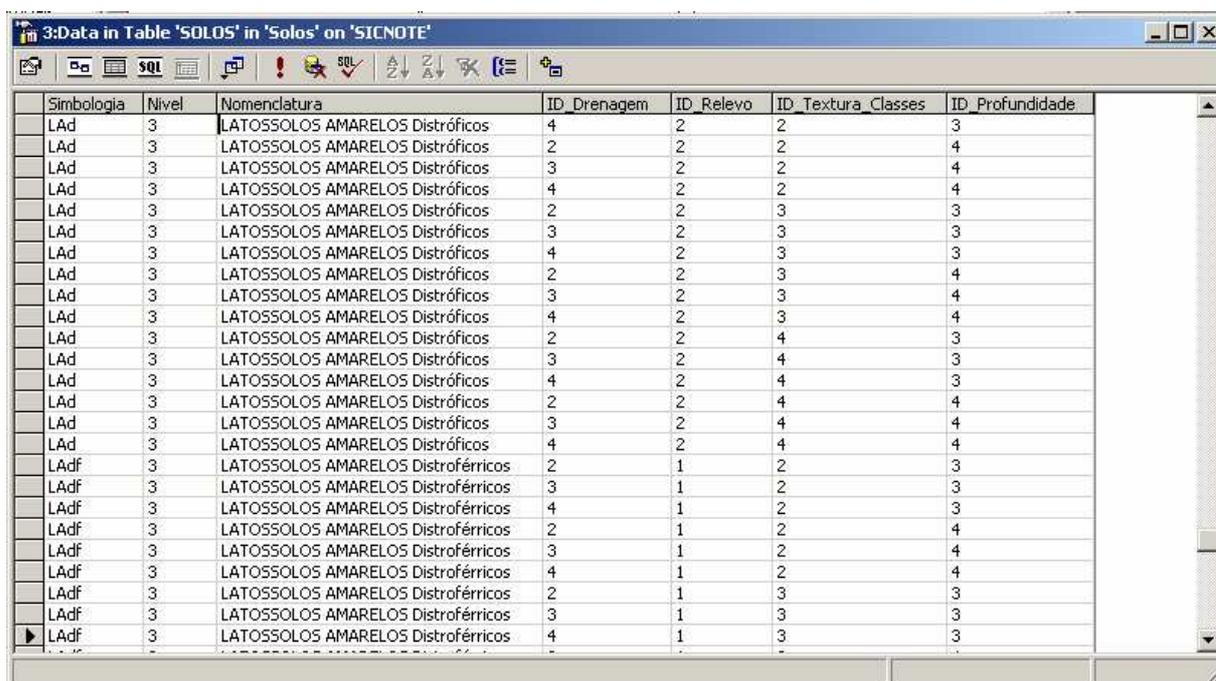
Drenagem – Encontra-se no Oracle



| ID_DRENAGEM | DRENAGEM |
|-------------|-------------------------|
| 1 | Extremamente Drenado |
| 2 | Fortemente Drenado |
| 3 | Acentuadamente Drenado |
| 4 | Bem Drenado |
| 5 | Moderadamente Drenado |
| 6 | Imperfeitamente Drenado |
| 7 | Mal Drenado |
| 8 | Muito Mal Drenado |

Figura V.12 - Tabela Drenagem.

Solos – Encontra-se no SQL Server



| Simbologia | Nivel | Nomenclatura | ID_Drenagem | ID_Relevo | ID_Textura_Classes | ID_Profundidade |
|------------|-------|-----------------------------------|-------------|-----------|--------------------|-----------------|
| LAd | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos | 4 | 2 | 2 | 3 |
| LAd | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos | 2 | 2 | 2 | 4 |
| LAd | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos | 3 | 2 | 2 | 4 |
| LAd | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos | 4 | 2 | 2 | 4 |
| LAd | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos | 2 | 2 | 3 | 3 |
| LAd | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos | 3 | 2 | 3 | 3 |
| LAd | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos | 4 | 2 | 3 | 3 |
| LAd | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos | 2 | 2 | 3 | 4 |
| LAd | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos | 3 | 2 | 3 | 4 |
| LAd | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos | 4 | 2 | 3 | 4 |
| LAd | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos | 2 | 2 | 4 | 3 |
| LAd | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos | 3 | 2 | 4 | 3 |
| LAd | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos | 4 | 2 | 4 | 3 |
| LAd | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos | 2 | 2 | 4 | 4 |
| LAd | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos | 3 | 2 | 4 | 4 |
| LAd | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos | 4 | 2 | 4 | 4 |
| LAdf | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distroféricos | 2 | 1 | 2 | 3 |
| LAdf | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distroféricos | 3 | 1 | 2 | 3 |
| LAdf | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distroféricos | 4 | 1 | 2 | 3 |
| LAdf | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distroféricos | 2 | 1 | 2 | 4 |
| LAdf | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distroféricos | 3 | 1 | 2 | 4 |
| LAdf | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distroféricos | 4 | 1 | 2 | 4 |
| LAdf | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distroféricos | 2 | 1 | 3 | 3 |
| LAdf | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distroféricos | 3 | 1 | 3 | 3 |
| LAdf | 3 | LATOSSOLOS AMARELOS Distroféricos | 4 | 1 | 3 | 3 |

Figura V.13 - Tabela Solos.

Vale ressaltar que quando foi modelada a ontologia *ClassSolos*, além das características morfológicas e de perfil, também foram abordados os atributos diagnósticos, horizontes superficiais e horizontes subsuperficiais. Estas características não estão sendo mencionadas neste

exemplo, pois, uma vez que buscamos informações técnicas referentes ao tipo de solo para determinado cultivo, não é comum trabalhar com estes termos, para a descrição do tipo de solo, pois estes são mais empregados nas definições técnicas que visam o detalhamento das características dos solos no segundo e terceiro níveis.

V.3.4 Utilização do Protótipo do Sistema SIBDAR

Já com todas as informações necessárias em mãos, basta agora trabalhar com sistema proposto (SIBDAR). Uma vez executado o sistema, deveremos seguir os seguintes passos:

1. Efetuar o acesso às bases de dados
2. Definir os relacionamentos
3. Montar os filtros
4. Executar a consulta

A seguir são apresentados os passos definidos acima, para a obtenção da resposta da questão na qual está sendo tratada: *Qual o tipo de solo ideal para o plantio de cítricos?*

V.3.4.1 Efetuando o acesso às Bases de Dados

Como já foi definido, deve-se carregar as tabelas de Textura_Classes, Porosidade_Tamanho_Poros, Drenagem, Relevo, Profundidade e uma tabela denominada solos.

A figura V.14 demonstra a tabela Textura_Classes sendo carregada.

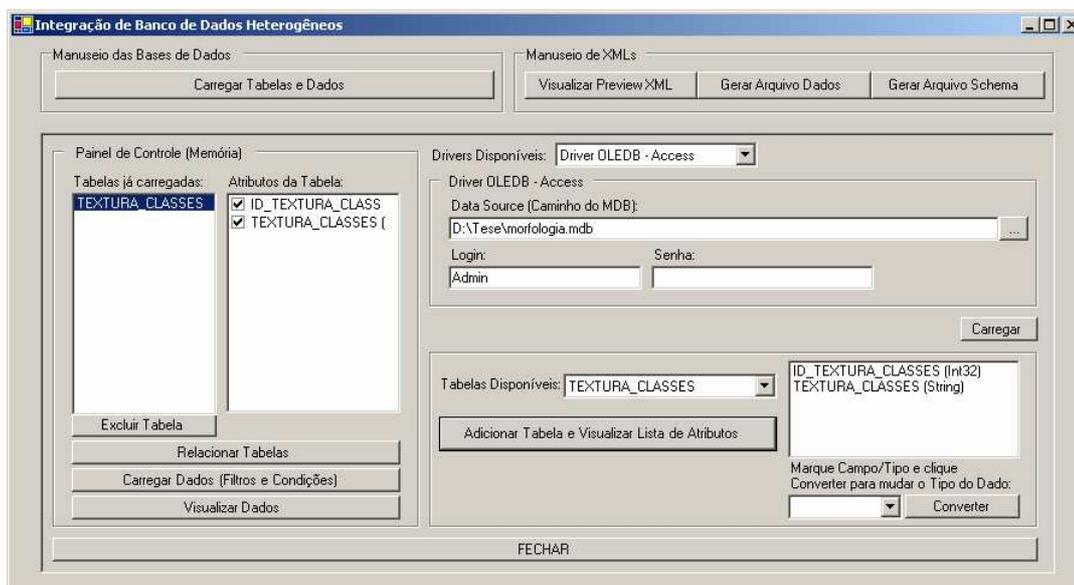


Figura V.14 - Carregando a Tabela Textura_Classes.

V.3.4.2 Definindo os Relacionamentos

Uma vez em todas as tabelas já tenham sido carregadas, o próximo passo é a criação dos relacionamentos. Neste caso deve-se criar os seguintes relacionamentos:

- Solos com Drenagem;
- Solos com Profundidade;
- Solos com Textura_Classes;
- Solos com Relevo;
- Solos com Porosidade_Tamanho_Poros.

Os relacionamentos devem ser criados a partir dos campos chaves de cada tabela.

Na figura V.15 é possível visualizar a criação do relacionamento da tabela Solos com Profundidade.

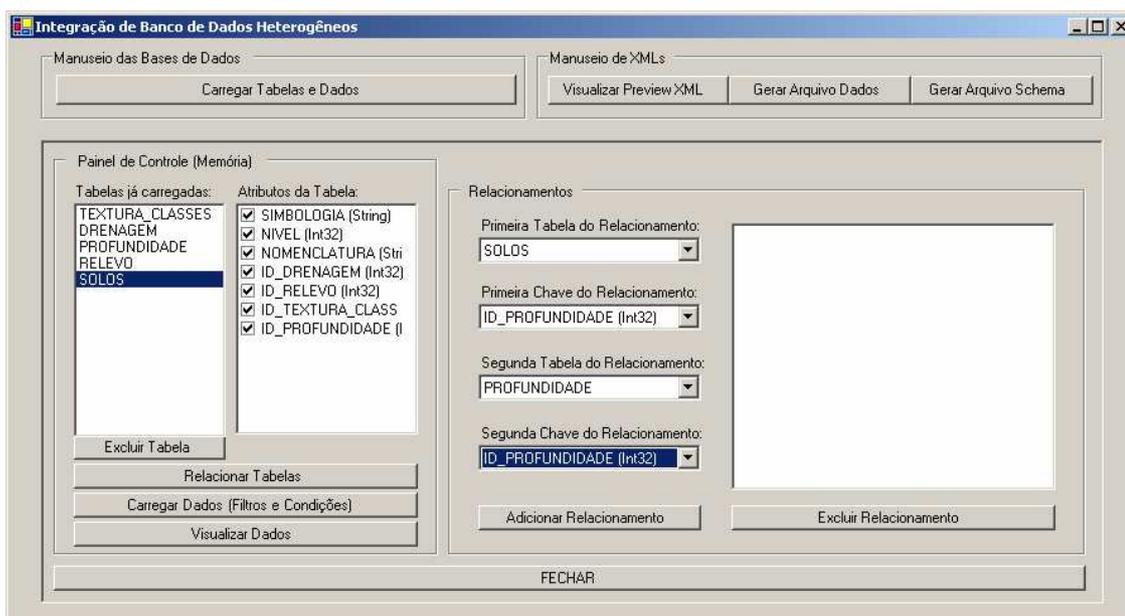


Figura V.15 - Criando o Relacionamento da Tabela Solos com Profundidade.

A figura V.16 apresenta todos os relacionamentos criados.

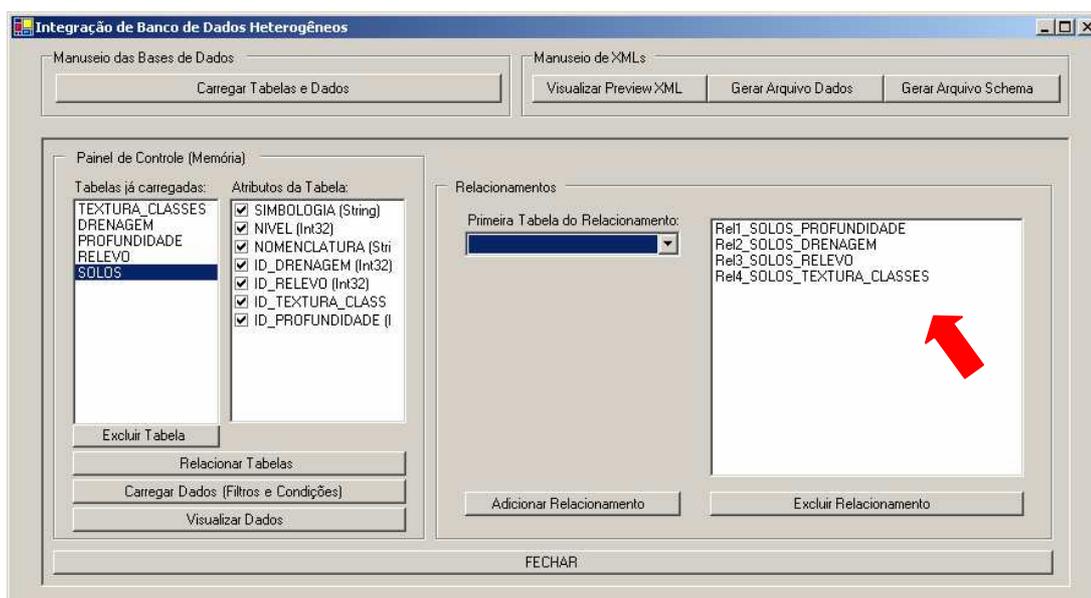


Figura V.16 - Todos os Relacionamentos Criados.

V.3.4.3 Montando os Filtros

Agora é preciso construir os filtros necessários para a obtenção do resultado final. Neste caso será necessária a criação dos seguintes filtros:

- Selecionar todos os tipos de solos cuja:
 - Textura seja arenosa ou média ou argilosa e
 - Relevo seja plano ou suave ondulado ou ondulado e
 - Profundidade seja pouco profundo ou profundo e
 - Drenagem seja fortemente drenado ou acentuadamente drenado ou drenado ou bem drenado.

A construção destes filtros é bem complexa, devido ao grande número de possibilidades a serem pesquisadas. A seguir é demonstrado passo a passo a criação dos respectivos filtros. Tomaremos como ponto de partida que a tabela solos estará selecionada no *Painel de Controle*.

1. Selecionar os tipos solos que possuem textura arenosa.

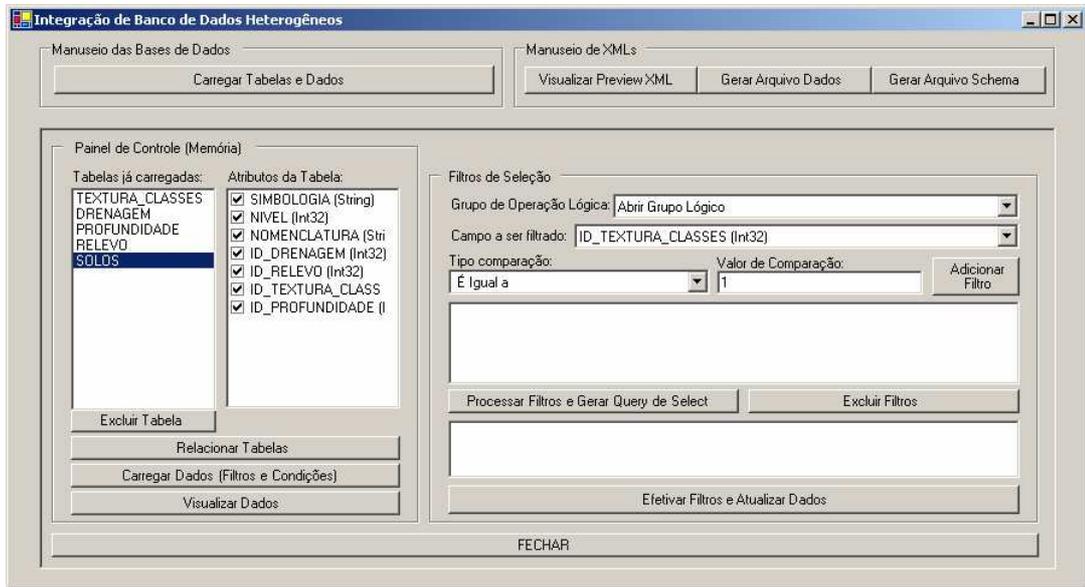


Figura V.17 - Selecionando os solos com Textura Arenosa.

2. Ou Textura média.

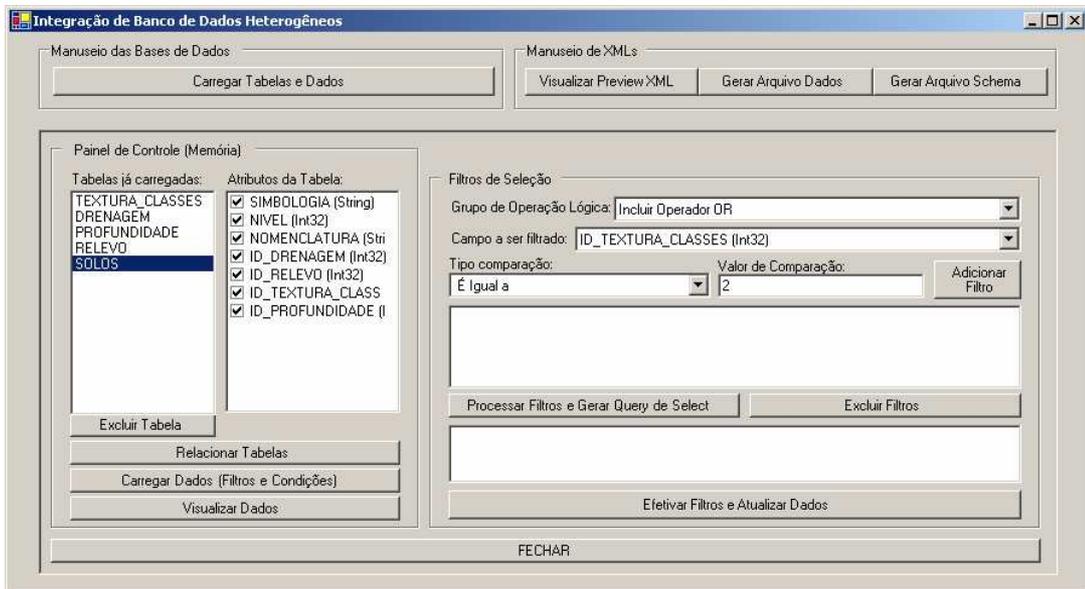


Figura V.18 - Selecionando os solos com Textura Média.

3. Ou Textura Argilosa.

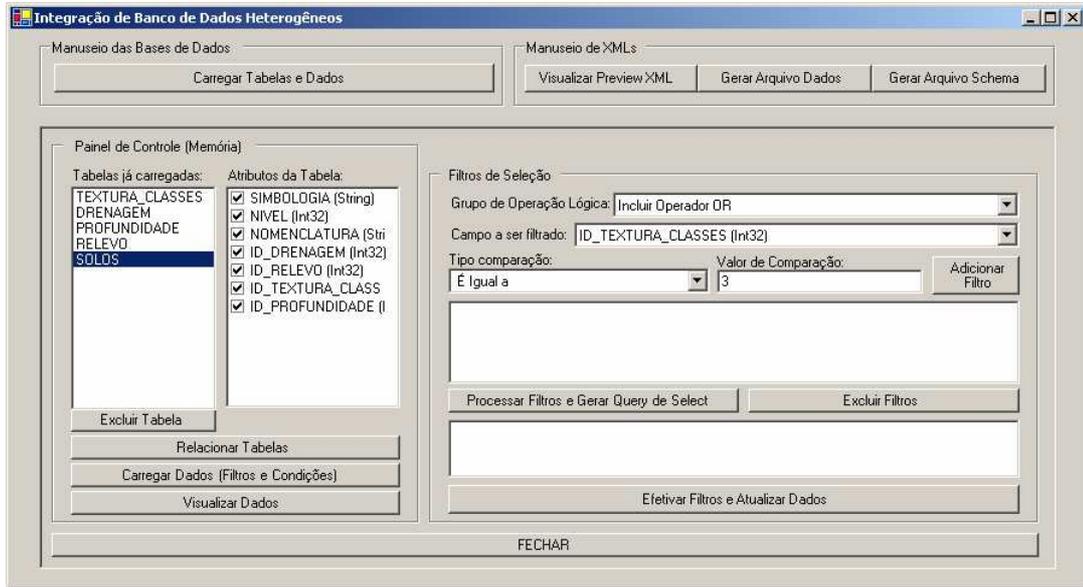


Figura V.19 - Selecionando os solos com Textura Argilosa.

4. Selecionar os tipos solos que possuem relevo plano.

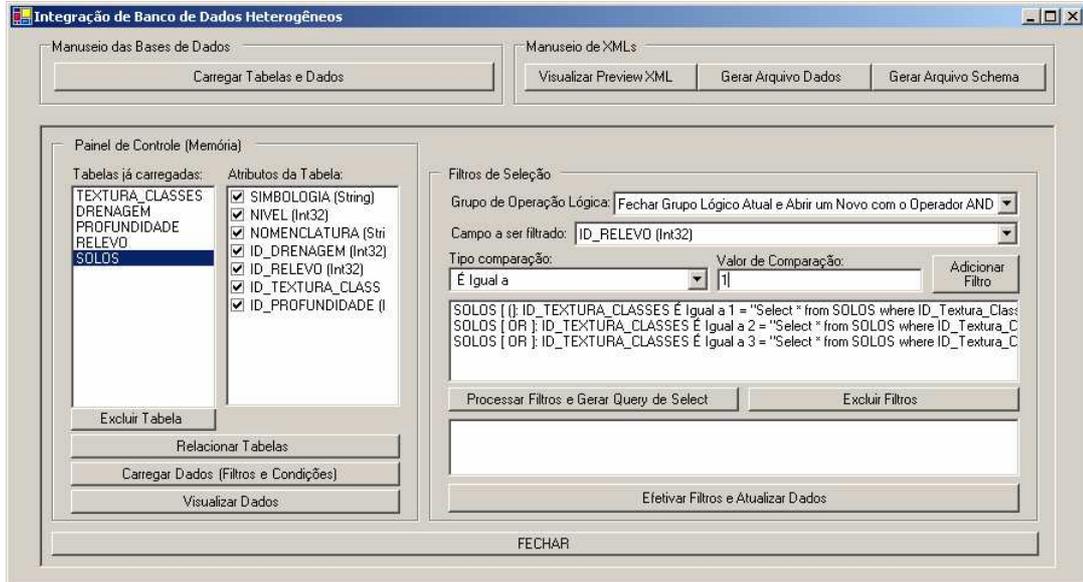


Figura V.20 - Selecionando os solos com Relevo Plano.

5. Ou Relevo suave ondulado.

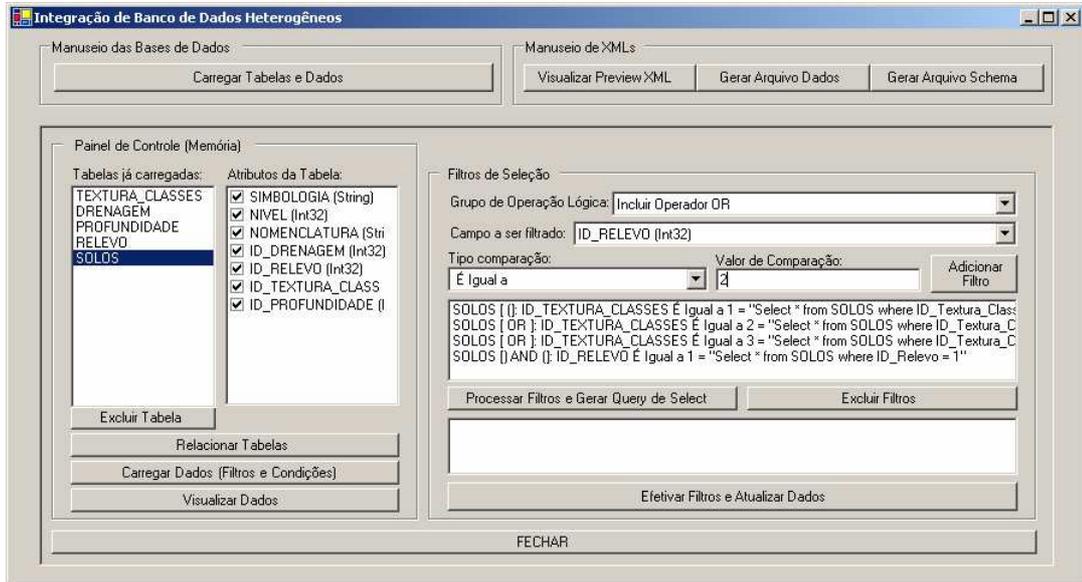


Figura V.21 - Selecionando os solos com Relevo Suave Ondulado.

6. Ou Relevo ondulado.

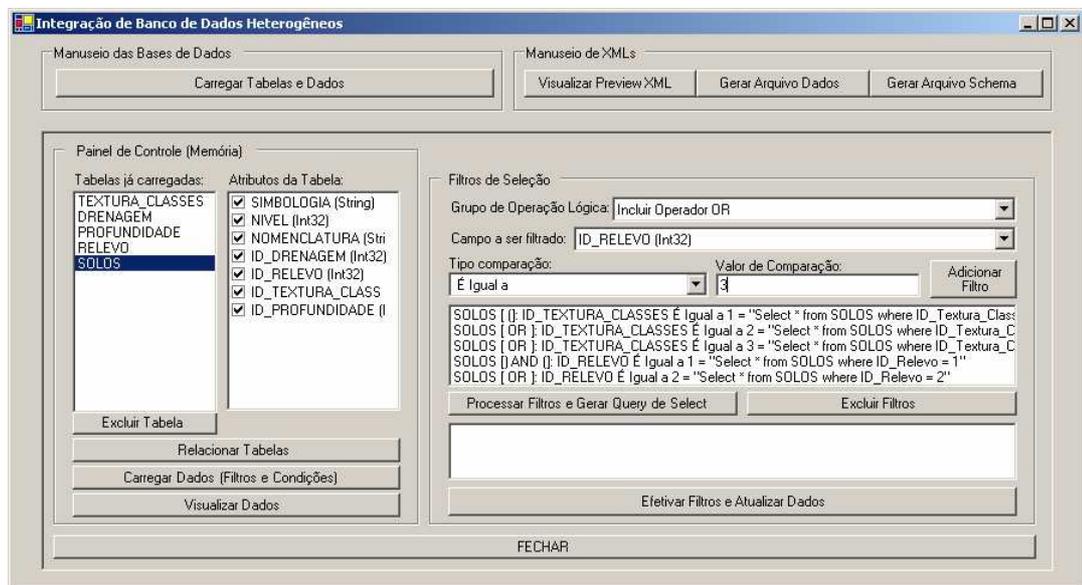


Figura V.22 - Selecionando os solos com Relevo Ondulado.

7. Selecionar os solos que possuem Profundidade igual a pouco profundo.

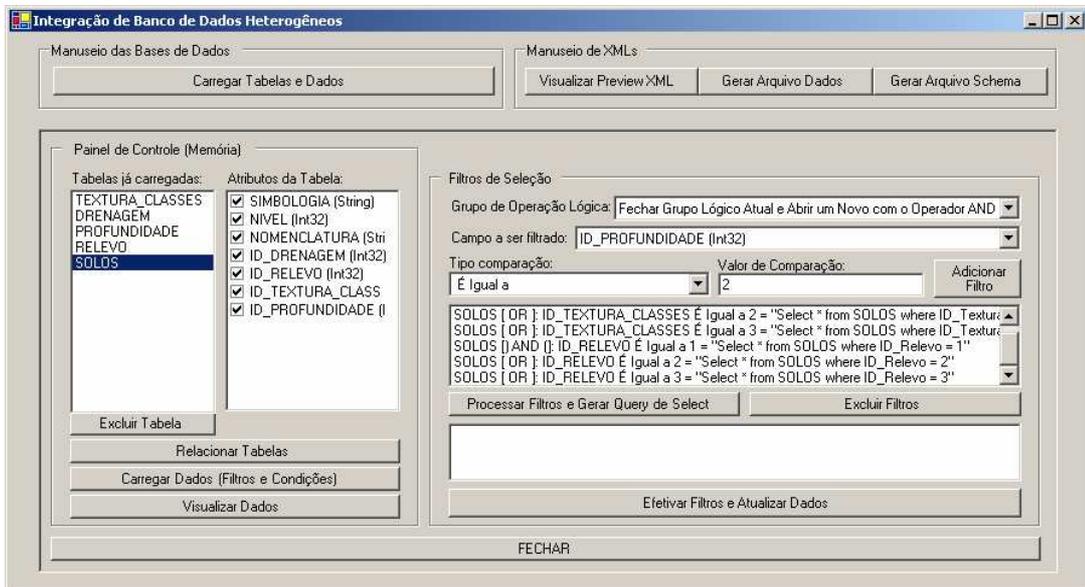


Figura V.23 - Selecionando os solos com Profundidade igual a Pouco Profundo.

8. Ou Profundidade igual a Profundo.

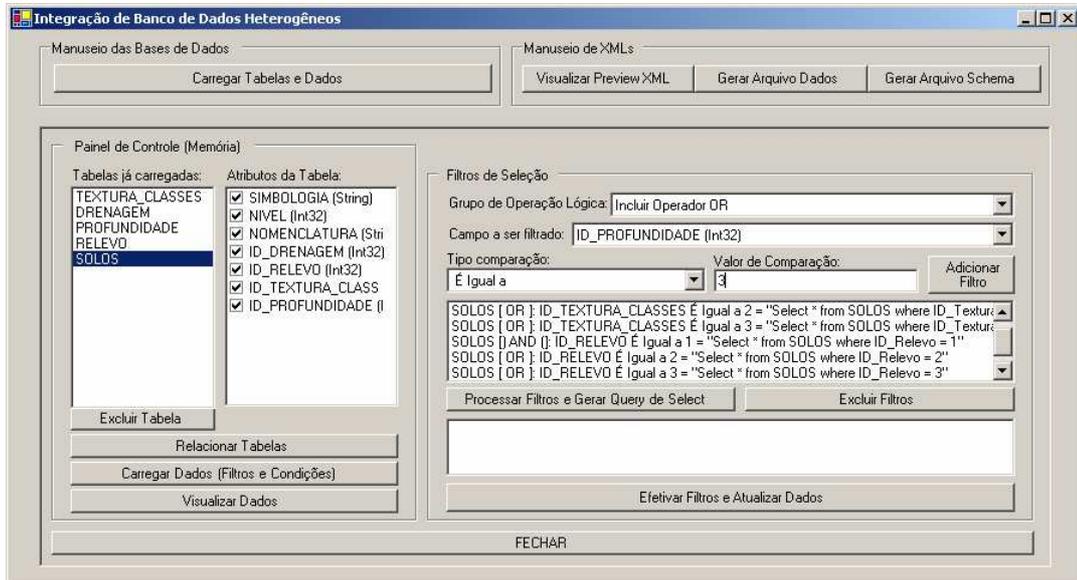


Figura V.24 - Selecionando os solos com Profundidade igual a Profundo.

9. Seleccionar os tipos solos que possuem Drenagem igual à Fortemente Drenado.

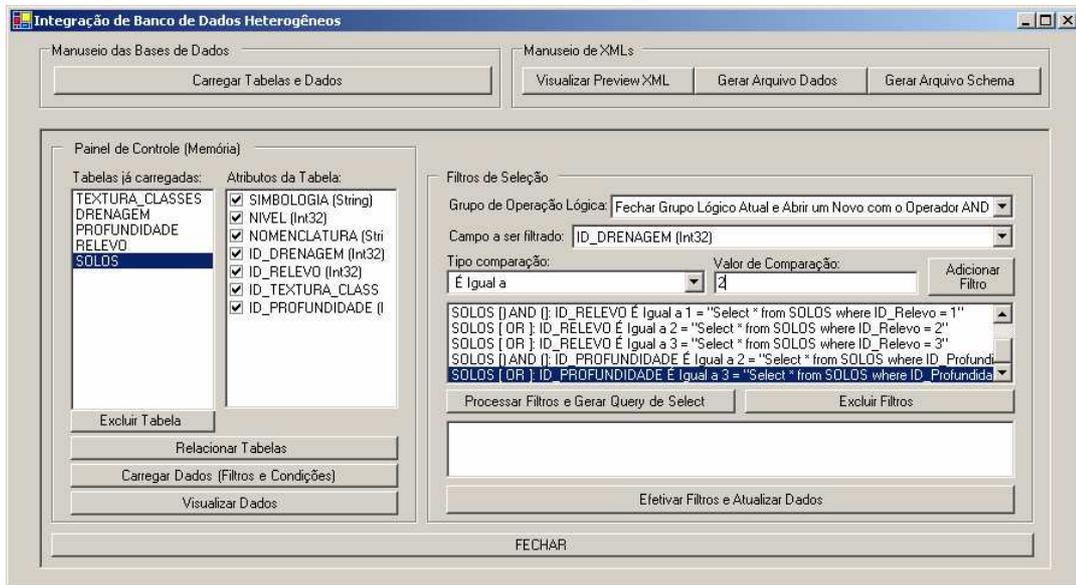


Figura V.25 - Seleccionando os solos com Drenagem igual a Fortemente Drenado.

10. Ou Drenagem igual à Acentuadamente Drenado.

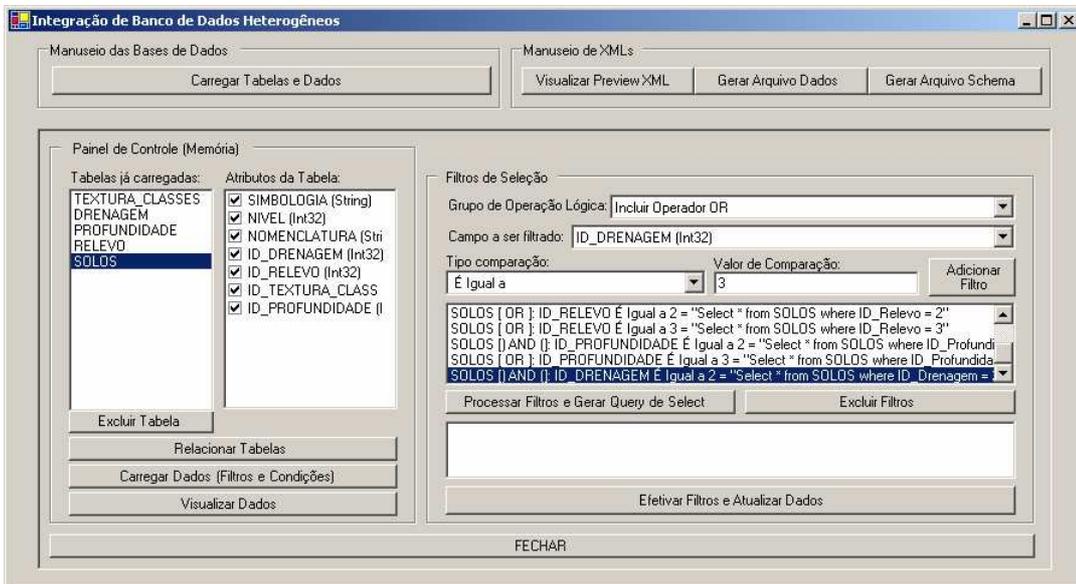


Figura V.26 - Seleccionando os solos com Drenagem igual a Acentuadamente Drenado.

11. Ou Drenagem igual à Bem Drenado.

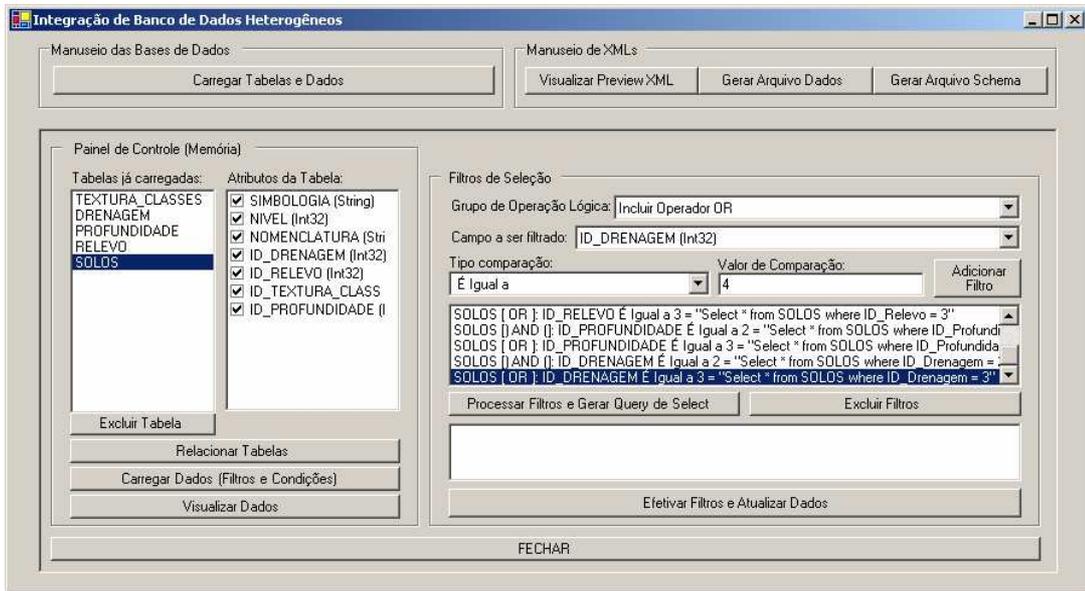


Figura V.27 - Selecionando os solos com Drenagem igual a Bem Drenado.

12. Finalizar o Filtro

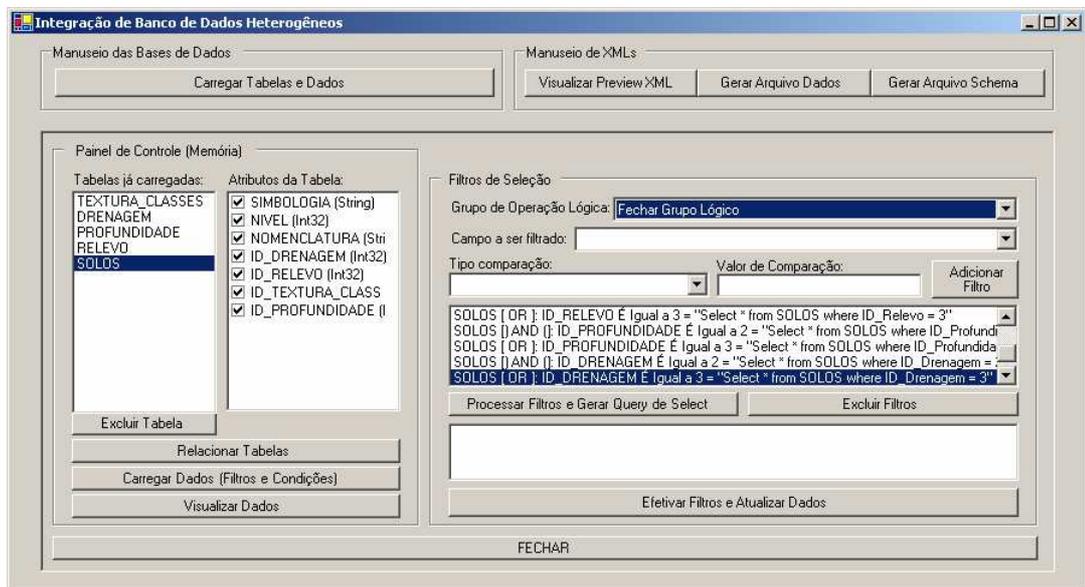


Figura V.28 - Finalizando o Filtro.

Lembrando que a qualquer momento é possível visualizar como está ficando a construção da consulta, bastando simplesmente acionar o botão *Processar Filtros e Gerar Query de Select*. A figura V.29 permite visualizar como ficou a *query de select*.

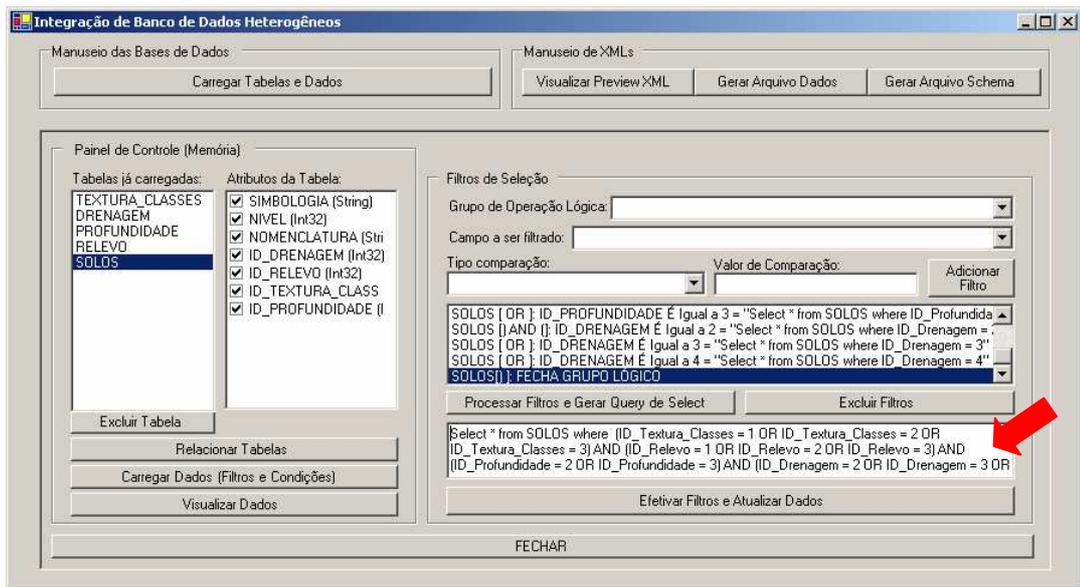


Figura V.29 - Visualizando a Query de Select.

V.3.4.4 Resultado

Uma vez em que todos os filtros foram devidamente criados basta agora carregá-los, através da opção *Efetivar Filtros e Atualizar Dados*. Automaticamente irá aparecer o resultado.

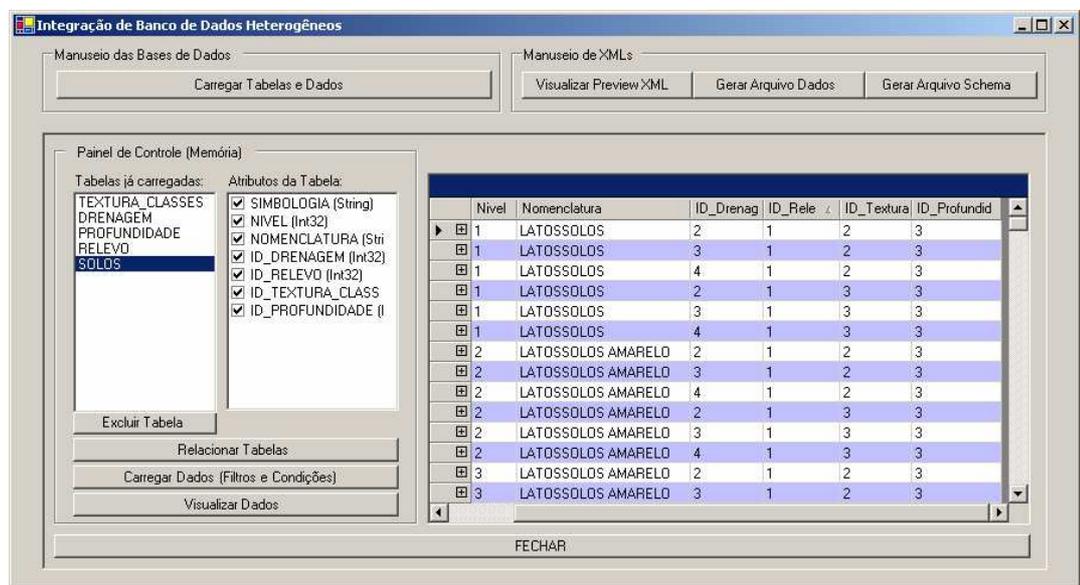


Figura V.30 - Resultado Final.

Obtemos como resposta, que o LATOSSOLOS e seus determinados níveis de classificação são os tipos ideais para o plantio de cítricos.

Lembrando que os bancos de dados modelados foram gerados a partir da ontologia *ClassSolos*, e uma vez que a falta de padronização dos termos para definir as características dos solos dificulta o desempenho das consultas, uma vez que para ALISSOLOS utilizou-se o termo profundidade, e para o NEOSSOLOS não foi utilizado este termo.

Vale ressaltar que o objetivo da modelagem da ontologia foi identificar o tipo de solo para o plantio de cítricos. Assim, não necessariamente está sendo dito que todas essas áreas são propícias ao plantio de cítricos. Para obtermos uma resposta mais precisa é necessário ter um detalhamento maior dos termos ontológicos de solos e o cruzamento com outras informações importantes, tais como: clima, sócio econômico, escoamento da produção, entre outras.

V.4 Conclusões

Havendo um determinado domínio modelado ontologicamente, a integração das bases dados que a ele se referem, principalmente quando estas se encontram em banco de dados heterogêneos se torna mais simples, já que o grande vilão para o alcance de interoperabilidade é o reconhecimento da semântica dos termos e isto já foi resolvido com a utilização de ontologias. A semântica de conceitos de diversos domínios é capturada por suas ontologias, isto é, por seus termos existentes e as relações entre eles.

De forma a exemplificar os conceitos abordados nos capítulos anteriores, foi modelado um estudo de caso na área de solos, com o objetivo de identificar os tipos de solos para o plantio de cítricos.

Ao iniciar os estudos sobre o domínio de solos, ficou clara a importância da necessidade da modelagem de uma ontologia neste domínio, devido ao fato de não haver nenhuma preocupação com os termos empregados, já que cada um define as características dos solos de acordo com seus interesses, ficando assim muito difícil integrar bases de dados heterogêneas, pois serão muitos os problemas com conflitos semânticos.

Entretanto, o desenvolvimento das ontologias não é uma atividade trivial. O desenvolvedor deve combinar criatividade com o treinamento apropriado na tecnologia de representação utilizada e um sólido domínio do campo de conhecimento no qual esteja trabalhando. O processo de validação de uma ontologia requer a classificação de um conjunto

representativo de objetos, sendo normalmente longo e complexo.

As ontologias devem conter termos associados às mais diversas características que podem representar fatos ou situações do mundo real, relacionados a cada um deles e que a partir de um simples fato, vários outros fatos podem ser inferidos ao termo de uma forma automática.

Utilizando as definições do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos [67] e o Manual de descrição e coleta de solos no campo, de Lemos e Santos [66], foi desenvolvida a ontologia proposta, mas devido às dificuldades já mencionadas essa ontologia poderá ser melhorada através de um estudo muito amplo sobre solos e com os especialistas no assunto.

Apesar das dificuldades encontradas na coleta e organização do conhecimento no domínio dos solos, mostramos que as ontologias podem dar suporte à integração de bases de dados heterogêneas, resolvendo os conflitos semânticos não resolvidos com outras soluções apresentadas (neste sentido, ver capítulos II e III).

A classificação definitiva de um solo é concluída somente após o recebimento de todas as análises laboratoriais referentes ao perfil, quando é muito importante um reajuste nas designações dos horizontes colocadas no campo, de acordo com os resultados das análises de laboratório.

Com o protótipo do sistema desenvolvido, SIBDAR, foi possível o acesso às respectivas bases de dados a elaboração de consultas para a identificação do solo ideal para o plantio de cítricos. Lembrando mais uma vez que para a obtenção de uma resposta mais precisa se faz necessário à combinação de outros elementos que envolvem o conceito de aptidão agrícola, tais como clima, escoamento de produção, nível sócio econômico, entre outros.

CAPÍTULO VI

Conclusão

A informação é um elemento essencial para apoiar o planejamento e a tomada de decisão. Nos dias atuais, os sistemas de bancos de dados são sistemas vitais para o acesso à informação. No entanto, o surgimento e consolidação de diferentes sistemas de gerenciamento de bancos de dados acarretaram problemas sérios, entre eles os de interoperabilidade. Nesta dissertação, analisamos os problemas de interoperabilidade em bancos de dados heterogêneos e verificamos que tem sido proposta uma série de soluções. Destacamos, para aprofundar, duas delas: o desenvolvimento de um esquema global e a construção de ontologias.

A solução empregando um esquema global resolve os problemas de heterogeneidade sistêmica, sintática e estrutural e pode ser útil em muitos casos. Desenvolvemos um protótipo (SIBDAR) a partir da idéia de um esquema global e mostramos como ele pode ser proveitoso. O SIBDAR permite o acesso às tabelas em seus respectivos SGBDHs, trabalhando assim com o conceito de banco de dados virtual, ou seja, criando na memória do sistema apenas uma referência às informações das tabelas contidas nestes bancos de dados e, uma vez carregados os dados, a conexão é desfeita.

O desenvolvimento deste protótipo é uma das contribuições de nossa dissertação, pois com ele testamos a adequação de uma tecnologia comercial disponível para a integração de bancos de dados desenvolvidos em plataformas de *software* diferentes.

Mas, como apresentado, a construção de um esquema global não garante a solução para o problema de heterogeneidade semântica. Para este tipo de problema, propusemos a construção de ontologias. Com elas, é possível representar informações que refletem um entendimento semântico comum das diversas situações do mundo real.

O estudo da utilização das ontologias para a solução dos problemas de integração de bancos de dados heterogêneos é outra contribuição da dissertação. Estudando especificamente um problema da área de geomática, que é a integração das diferentes bases de dados heterogêneas disponíveis, vimos que as ontologias potencialmente resolvem os conflitos semânticos.

O estudo de caso proposto visa à integração de bases de dados distintas, trabalhando com

o conceito de ontologias. Para isto foi elaborada a seguinte situação: Dada às características do solo desejáveis para o cultivo de uma determinada espécie vegetal deseja-se responder (de forma automática, via SIBDAR) quais os tipos de solo são mais adequados para o cultivo da espécie em questão, no nosso caso foi escolhido o plantio de cítricos.

Vimos logo no início do levantamento do domínio de solos para a modelagem da ontologia, que a semântica de um termo pode variar de um contexto para outro, de um lugar para outro e mesmo de uma pessoa para outra. Por isto, durante o desenvolvimento da ontologia de solos foram utilizadas com referências o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos [67] e o Manual de descrição e coleta de solos no campo, de Lemos e Santos [66].

Com a ontologia de solos modelada, foram criados bancos de dados distintos, de acordo com os termos ontológicos definidos. Em seguida, foram levantadas as informações técnicas para o plantio de cítricos, via Embrapa [68], e estas foram utilizadas no SIBDAR, para a obtenção do tipo de solo.

Vale a pena ressaltar que a ênfase da dissertação é na utilização de ontologias para resolver o problema dos bancos de dados heterogêneos, principalmente a nível de interoperabilidade dos diversos esquemas. Por isso os aspectos relacionados ao controle de concorrências e gerenciamento de transações, que envolvem profundos conhecimentos de programação concorrente não são abordados no SIBDAR. A maioria dos SGBDs já trata internamente a concorrência de usuários na consulta de dados e, como o sistema em questão não edita e nem inclui dados nas tabelas consultadas, os conceitos de concorrência e transações não foram abordados no sistema.

Dentre as limitações do sistema SIBDAR podemos destacar a questão relacionada com a construção de filtros em que há a necessidade da combinação de várias tabelas para efetivação dos filtros. Uma vez as tabelas importadas dos diversos SGBDs pelo sistema, este passa a trabalhar com o conceito de bancos de dados virtuais (ver capítulo IV), permitindo assim, agrupar as informações e criar referências entre elas, desde os relacionamentos e até mesmo filtrar informações de cada tabela referenciada individualmente, porém não permitindo filtrar informações combinando atributos de tabelas distribuídas.

Como solução para a limitação apresentada há duas maneiras de se trabalhar na evolução do sistema. Uma delas, a mais simples, seria a criação de uma tabela tipo “estrela”, que representa a combinação de todos os relacionamentos possíveis do tipo N:N das tabelas consultadas, mantendo apenas as tabelas “de atributos” em bases de dados distintas.

A outra solução seria desenvolver dentro da aplicação todas as características e

funcionalidades de um gerenciador de banco de dados, de forma em que o sistema em si tivesse a capacidade de importar para sua memória todos esses dados distribuídos, possibilitando referenciá-los e combina-los para a obtenção dos resultados desejados. Resumindo, teria que se criar uma camada adicional de gerenciamento em todos os bancos de dados existentes.

A solução utilizada no estudo de caso da aptidão dos solos para o plantio de cítricos foi a criação da tabela “estrela”. Neste caso, foi criada a tabela solos. Apesar da segunda solução ser mais eficiente, como sistema, ela não iria tornar o sistema mais efetivo para a demonstração da proposta da dissertação.

Ao trabalhar com ontologias é necessário, no entanto, que haja a adesão das diferentes comunidades de desenvolvedores e usuários das bases de dados a um vocabulário comum. Os vocabulários empregados pelas diferentes comunidades devem, necessariamente, nortear a modelagem das futuras bases de dados, de forma que as classes, entidades e atributos sejam nomeados segundo os termos das ontologias, independentemente dos ambientes de programação utilizados na implementação dos bancos de dados.

A questão da interoperabilidade vem sendo trabalhada na tentativa de buscar soluções para os diferentes níveis: sintáticos e semânticos. Na área de SIGs podemos destacar:

- O consórcio OpenGIS - tem como objetivo definir conceitos relativos a Sistemas Abertos de Informação Geográfica e desenvolver um conjunto de requisitos, padrões e especificações que o suportem.
- FGDC (*Federal Geographic Data Committee*) - é um comitê entre agências, que promove a coordenação do uso, troca e disseminação de dados espaciais nos EUA;

Mesmo com todas as iniciativas do uso de padrões para se obter a interoperabilidade, elas não são completamente aceitas. Já que a heterogeneidade aparece espontaneamente de um mercado livre, não é possível bani-la por decreto [69]. O uso de tradutores semânticos em abordagens dinâmicas é uma ferramenta mais poderosa do que as abordagens atuais baseadas em padrões [70].

Trabalhos Futuros

Para se obter melhoria no desempenho e criar novas funcionalidades e compartilhar o uso com um maior número de usuários o sistema poderia ser migrado para o ambiente WEB, migrando o sistema de VB.NET, para ASP.NET com a utilização da tecnologia ActiveX.

Dentre as novas funcionalidade poderia ser criada uma classificação automática de solos

realizada por sensoriamento remoto e, juntamente com outras informações disponíveis (recursos hídricos, clima, escoamento de produção, entre outros) e das “exigências das espécies vegetais”, poder-se-ia traçar um mapa da aptidão agrícola para uma determinada região.

Uma vez que o sensoriamento remoto, hoje, é uma tecnologia aplicada em diversas áreas, principalmente no que diz respeito ao meio ambiente, o emprego desta tecnologia na área de solos visaria avaliar a eficácia do tratamento digital de imagens como as do TM/LANDSAT-5, como ferramenta para o mapeamento dos solos [71]. Deste modo o mapa de reconhecimento de solos refletiria os resultados da integração dos dados da classificação automática e complementação visual, com os dados de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CHUNG, C.. *DATAPLEX: An Access to Heterogeneous Distributed Databases*. Communications of the ACM. New York, v.33, n.1, Jan. 1990.
- [2] SHETH, A.; LARSON, J.. *Federated Database Systems for Managing Distributed, Heterogeneous and Autonomous Databases*. ACM Computing Surveys, New York, v.22, n.3, Sept. 1990.
- [3] BRIGHT, M.; HURSON, A.; PAKZAD, S.. *A taxonomy and current issues in multidatabase systems*. Computer, v.25, n.3, 1992.
- [4] THOMAS, G. et al. *Heterogeneous Distributed Database Systems for Production Use*. In: ACM Computing Surveys, v.22, Set. 1990.
- [5] BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O.. *The Semantic Web*. Scientific American, 2001.
- [6] DECKER, S.; MELINK, S.; HARMELEN, F.S.; FENSEL, D.; KLEIN, M.; BROEKSTRA, J.. *The Semantic Web: The Roles of XML and RDF*. IEEE Internet Computing. Sep./Oct. 2000.
- [7] FONSECA, F.; EGENHOFER, M.. *Sistemas de Informação Geográficos Baseados em Ontologias*. Informática Pública 1 (2): 47-65, 1999.
- [8] CHEN, A.L.P.; TSAI, P.S.M.; KOH, J-L.. *Identifying Object Isomerism in Multidatabases Systems*. Taiwan: National Tsing Hua University, 1993.
- [9] ÖZSU, M. T.; VALDURIEZ, P.. *Principles of Distributed Database Systems*. Prentice-Hall, Inc. 1991.
- [10] RAM, S.. *Guest Editor's Introduction: Heterogeneous Distributed Databases Systems*. IEEE Computer. v.24, n.12, Dec. 1991.
- [11] BATINI, C.; LENZERINI, M.; NAVATHE, S.B.. *A Comparative Analysis of Methodologies for Database Schema Integration*. ACM Computing Surveys. Dec. 1986.

- [12] DÃO, S.; KERSEY, D.M.; WILLIAMSON, R.; GOLDMAN, S.; DOLAN, C.P.. *Smart data dictionary: A knowledge-object-oriented approach for interoperability of heterogeneous information management systems*. In First International Workshop on Interoperability in Multidatabase Systems, pages 88-91, Kyoto, April 1991. IEEE Computer Society Press.
- [13] URBAN, S.D.. *A semantic framework heterogeneous database environments*. In First International Workshop on Interoperability in Multidatabase Systems, pages 156-163, Kyoto-Japan, Apr. 1991. IEEE Computer Society Press.
- [14] URBAN, S. D.; WU. J.. *Resolving semantic Heterogeneity Through the Explicit Representation of Data Model*. SIGMOD RECORD, Dec. 1991.
- [15] YU, C.; SUN, W.; DAO, S.; KEIRSEY, D.. *Determining Relationships Among Attributes for Interoperability in Multidatabase Systems*. In First International Workshop on Interoperability in Multidatabase Systems. IEEE Computer Society Press. Abril 1991.
- [16] YU, C.; JIA, B.; SUN, W.; DAO, S.. *Determining Relationships Among Names in Heterogeneous Databases*. SIGMOD RECORD, Dec. 1991.
- [17] FRANCALANCI, C.; PERNICI, B.. *View Integration: A survey of current developments*. Technical Report 93-053. Departamento di Elettronica e Informazione – Politecnico di Milano. 1993.
- [18] JOHANNESSON, P.. *Schema Transformation as an aid in View Integration*. In C. Rolland, F. Bodart, and C. Cauvet, editors. Advanced Information Systems Engineering – 5th International Conference, CAISE'93, number 685 in Lecture Notes in Computer Science. Springer Verlag, Junho 1993.
- [19] SALTOR,F.; CASTELLANOS, M.; GARCIA-SOLACO, M.. *Suitability of data models as canonical models for federated databases*. SIGMOD RECORD, Dec. 1991.

- [20] ELIASSEN, F.; KARLSEN, R.. *Interoperability and Object Identity*. SIGMOD RECORD, Dez 1991.
- [21] TARI, Z.. *Interoperability Between Database Models*. In E.J. Neuhold D.K. Hsiao and R. Sacks Davis, editors. *Interoperable Database Systems*. Elsevier Science Publisher B.V., 1993.
- [22] SALTOR, F.; CASTELLANOS, M.; GARCIA-SOLACO, M.. *A canonical model for the interoperability among object-oriented and relational databases*. In U. Dayal M.T. OZSU and P. Valduriz, editors. *Distributed Object Management*, pages 309-314. Morgan Kaufmann Publishers. San Mateo. California.
- [23] CASTELLANOS, M.; SALTOR, F.. *Semantic Enrichment of Database Schema: Na Object Oriented Approach*. In First International Workshop on Interoperability in Multidatabase Systems. IEEE Computer Society Press. April 1991.
- [24] HEILER, S.; SIEGEL, M.; ZDONIK, S.. *Heterogeneous Information Systems: Understanding Integration*. In First International Workshop on Interoperability in Multidatabase Systems. IEEE Computer Society Press. April 1991.
- [25] SPACCAPIETRA, S.; PARENT, C.; DUPONT, Y.. *Model Independent Assertions for Integration of Heterogeneous Schemas*. VLDB Journal. 1992.
- [26] LARSON, J.; NAVATHE, S.; ELMASRI, R.. *A Theory of Attribute Equivalence In Databases with Application to Schema Integration*. IEEE Transaction on Software Engineering, New York, v.15, n.4, April 1989.
- [27] KIM, W.; SEO, J.. *Classifying Schematic and Data Heterogeneity in Multidatabase Systems*. Computer, Los Alamitos, v.24, n.12, p.12-18, Dec. 1991.

- [28] REDDY, M.P. et. al. *A Methodology for Integration of Heterogeneous Databases*. IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering, New York, v.6,n.6, Julho 1992.
- [29] SPACCAPIETRA, S.; PARENT, C.. *View Integration: a Step Forward in Solving Structural Conflits*. In: IEEE TKDE, Oct. 1993.
- [30] LIM, E.; PRABHAKAR, S.. *Entity Identification in Database Integration*. In: IEEE INTERN. CONF. on data engineering, 9., 1993.
- [31] CHATTERJEE, A.; SEGEV, A.. *Data Manipulation in Heterogeneous Databases*. SIGMOD Record, New York, v.20, n.4, p.64-68, Dec. 1991.
- [32] KOH, J.; CHEN, A. L. P.. *Integration of Heterogeneous Object Schemas*. In:INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENTITY-RELAITONSHIP APPROACH, Dec. 1993.
- [33] HAYNE, S.; RAM, S.. *MultiUser View Integration System [Muvis]: Expert System for View Integration*. In: INTERN. CONF. ON DATA ENGINEERING, 1990.
- [34] LIM, E.; SRIVASTAVA, J.; SHEKHAR S.. *Resolving Attribute Incompatibility in Database Integration: Na Evidential Reasoning Approach*. In: IEEE INTERN. CONF. ON DATA ENG., 10., Houston, USA1994.
- [35] ELIASSEN, F.; KARLSEN, R.. *Interoperability and Object Identity*. SIGMOD Record, New York, v.20, n.4, p.25-29, Dec. 1991.
- [36] KEN, W.. *Solving Domain Mismatch and Schema Misatch Problems with an Object-Oriented Database Programming Language*. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON VERY LARGE DATABASES, 7., Spt.3-6, 1991, Barcelona, Spain. Proceedings... San Diego Mateo: Morgan-Kaufmann, 1991.
- [37] BRIGHT, M.W.; HURSON, A.R.; PAKZAD, S.H.. *A Taxonomy and Current Issues in Multidatabase Systems*. Computer, Março 1992.

- [38] KAMEL, M.N.; KAMEL,N.. *Federated Database Management System: Requirements, Issues and Solutions*. Computer Communications. May 1992.
- [39] AHMED, R.; SMEDT, P.; DU, W.; KENT, W.; KETABCHI, M. A.; ITWIN, W. A.; RAFII, A.; SHAN, M.. *The Pegasus Heterogeneous Multidatabase*. System. IEEE Computer. V.24, N. 12, Dez. 1991.
- [40] AHMED, R.; ALBERT, J.; DU, W.; KENT, W.; LITWIN, W. A.; RAFII, A.; SHAN, M.. *An Overview of Pegasus*. *Proceedings of Third International Workshop on Research Issues in Data Engineering*. RIDE-IMS'93. IEEE Computer Society Press. Vienna, Austria, Abr. 1993.
- [41] UCHÔA, E.. *HEROS - Um Sistema de Banco de Dados Heterogêneos: Integrando Esquemas*, 11/02/94.
- [42] FREDERES, S.; RIBEIRO, C.; OLIVEIRA, J.. *Ferramenta de Apoio a Conversão de Esquemas Conceituais Heterogêneos*. Symposium on Software Technology - SoST 1999, Buenos Aires, Argentina, Sept. 8-9, 1999.
- [43] FONSECA, F.; EGENHOFER, M.; BORGES, K.. *Ontologias e Interoperabilidade Semântica entre SIGs*. Disponível em <http://www.geoinfo.info/geoinfo2000/papers/011.pdf>.
- [44] GRUBER, T. R.. *What is an ontology?* Disponível em <http://www.ksl.stanford.edu/what-is-ontology.html>, 1993.
- [45] GUARINO, N.. *Semantic Matching: Formal Ontological Distinctions for Information Organization, Extraction, and Integration*. in: M. Pazienza, (Ed.) *Information Extraction: A*, 1997.
- [46] STABB, S.; ANGELE, J.; DECKER, S.; ERDMANN, M.; HOTHO, A.; MAEDCHE, A.; SCHNURR, P.; STUDER, R.; SURE, Y.. *SemanticCommunity Web Portals*. University of Karlsruhe. Germany, 2000.

- [47] HANDSCHUH, S.; MAEDCHE, A.; STOJANOVIC, L.; VOLZ, R.. *The Karlsruhe Ontology and Semantic Web Infrastructure*. Disponível em <http://kaon.semanticWeb.org/kaon/white-paper.pdf>, 2001
- [48] MELLO, R.; DORNELES, C.; KADE, A.; BRAGANHOLO, V.; HEUSER, C.. *Dados Semi-Estruturados*. Simpósio Brasileiro de Banco de Dados, 15., 2000, João Pessoa, PB. Anais.
- [49] GRUBER, T. R.. *A Translation Approach to Protoble Ontology Specification*. Knowledge Acquisition 5: 199 – 220, 1993.
- [50] NOY, F. N.; GUINNESS, D. L.. *Ontology development 101: a guide to create your first ontology*. Disponível em <http://ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness.doc>>. Acesso em: 04/maio/2001.
- [51] GÓMEZ-PÉREZ, A.. *Evaluation of taxonomic knowledge in ontologies and knowledge bases*. In: TWELFTH WORKSHOP ON KNOWLEDGE ACQUISITION, MODELING AND MANAGEMENT, 12., Alberta, Canadá. [S. l : s. n.], 1999.
- [52] NOY, N.F.; HAFNER, C. D.. *The State of the Art in Ontology Design*, AI Magazine, 18(3):53---74, 1997.
- [53] USCHOLD, M.; GRUNINGER, M.. *Ontologies: principles, methods an applications*. Knowledge Engineering Review, v. 11, n. 2, 1996.
- [54] HWANG, C.. *"Incompletely and Imprecisely Speaking: Using Dynamic Ontologies for Representing and Retrieval Information,"* Technical Report of Microelectronics and Computer Technology Corp, MCC, 2000.
- [55] CORCHO, O.. *Knowledge modeling in web onto and OCML: a user guide*. [S. l. : s. n.], 1999. Disponível em: <http://kmi.open.ac.uk/projects/webonto/user_guide.2.4.pdf>. Acesso em: 09 jun 2002.
- [56] MAEDCHE, A.; VOLZ, R.. *The text-to-onto ontology extraction and maintenance environment to appear*. In: PROCEEDINGS OF THE ICDM WORKSHOP ON INTEGRATIN DATA MINING AND KNOWLEDGE MANAGEMENT, San Jose, California. [S. l. : s. n.], 2001.

- [57] KALFOGLOU, Y. et al. *MyPlanet: an ontology-driven web-based personalized news service*. In: PROCEEDINGS OF THE IJCAI-01 WORKSHOP ON ONTOLOGIES AND INFORMATION SHARING SEATTLE. [S. L. S. : S. N.] p. 44-52, 2001.
- [58] HORROCKS, I.; SATTLER, U.; TOBIES, S.. *Practical reasoning for expressive description logics*. Logic Journal of the IGPL, v. 8, n. 3, p. 239-264, may 2000.
- [59] GENNARI, J.H.; MUSEN, M.A.; FERGERSON, R.. *The Evolution of Protégé: An environment for knowledge-based systems development*. International Journal of Human-Computer Studies, vol 58 (1): 89-123, 2003
- [60] CHAUDRI, V.; FARQUHAR, A.; FIKES, R.; KARP, P.; RICE, J.. *OKBC: A Programmatic Foundation for Knowledge Base Interoperability*. Proceedings of AAAI-98, Madison, WI, EUA, 1998.
- [61] NOY, N.F.; SINTEK, M.; DECKER, S.; CRUBEZY, M.; FERGERSON, R.W.; MUSEN, M. A.. *Creating Semantic Web Contents with Protege-2000*. IEEE Intelligent Systems 16(2):60-71, 2001.
- [62] NOY, N. F.; MUSEN, M. A.. *PROMPT: algorithm and tool for automated ontology merging and alignment*. In: NATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 12., 2000. [S. 1. : s. n.]. p. 450-455. NATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 17., Austin, TX, 2000. [S. 1. : s. n.], 2000.
- [63] CORCHO, O.; GÓMEZ-PÉREZ A.. *A Roadmap to Ontology Specification Languages*, Disponível em: <http://kmi.open.ac.uk/projects/webonto/roadmap.pdf>, 2000.
- [64] DAVIS, C.; CÂMARA, G.; CASANOVA, M.A.; QUEIROZ, G.; FONSECA, F.; FERREIRA, K.; BORGES, K.; DIAS, T.. *Bancos de Dados Geográficos*. Volume III da Coleção "Geoprocessamento: Teoria e Aplicações". Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/bdados/>
- [65] STAAB, S.; et al. *Knowledge processes and ontologies*. Intelligent systems. IEEE, v. 16, n. 1, p. 26-34, Jan./Feb. 2001.

- [66] LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D.. *Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo*. 4.ed., Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002.
- [67] EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Serviço de Produção de Informação – SPI, Brasília – DF, 1999.
- [68] EMBRAPA. *Mandioca e Fruticultura* – Disponível em <http://www.cnpmf.embrapa.br/citros.htm>.
- [69] ELMAGARMID, A. K.; PU, C.. *Guest editors' Introduction to the Special Issue on Heterogeneous Databases*. ACM Computing Surveys 22(3): 175-178, 1990.
- [70] BISHR, Y.. *Semantic Aspect of Interoperable GIS*. Ph.D., Wageningen Agricultural University and ITC, 1997.
- [71] LIMA, Z. M. C.; Ribeiro, M. R.; LIMA, A. T. O.. *Utilização de imagens TM/LANDSAT-5 como ferramenta no mapeamento de solos*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.3, p.425-430, 2001.

APÊNDICE A

Ontologias – Solos.

Classe: Solos

Project: ClassiSolos

Class Solos

Concrete Class Extends

:THING

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. Classificação
2. Morfologia
3. Perfil
4. Atributos Diagnósticos
5. Horizontes Diagnósticos Superficiais
6. Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

APÊNDICE B

Ontologias – Características Morfológicas

Classe: **Morfologia**

Project: ClassiSolos

Class Morfologia

Concrete Class Extends

Solos

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. Cerosidade
2. Cimentação
3. Consistência
4. Conteúdo de Carbonatos
5. Cor
6. Eflorescências
7. Estrutura
8. Nódulos e Concreções Minerais
9. Porosidade
10. Textura

Class Documentation:

Descreve pormenorizadamente as características morfológicas de todos os horizontes ou camadas que compõem o perfil de solo.

Classe: Morfologia – **Cerosidade**

Project: ClassiSolos

Class Cerosidade

Concrete Class Extends

Morfologia

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. Grau de Desenvolvimento
2. Quantidade

Class Documentation:

É o aspecto um tanto brilhante e ceroso que ocorre por vezes na superfície das unidades de estrutura, manifestada freqüentemente por um brilho matizado.

Classe: Morfologia – Cerosidade – **Grau de Desenvolvimento**

Project: ClassiSolos

Class Grau de Desenvolvimento

Concrete Class Extends

Cerosidade

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|----------------------------|---------------|---------|-------------|
| <i>Cerosidade Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerosidade Moderada</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerosidade Forte</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – Cerosidade - **Quantidade**

Project: ClassiSolos

Class Quantidade

Concrete Class Extends

Cerosidade

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|------------------|---------------|---------|-------------|
| <i>Pouco</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Comum</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Abundante</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – **Cimentação**

Project: ClassiSolos

Class Cimentação

Concrete Class Extends

Morfologia

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

Refere-se a consistência quebradiça e dura do material do solo, determinada por qualquer agente cimentante que não seja mineral de argila, tais como: carbonato de cálcio, sílica, óxido ou sais de ferro ou alumínio.

| Template Slots | | | |
|-------------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Fracamente Cimentado</i> | A massa cimentada é quebradiça, tenaz ou dura, mas pode ser quebrada nas mãos. | Boolean | 0:1 |
| <i>Fortemente Cimentado</i> | A massa cimentada é quebradiça e mais dura do que possa ser quebrada nas mãos, mas pode ser quebrada facilmente a martelo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Cimentado</i> | A massa cimentada é quebradiça, não enfraquece sob prolongado umedecimento e é tão extremamente dura que, para quebrá-la, é necessário um golpe vigoroso com martelo. O martelo em geral tine com a pancada. | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – **Consistência**

| |
|--|
| <p>Project: ClassiSolos</p> <p>Class Consistência</p> <p>Abstract Class Extends Morfologia</p> <p>Direct Instances: None</p> <p>Direct Subclasses:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Seco 2. Úmido 3. Molhado <p>Class Documentation: Termo usado para designar as manifestações das forças físicas de coesão e adesão entre as partículas do solo, conforme variação dos graus de umidade.</p> |
|--|

Classe: Morfologia – Consistência – **Seco**

| |
|--|
| <p>Project: ClassiSolos</p> <p>Class Seco</p> <p>Concrete Class Extends Consistência</p> <p>Direct Instances: None</p> <p>Direct Subclasses: None</p> <p>Class Documentation: É caracterizada pela dureza ou tenacidade.</p> |
|--|

| Template Slots | | | |
|--------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Solta</i> | Não coerente entre o polegar e o indicador. | Boolean | 0:1 |
| <i>Macia</i> | A massa do solo é fracamente coerente e frágil. | Boolean | 0:1 |
| <i>Ligeiramente Dura</i> | Fracamente resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Dura</i> | Muito resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Dura</i> | Extremamente resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Dura</i> | Moderadamente resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – Consistência - **Úmido**

| Project: ClassiSolos | | | |
|--|--|---------|-------------|
| Class Úmido | | | |
| Concrete Class Extends Consistência | | | |
| Direct Instances: None | | | |
| Direct Subclasses: None | | | |
| Class Documentation: É caracterizada pela friabilidade e determinada num estado de umidade aproximadamente intermediário entre seco ao ar e a capacidade de campo. | | | |
| Template Slots | | | |
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Solta</i> | Não coerente entre o polegar e o indicador. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Friável</i> | O material do solo esboroa-se com pressão muito leve, mas agrega-se por compressão posterior. | Boolean | 0:1 |
| <i>Friável</i> | O material do solo esboroa-se facilmente sob pressão fraca e moderada entre o polegar e o indicador e agrega-se por compressão posterior. | Boolean | 0:1 |
| <i>Firme</i> | O material esboroa-se sob pressão moderada entre o indicador e o polegar, mas apresenta resistência distintamente perceptível. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Firme</i> | O material do solo esboroa-se sob forte pressão; dificilmente esmagável entre o indicador e o polegar. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Firme</i> | O material do solo somente se esboroa sob pressão muito forte, não pode ser esmagado entre o indicador e o polegar e deve ser fragmentado pedaço por pedaço. | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – Consistência - **Molhado**

Project: ClassiSolos

Class Molhado

Abstract Class Extends

Consistência

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. Plasticidade
2. Pegajosidade

Class Documentation:

É caracterizada pela plasticidade e pela pegajosidade e determinada em amostras pulverizadas e homogeneizadas com conteúdo de água ligeiramente acima ou na capacidade de campo.

Classe: Morfologia – Consistência – Molhado - **Plasticidade**

Project: ClassiSolos

Class Plasticidade

Concrete Class Extends

Molhado

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

| Template Slots | | | |
|------------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Não Plástica</i> | Forma-se um fio que é facilmente deformado. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plástica</i> | Forma-se um fio, sendo necessária pressão moderada para a sua deformação. | Boolean | 0:1 |
| <i>Ligeiramente Plástica</i> | Forma-se um fio, que é facilmente deformado. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Plástica</i> | Forma-se um fio, sendo necessária muita pressão para deformá-lo. | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – Consistência – Molhado - **Pegajosidade**

Project: ClassiSolos

Class Pegajosidade

Concrete Class Extends

Molhado

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

| Template Slots | | | |
|------------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Não Pegajosa</i> | Após cessar a pressão, não se verifica, praticamente, nenhuma aderência da massa ao polegar e indicador. | Boolean | 0:1 |
| <i>Ligeiramente Pegajosa</i> | Após cessar a pressão, o material adere a ambos os dedos, mas desprende-se de um deles perfeitamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pegajosa</i> | Após cessar a compressão, o material adere a ambos os dedos e, quando estes são afastados, tende a alongar-se um pouco e rompe-se, ao invés de desprender-se de qualquer um dos dedos. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Pegajosa</i> | Após a compressão, o material adere fortemente a ambos os dedos e alonga-se perceptivelmente quando eles são afastados. | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – **Conteúdo de Carbonato**

| Project: ClassiSolos | | | |
|--|---|---------|-------------|
| Class Conteúdo de Carbonatos | | | |
| Concrete Class Extends Morfologia | | | |
| Direct Instances: None | | | |
| Direct Subclasses: None | | | |
| Class Documentation: Analisa a efervescência com HO 10%. | | | |
| Template Slots | | | |
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Ligeira</i> | Efervescência fraca, pouco visível. | Boolean | 0:1 |
| <i>Forte</i> | Efervescência visível. | Boolean | 0:1 |
| <i>Violenta</i> | Efervescência forte, partículas de calcário muito claras. | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – **Cor**

| | | | |
|---|--|--|--|
| Project: ClassiSolos | | | |
| Class Cor | | | |
| Concrete Class Extends Morfologia | | | |
| Direct Instances: None | | | |
| Direct Subclasses: None | | | |
| Class Documentation: Refere-se à identificação do solo. Comparando com as cores da escala Musell. | | | |

| Template Slots | | | |
|----------------|---------------------------|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Matiz</i> | A cor. | String | 0:1 |
| <i>Valor</i> | Tonalidade. | Integer | 0:1 |
| <i>Croma</i> | Intensidade de saturação. | Integer | 0:1 |

Classe: Morfologia – **Eflorescências**

| |
|---|
| <p>Project: ClassiSolos</p> <p>Class Eflorescências</p> <p>Concrete Class Extends Morfologia</p> <p>Direct Instances: None</p> <p>Direct Subclasses: None</p> <p>Class Documentation: São ocorrências de sais cristalinos sob forma de revestimentos, crostas e bolsas, após período seco, nas superfícies dos elementos estruturais, nas fendas e nas superfícies, podendo ter aspecto pulverulento, como pó de giz.</p> |
|---|

Classe: Morfologia – **Estrutura**

| |
|---|
| <p>Project: ClassiSolo</p> <p>Class Estrutura</p> <p>Abstract Class Extends Morfologia</p> <p>Direct Instances: None</p> <p>Direct Subclasses:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tipo de Estrutura 2. Grau de Desenvolvimento da Estrutura 3. Tamanho da Estrutura <p>Class Documentation: É a agregação das partículas primárias do solo em unidades estruturais composta, separada entre si pelas superfícies de fraqueza.</p> |
|---|

Classe: Morfologia – Estrutura – **Tipo**

Project: ClassiSolos

Class Tipo de Estrutura

Abstract Class Extends

Estrutura

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. Laminar
2. Prismática
3. Blocos
4. Granular

Classe: Morfologia – Estrutura – Tipo – **Laminar**

Project: ClassiSolos

Class Laminar

Concrete Class Extends

Tipo de Estrutura

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

As partículas do solo estão arranjadas em agregados cuja dimensões horizontais são mais desenvolvidas que a vertical, exibindo aspectos de lamina de espessura variável.

| Template Slots | | | |
|--------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Estrutura Laminar</i> | A lâmina é aquela em que as partículas do solo estão arranjadas em torno de uma linha horizontal. As unidades estruturais tem aspecto de lâminas de espessura variável, porém, a linha horizontal é sempre maior. | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – Estrutura – Tipo - **Prismática**

Project: ClassiSolos

Class Prismática

Concrete Class Extends

Tipo de Estrutura

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

As partículas do solo estão arranjadas em agregados cuja dimensão vertical é mais desenvolvida. As faces verticais das unidades estruturais são relativamente planas.

| Template Slots | | | |
|-----------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Colunar</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente arredondada. | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – Estrutura – Tipo - **Blocos**

| Project: ClassiSolos | | | |
|---|--|---------|-------------|
| Class Blocos | | | |
| Concrete Class Extends Tipo de Estrutura | | | |
| Direct Instances: None | | | |
| Direct Subclasses: None | | | |
| Class Documentation: Também chamados de Poliédrica. É aquela em que as três dimensões da unidade estrutural são aproximadamente iguais. | | | |
| Template Slots | | | |
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – Estrutura – Tipo - **Granular**

| | | | |
|--|--|--|--|
| Project: ClassiSolos | | | |
| Class Granular | | | |
| Concrete Class Extends Tipo de Estrutura | | | |
| Direct Instances: None | | | |
| Direct Subclasses: None | | | |
| Class Documentation: Também chamados de Esferoidal. De maneira semelhante à estrutura em blocos, as partículas também estão arranjadas em torno de um ponto, diferindo daquela, porém, por suas unidades estruturais, arredondadas, não apresentarem faces de contato. | | | |

| Template Slots | | | |
|----------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Estrutura Granular</i> | Quando as unidades estruturais são pouco porosas. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura em Grumos</i> | Quando as unidades estruturais são muito porosas | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – Estrutura – **Grau de Desenvolvimento da Estrutura**

Project: ClassiSolos

Class Grau de Desenvolvimento da Estrutura

Abstract Class Extends

Estrutura

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. Sem Estutura
2. Com Estrutura

Class Documentation:

É a manifestação das condições de coesão dentro e fora de agregados.

Classe: Morfologia – Estrutura – Grau de Desenvolvimento da Estrutura – **Sem Estrutura**

Project: ClassiSolos

Class Sem Estutura

Concrete Class Extends

Grau de Desenvolvimento da Estrutura

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

Não Coerente.

| Template Slots | | | |
|----------------------|---------------|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Grãos Simples</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Maciça</i> | Coerente. | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – Estrutura – Grau de Desenvolvimento da Estrutura – **Com Estrutura**

Project: ClassiSolos

Class Com Estrutura

Concrete Class Extends

Grau de Desenvolvimento da Estrutura

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|---------------------------|---------------|---------|-------------|
| <i>Estrutura Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Moderada</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Forte</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Estrutura – **Tamanho da Estrutura**

Project: ClassiSolos

Class Tamanho da Esturutura

Concrete Class Extends

Estrutura

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|----------------------|---------------|---------|-------------|
| <i>Muito Pequena</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Pequena</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Média</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Grande</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Grande</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – **Nódulos e Concreções Minerais**

Project: ClassiSolos

Class Nódulos e Concreções Minerais

Abstract Class Extends

Morfologia

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. Quantidade de Nódulos
2. Tamanho dos Nódulos
3. Dureza
4. Forma dos Nódulos

Class Documentation:

São corpos cimentados que podem ser removidos intactos dos dolos. Suas composições variam de materiais parecidos com aqueles de solos contíguos até substâncias puras de composição totalmente diferente do material vizinho.

Classe: Morfologia – Nódulos e Concreções Minerais – **Quantidade de Nódulos**

Project: ClassiSolos

Class Quantidade de Nódulos

Concrete Class Extends

Nódulos e Concreções Minerais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

| Template Slots | | | |
|------------------------|-------------------------|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Muito Pouco</i> | Menos de 5% do volume. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pouco Nódulos</i> | De 5 a 15% do volume. | Boolean | 0:1 |
| <i>Frequente</i> | De 15 a 40% do volume. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Frequente</i> | De 40 a 80% do volume. | Boolean | 0:1 |
| <i>Dominante</i> | Mais que 80% do volume. | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – Nódulos e Concreções Minerais – **Tamanho dos Nódulos**

Project: ClassiSolos

Class Tamanho dos Nódulos

Concrete Class Extends

Nódulos e Concreções Minerais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

| Template Slots | | | |
|-------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Nódulos Pequenos</i> | Menor que 1 cm de diametro (maior dimensão). | Boolean | 0:1 |
| <i>Nódulos Médios</i> | São excepcionalmente pequenos (menores que 0,5 cm) ou grandes (mais de 2cm). | Boolean | 0:1 |
| <i>Nódulos Grande</i> | Maior que 1 cm de diametro (maior dimensão). | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – Nódulos e Concreções Minerais – **Dureza**

| Project: ClassiSolos | | | |
|--|--|---------|-------------|
| Class Dureza | | | |
| Concrete Class Extends Nódulos e Concreções Minerais | | | |
| Direct Instances: None | | | |
| Direct Subclasses: None | | | |
| Template Slots | | | |
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Macio</i> | Pode ser quebrado entre o polegar e o indicador. | Boolean | 0:1 |
| <i>Duro</i> | Não pode ser quebrado entre os dedos. | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – Nódulos e Concreções Minerais - **Forma**

| Project: ClassiSolos | | | |
|--|---------------|---------|-------------|
| Class Forma dos Nódulos | | | |
| Concrete Class Extends Nódulos e Concreções Minerais | | | |
| Direct Instances: None | | | |
| Direct Subclasses: None | | | |
| Template Slots | | | |
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Forma Esférica</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Forma Irregular</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Forma Angular</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – **Porosidade**

Project: ClassiSolos

Class Porosidade

Abstract Class Extends

Morfologia

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. Tamanho dos Poros
2. Quantidade de Poros

Class Documentation:

Volume do solo ocupado pela água e pelo ar.

Classe: Morfologia – Porosidade – **Tamanho dos Poros**

Project: ClassiSolos

Class Tamanho dos Poros

Concrete Class Extends

Porosidade

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

| Template Slots | | | |
|---------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Sem Poros Visíveis</i> | Quando não apresentar poros visíveis, mesmo com lupa de aumento mais ou menos 10x. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Pequenos</i> | Inferiores a 1mm de diâmetro. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pequenos</i> | De 1 a 2 mm de diâmetro. | Boolean | 0:1 |
| <i>Médios</i> | De 2 a 5 mm de diâmetro. | Boolean | 0:1 |
| <i>Grandes</i> | De 5 a 10 mm de diâmetro. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Grandes</i> | Superiores a 10 mm de diâmetro. | Boolean | 0:1 |

Classe: Morfologia – Porosidade – **Quantidade de Poros**

Project: ClassiSolos

Class Quantidade de Poros

Concrete Class Extends

Porosidade

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

| Template Slots | | | |
|---------------------|---------------|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Poucos Poros</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Poros Comuns</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Muitos Poros</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: **Textura**

| |
|---|
| <p>Project: ClassiSolos</p> <p>Class Textura</p> <p>Concrete Class Extends Morfologia</p> <p>Direct Instances: None</p> <p>Direct Subclasses:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Frações Grosseiras 2. Classes <p>Class Documentation: É a proporção relativa das frações granulométricas que compõem a massa do solo.</p> |
|---|

Classe: Textura – **Frações Grosseiras**

| |
|--|
| <p>Project: ClassiSolos</p> <p>Class Frações Grosseiras</p> <p>Concrete Class Extends Textura</p> <p>Direct Instances: None</p> <p>Direct Subclasses:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Forma 2. Grau de Arredondamento |
|--|

Classe: Textura – **Frações Grosseiras - Forma**

| |
|---|
| <p>Project: ClassiSolos</p> <p>Class Forma</p> <p>Concrete Class Extends Frações Grosseiras</p> <p>Direct Instances: None</p> <p>Direct Subclasses: None</p> |
|---|

| Template Slots | | | |
|-----------------|-----------------------------------|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Cascalho</i> | Fração de 2mm a 2 cm de diâmetro. | Boolean | 0:1 |
| <i>Calhau</i> | Fração de 2cm a 20cm de diâmetro. | Boolean | 0:1 |
| <i>Matacão</i> | Fração maior de 20cm de diâmetro. | Boolean | 0:1 |

Classe: Textura – Frações Grosseiras – **Grau de Arredondamento**

| Project: ClassiSolos | | | |
|---|---------------|---------|-------------|
| Class Grau de Arredondamento | | | |
| Concrete Class Extends Frações Grosseiras | | | |
| Direct Instances: None | | | |
| Direct Subclasses: None | | | |
| Template Slots | | | |
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Angular</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Subangular</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Subarredondada</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Arredondada</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Arredondada</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Textura – Classes

| | | | |
|--|--|--|--|
| Project: ClassiSolos | | | |
| Class Classes | | | |
| Concrete Class Extends Textura | | | |
| Direct Instances: None | | | |
| Direct Subclasses: None | | | |

| Template Slots | | | |
|-------------------------------|--|-------------|--------------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Textura Arenosa</i> | Compreende as classes texturais de areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Muito Argilosa</i> | Compreende classe textural com mais de 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Siltosa</i> | Compreende parte de classes texturais que tenham menos de 35% de argila e menos de 15% de areia. | Boolean | 0:1 |

APÊNDICE C

Ontologias – Características Ambientais (Perfil)

Classe: **Perfil**

Project: ClassiSolos

Class Perfil

Abstract Class Extends

Solos

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. Transição
2. Drenagem
3. Pedregosidade
4. Rochosidade
5. Relevo
6. Profundidade
7. Erosão
8. Vegetação Primária
9. Raízes
10. Fatores Biológicos

Classe: Perfil - **Transição**

Project: ClassiSolos

Class Transição

Abstract Class Extends

Perfil

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. Grau de Distinção
2. Topografia

Class Documentation:

Refere-se à nitidez ou contraste de separação entre os mesmos e é classificada quanto ao grau de distinção.

Classe: Perfil – Transição – **Grau de Distinção**

Project: ClassiSolos

Class Grau de Distinção

Concrete Class Extends

Transição

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

| Template Slots | | | |
|-----------------------|--|-------------|--------------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Difusa</i> | Quando a faixa é maior do que 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil – Transição – **Topografia**

Project: ClassiSolos

Class Topografia

Concrete Class Extends

Transição

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

| Template Slots | | | |
|-----------------------|--|-------------|--------------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Horizontal</i> | Também chamada de Plana. Quando a faixa de separação é praticamente horizontal, paralela à superfície do solo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Ondulada</i> | Também chamada de Sinuosa. Quando a faixa de separação dos horizontes é sinuosa, sendo os desníveis, em relação a um plano horizontal, mais largos do que profundos. | Boolean | 0:1 |
| <i>Irregular</i> | Quando a faixa de separação dos horizontes apresenta, em relação a um plano horizontal, desníveis mais profundos que largos. | Boolean | 0:1 |
| <i>Descontínua</i> | Também chamada de quebrada. A separação entre horizontes não é contínua. Partes de um horizonte estão parcial ou completamente desconectadas de outras partes desse mesmo horizonte. | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil - **Drenagem**

Project: ClassiSolos

Class Drenagem

Concrete Class Extends

Perfil

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

A água é removida do solo com facilidade, porém não rapidamente.

| Template Slots | | | |
|--------------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Excessivamente Drenado</i> | A água é removida do solo muito rapidamente, seja por excessiva porosidade e permeabilidade do material, seja por declive muito íngreme, seja por ambas as coisas. | Boolean | 0:1 |
| <i>Fortemente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do perfil, sendo o equivalente de umidade média do perfil de maneira geral, inferior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis apresenta pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Acentuadamente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do solo, sendo o equivalente de umidade médio, do perfil, de maneira geral, superior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis têm pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do solum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeríodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente,que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil - **Pedregosidade**

Project: ClassiSolos

Class Pedregosidade

Concrete Class Extends

Perfil

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

Refere-se à proporção relativa de calhaus (2 – 20 cm de diâmetro) e matacões (20 – 100 cm de diâmetro) sobre a superfície e/ou na massa do solo.

| Template Slots | | | |
|--------------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Não Pedregosa</i> | Quando não há ocorrência de calhaus e/ou matacões na superfície e/ou na massa do solo, ou sua ocorrência é insignificante e não interfere na aração do solo, ou é significativa, sendo, porém, facilmente removível. | Boolean | 0:1 |
| <i>Ligeiramente Pedregosa</i> | Ocorrência de calhaus e/ou matacões esparsamente distribuídos, ocupando 0,01 a 0,1% da massa do solo e/ou da superfície do terreno (distanciando-se por 10 a 30cm), podendo interferir na aração, sendo, entretanto, perfeitamente viáveis os cultivos entre as pedras. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Pedregosa</i> | Ocorrência de calhaus e/ou matacões ocupando 0,1 a 3% da massa do solo e/ou da superfície do terreno (distanciando-se por 1,5 a 10m), tornando impraticáveis os cultivos entre as pedras, podendo, entretanto, seus solos ser utilizados no cultivo de forrageiras e pastagens naturais melhoradas, se outras características forem favoráveis. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pedregosa</i> | Ocorrência de calhaus e matacões ocupando 3 a 15% da massa do solo e/ou da superfície do terreno (distanciando-se por 0,75 a 1,5m), tornando impraticáveis o uso de maquinaria, com exceção de máquinas leves e implementos agrícolas manuais. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Pedregosa</i> | Ocorrência de calhaus e/ou matacões ocupando de 12,5 a 50% da massa do solo e/ou da superfície do terreno (distanciando-se por menos de 0,75m), tornando completamente inviável o uso de qualquer tipo de maquinaria ou implemento agrícola manual. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Pedregosa</i> | Calhaus e/ou matacões ocupam 50 a 90% da superfície do terreno. | Boolean | 0:1 |
| <i>TipoTerreno</i> | Quando os calhaus e/ou matacões ocupam mais de 95% da superfície e/ou do solo. | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil - **Rochosidade**

Project: ClassiSolos

Class Rochosidade

Concrete Class Extends

Perfil

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

Refere-se à proporção relativa de exposições de rochas do embasamento, quer sejam afloramento de rochas, quer camadas delgadas de solos sobre rochas ou ocorrência significativa de matacões com mais de 100 cm de diâmetro.

| Template Slots | | | |
|------------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Não Rochosa</i> | Não há ocorrência de afloramentos do substrato rochoso nem de matacões, ou sua ocorrência é muito pequena, ocupando menos de 2% da superfície do terreno, não interferindo na aração do solo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Ligeiramente Rochosa</i> | Os afloramentos são suficientes para interferir na , sendo, entretanto, perfeitamente viáveis cultivos entre rochas. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Rochosa</i> | Os afloramentos são suficientes para tornar impraticáveis cultivos entre as rochas e/ou matacões, sendo possível o uso do solo para o cultivo de forrageiras ou pastagem natural melhorada. | Boolean | 0:1 |
| <i>Rochosa</i> | Os afloramentos são suficientes para tornar impraticável a mecanização, com exceção de máquinas leves. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Rochosa</i> | Os afloramentos rochosos, matacões e/ou manchas de camadas delgadas de solos sobre rochas se distanciam menos de 3m, tornando completamente inviável a mecanização. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Rochosa</i> | Afloramentos de rochas e/ou matacões ocupam mais de 90% da superfície do terreno. | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil - **Relevo**

Project: ClassiSolos

Class Relevo

Concrete Class Extends

Perfil

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

| Template Slots | | | |
|-----------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Suave Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives acentuados, entre 8 e 20%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Forte Ondulado</i> | Superfície de topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros, apresentando declives fortes, entre 20 e 45%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Montanhoso</i> | Superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acentuadas, usualmente constituída por morros, montanhas e maciços montanhosos e alinhamentos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes e muito fortes, de 45 a 75%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Escarpado</i> | Regiões ou áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo escarpamentos. Declives maiores que 75%. | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil - **Profundidade**

Project: ClassiSolos

Class Profundidade

Concrete Class Extends

Perfil

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

Termo empregado para designar condições de solos nas quais um contato lítico ou um nível de lençol de água permanente ocorra.

| Template Slots | | | |
|-----------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Raso</i> | Menor ou igual a 50 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pouco Profundo</i> | Maior que 50cm e menor ou igual a 100 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Profundo</i> | Maior que 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil - **Erosão**

Project: ClassiSolos

Class Erosão

Abstract Class Extends

Perfil

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. Tipo
2. Classe

Class Documentation:

Refere-se à remoção da parte superficial e subsuperficial do solo, principalmente pela ação da água e do vento.

Classe: Perfil – Erosão - **Tipo**

Project: ClassiSolos

Class Tipo

Concrete Class Extends

Erosão

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|-------------------------|---|---------|-------------|
| <i>Erosão Laminar</i> | Refere-se ao tipo de remoção mais ou menos uniforme de solo de uma área, sem o aparecimento de sulcos na superfície dela. | Boolean | 0:1 |
| <i>Erosão em Sulcos</i> | Refere-se à remoção do solo através de sulcos e canais formados pela concentração de escoamento superficial da água. | Boolean | 0:1 |
| <i>Desbarrancamento</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Deslizamento</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Erosão Eólica</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil – Erosão - **Classe**

Project: ClassiSolos

Class Classe

Concrete Class Extends

Erosão

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

| Template Slots | | | |
|----------------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Erosão Não Aparente</i> | O solo nessa classe de erosão não apresenta sinais perceptíveis de erosão laminar ou em sulcos. | Boolean | 0:1 |
| <i>Erosão Ligiera</i> | O solo apresenta menos de do horizonte A ou da camada arável removido quando esta for inteiramente constituída pelo horizonte A. | Boolean | 0:1 |
| <i>Erosão Moderada</i> | O solo, com 25 a 75% do horizonte A removido na maior parte da área, apresenta frequentes sulcos rasos que não são desfeitos pelas práticas normais de preparo do solo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Erosão Forte</i> | O solo, com mais de 75% do horizonte A removido, exceto em pequenas áreas entre os sulcos, e o horizonte B já exposto, apresenta sulcos profundos e/ou voçorocas ocasionais e sulcos rasos muito frequentes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Erosão Muito Forte</i> | O solo apresenta horizonte A completamente removido e horizonte B já bastante atingido por frequentes sulcos profundos e/ou voçorocas e ocasionais sulcos muito profundos e/ou voçorocas. | Boolean | 0:1 |
| <i>Erosão Extremamente Forte</i> | O solo apresenta os horizontes A e B completamente removidos, sendo que o horizonte C revela ocorrência muito frequente de sulcos muito profundos. | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil – **Vegetação Primária**

Project: ClassiSolos

Class Vegetação Primária

Abstract Class Extends

Perfil

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. Floresta Tropical
2. Floresta Equatorial
3. Floresta Sub-Tropical
4. Vegetação de Restinga
5. Cerrado
6. Caatinga
7. Vegetação Campestre
8. Outras Formações

Class Documentation:

É utilizada com o objetivo de suprir insuficiência de dados referentes às condições térmicas e hídricas do solo. Essas condições, além do significado pedogenético, têm grande implicação ecológica, o que permite o estabelecimento de relações entre unidades de solos e sua aptidão agrícola, aumentando, pois, a utilização dos levantamentos de solos.

Classe: Perfil – Vegetação Primária – **Floresta Tropical**

Project: ClassiSolos

Class Floresta Tropical

Concrete Class Extends

Vegetação Primária

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

| Template Slots | | | |
|----------------------------|---------------|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Perúmida</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Perenifólia</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Subperenifólia</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Subcaducifólia</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Higrófila de Várzea</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Hidrófila de Várzea</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Caducifólia</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil – Vegetação Primária – **Floresta Equatorial**

Project: ClassiSolos

Class Floresta Equatorial

Concrete Class Extends

Vegetação Primária

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

| Template Slots | | | |
|----------------------------|---------------|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Perúmida</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Perenifólia</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Subperenifólia</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Subcaducifólia</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Higrófila de Várzea</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Hidrófila de Várzea</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil – Vegetação Primária – **Floresta Sub-Tropical**

Project: ClassiSolos

Class Floresta Sub-Tropical

Concrete Class Extends

Vegetação Primária

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

| Template Slots | | | |
|----------------------------|---------------|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Perúmida</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Perenifólia</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Subperenifólia</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Subcaducifólia</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Higrófila de Várzea</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Hidrófila de Várzea</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil – Vegetação Primária – **Vegetação de Restinga**

Project: ClassiSolos

Class Vegetação de Restinga

Concrete Class Extends

Vegetação Primária

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

| Template Slots | | | |
|---|---------------|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Floresta Não Hidrófila de Restinga</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Floresta Hidrófila de Restinga</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Restinga Arbustiva e Campo de Restinga</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil – Vegetação Primária - **Cerrado**

Project: ClassiSolos

Class Cerrado

Concrete Class Extends

Vegetação Primária

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|--|---------------|---------|-------------|
| <i>Cerrado Equatorial Subperenifólio</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Campo Cerrado Equatorial</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Vereda Equatorial</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Campo Cerrado Tropical</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Vereda Tropical</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerrado Tropical</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil – Vegetação Primária – **Caatinga**

Project: ClassiSolos

Class Caatinga

Concrete Class Extends

Vegetação Primária

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|----------------------|---------------|---------|-------------|
| <i>Hipoxerófila</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Hiperxerófila</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Do Pantanal</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>De Várzea</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil – Vegetação Primária – **Vegetação Campestre**

Project: ClassiSolos

Class Vegetação Campestre

Concrete Class Extends

Vegetação Primária

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|--|---------------|---------|-------------|
| <i>Campo Equatorial</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Campo Equatorial Hidrófilo de Várzea</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Campo Equatorial Higrófilo de Várzea</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Campo Tropical</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Campo Tropical Hidrófilo de Várzea</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Campo Tropical Higrófilo de Várzea</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Campo Subtropical</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Campo Subtropical Hidrófilo de Várzea</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Campo Xerófilo</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Pampas</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Campo Hidrófilo de Surgente</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil – Vegetação Primária – **Outras Formações**

Project: ClassiSolos

Class Outras Formações

Concrete Class Extends

Vegetação Primária

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

| Template Slots | | | |
|------------------------------------|---------------|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Floresta Ciliar de Carnaúba</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Formações de Praias e Dunas</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Formações Halófilas</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Manguezal</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Formações Rupestres</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Complexos</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil – Raízes

| |
|---|
| <p>Project: ClassiSolos</p> <p>Class Raízes</p> <p>Abstract Class Extends Perfil</p> <p>Direct Instances: None</p> <p>Direct Subclasses:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Quantidade de Raízes 2. Tipo de Raízes 3. Diâmetro |
|---|

Classe: Perfil – Raízes – Quantidade de Raízes

| |
|--|
| <p>Project: ClassiSolos</p> <p>Class Quantidade de Raízes</p> <p>Concrete Class Extends Raízes</p> <p>Direct Instances: None</p> <p>Direct Subclasses: None</p> |
|--|

| Template Slots | | | |
|----------------|---------------|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Muitas</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Comuns</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Poucas</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Raras</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil – Raízes – **Tipo de Raízes**

Project: ClassiSolos

Class Tipo de Raízes

Concrete Class Extends

Raízes

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|---------------------|---------------|---------|-------------|
| <i>Fasciculares</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Pivotantes</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Secundárias</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Outras</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Perfil – Raízes – **Diâmetro**

Project: ClassiSolos

Class Diâmetro

Concrete Class Extends

Raízes

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|--------------------------|---------------|-------|-------------|
| <i>Valor do Diâmetro</i> | ----- | Float | 0:1 |

Classe: Perfil – **Fatores Biológicos**

Project: ClassiSolos

Class Fatores Biológicos

Concrete Class Extends

Perfil

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

Termo utilizado para a identificação da ação de outros organismos.

| Template Slots | | | |
|----------------------------------|---|-------------|--------------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Tipo de Organismos</i> | Termo utilizado para especificar outros tipos de organismos, como minhocas, cupins, etc.. | Boolean | 0:1 |
| <i>Local de Máxima Atividade</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Distribuição pela Área</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

APÊNDICE D

Ontologias – Atributos Diagnósticos

Classe: **Atributos Diagnósticos**

Project: ClassiSolos

Class Atributos Diagnósticos

Abstract Class Extends

Solos

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. Saturação por Bases
2. Atividade de Argila

| Template Slots | | | |
|----------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |
| <i>Caráter Alumínico</i> | Refere-se à condição em que os materiais constitutivos do solo se encontram em estado dessaturado e caracterizado por teor de alumínio ≥ 4 cmolc/kg de solo, além de apresentar saturação por alumínio $\geq 50\%$ e/ou saturação por base $< 50\%$. | Boolean | 0:1 |
| <i>Caráter Sódico</i> | O termo usado para distinguir horizontes ou camadas que apresentam saturação por sódio ($100Na^+/T \geq 15\%$, em alguma parte da seção de controle que defina a classe. | Boolean | 0:1 |
| <i>Caráter Sálco</i> | Propriedade referente à presença de sais mais solúveis em água fria que o sulfato de cálcio (gesso), em quantidade tóxica à maioria das culturas, expressa por condutividade elétrica no extrato de saturação maior que ou igual a 7dS/m (a 25oC), em alguma época do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Caráter Carbonático</i> | Propriedade referente à presença de 15% ou mais de CaCO ₃ equivalente (% por peso), sob qualquer forma de segregação, inclusive concreções. | Boolean | 0:1 |
| <i>Petroplintita</i> | Material normalmente proveniente da plintita, que sob efeito de ciclos repetitivos de umedecimento e secagem sofre consolidação irreversível, dando lugar à formação de concreções ferruginosas de dimensões e formas variáveis (laminar, nodular, esferoidal ou irregular) individualizadas ou aglomeradas. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|------------------------------|--|---------|-----|
| <i>Contato Lítico</i> | Termo empregado para designar material subjacente ao solo (exclusive horizonte petrocálcico, horizonte litoplântico, duripã e fragipã). Sua coesão é de tal ordem que mesmo quando úmido torna a escavação com a pá radicular, o qual fica limitado às fendas que por ventura ocorram. | Boolean | 0:1 |
| <i>Materiais Sulfídricos</i> | São aqueles que contém compostos de enxofre oxidáveis e ocorrem em solos de natureza mineral ou orgânica, localizados em áreas encharcadas, com valor de pH maior que 3,5. | Boolean | 0:1 |
| <i>Caráter Ácrico</i> | Refere-se a materiais de solos contendo quantidade iguais ou menores que 1,5 cmolc/kg de argila trocáveis mais Al3 extraível por KCl 1N e que preencha pelo menos uma das seguintes condições: • pH KCl 1N igual ou superior a 5,0; • ΔpH positivo ou nulo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Caráter Crômico</i> | O termo usado para caracterizar as modalidades de solos que apresentam, na maior parte do horizonte B, excluído o BC. | Boolean | 0:1 |
| <i>Caráter Ebânico</i> | Termo utilizado para individualizar classes de solos de coloração escura, quase preta. | Boolean | 0:1 |

Classe: Atributos Diagnósticos – **Saturação por Bases**

Project: ClassiSolos

Class Saturação por Bases

Concrete Class Extends

Atributos Diagnósticos

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

Refere-se à proporção (taxa percentual) de cátions básicos trocáveis em relação à capacidade de troca determinada a pH7.

| Template Slots | | | |
|----------------|--------------------------|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |

Classe: Atributos Diagnósticos – **Atividade de Argila**

Project: ClassiSolos

Class Atividade de Argila

Concrete Class Extends

Atributos Diagnósticos

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

Valor superior ou igual a 27 cmolc/kg.

| Template Slots | | | |
|------------------------|--|-------------|--------------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Atividade Baixa</i> | Valor inferior a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Alta</i> | Valor superior ou igual a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |

APÊNDICE E

Ontologias – Horizontes Superficiais

Classe: **Horizontes Superficiais**

Project: ClassiSolo

Class Horizontes Diagnósticos Superficiais

Abstract Class Extends

Solos

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. Horizonte Hístico
2. Horizonte A Chernozêmico
3. Horizonte A Proeminente
4. Horizonte A Húmico
5. Horizonte A Antrópico
6. Horizonte A Fraco
7. Horizonte A Moderado

Classe: Horizontes Superficiais – **Horizonte Hístico**

Project: ClassiSolos

Class Horizonte Hístico

Concrete Class Extends

Horizontes Diagnósticos Superficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. CAMBISSOLOS HÍSTICOS
2. GLEISSOLOS MELÂNICOS
3. GLEISSOLOS TIOMÓRFICOS Hísticos
4. ESPODOSSOLOS CÁRBICOS Hidromórficos
5. ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS Hidromórficos

Class Documentation:

É um tipo de horizonte definido pela constituição orgânica, resultante de resíduos vegetais depositados superficialmente, ainda que, no presente, possa encontrar-se recoberto por horizontes ou depósitos minerais e mesmo camadas orgânicas mais recentes.

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|--------------------------|--|---------|-------------|
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente, que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Superficiais – **Horizonte A Chernozêmico**

Project: ClassiSolos

Class Horizonte A Chernozêmico

Concrete Class Extends

Horizontes Diagnósticos Superficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. NEOSSOLOS LITÓLICOS Carbonáticos
2. CHERNOSSOLOS RÊNDZICOS

Class Documentation:

É um horizonte mineral superficial, relativamente espesso, de cor escura, com alta saturação por bases, que, mesmo após revolvimento superficial.

| Template Slots | | | |
|-----------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Moderada</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Forte</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Dura</i> | Moderadamente resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Dura</i> | Muito resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Dura</i> | Extremamente resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Superficiais – **Horizonte A Proeminente**

Project: ClassiSolos

Class Horizonte A Proeminente

Concrete Class Extends

Horizontes Diagnósticos Superficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

ALISSOLOS CRÔMICOS Húmicos

Class Documentation:

As características deste horizonte são comparáveis àquelas do A Chernozêmico, no que se refere a cor, teor de carbono orgânico, consistência, estrutura; diferindo, essencialmente, por apresentar saturação por bases inferior a 65%.

| Template Slots | | | |
|-----------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Moderada</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Forte</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Dura</i> | Moderadamente resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Dura</i> | Muito resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Dura</i> | Extremamente resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Superficiais – Horizonte A Húmico

Project: ClassiSolos

Class Horizonte A Húmico

Concrete Class Extends

Horizontes Diagnósticos Superficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. CAMBISSOLOS HÚMICOS
2. GLEISSOLOS MELÂNICOS
3. ALISSOLOS CRÔMICOS Húmicos
4. NEOSSOLOS LITÓLICOS Húmicos
5. GLEISSOLOS TIOMÓRFICOS Húmicos

Class Documentation:

É um horizonte mineral de cor escura com valor e croma 4,0 ou menor, saturação por bases inferior a 65% e que apresenta espessura e conteúdo de carbono orgânico.

| Template Slots | | | |
|-------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Superficiais – Horizonte A Antrópico

Project: ClassiSolos

Class Horizonte A Antrópico

Concrete Class Extends

Horizontes Diagnósticos Superficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

É um horizonte formado ou modificado pelo uso contínuo do solo, pelo homem, como lugar de residência ou cultivo, por períodos prolongados, com adição de material orgânico em mistura ou não com material mineral, ocorrendo,às vezes, fragmentados de cerâmicas e restos de ossos e conchas.

Classe: Horizontes Superficiais – Horizonte A Fraco

Project: ClassiSolos

Class Horizonte A Fraco

Concrete Class Extends

Horizontes Diagnósticos Superficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

É um horizonte mineral superficial fracamente desenvolvido, seja pelo reduzido teor de colóides minerais ou orgânicos ou por condições externas de clima e vegetação, como as que ocorrem na zona semi-árida com vegetação de caatinga hiperxerófila.

| Template Slots | | | |
|------------------------|---------------|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Hiperxerófila</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Grãos Simples</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Maciça</i> | Coerente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Superficiais – Horizonte A Moderado

Project: ClassiSolos

Class Horizonte A Moderado

Concrete Class Extends

Horizontes Diagnósticos Superficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

Em geral o horizonte A moderado difere dos horizontes A Chernozêmico, Proeminente e Húmico pela espessura e/ou cor e do A Fraco pelo teor de carbono orgânico e estrutura, não apresentando ainda os requisitos para caracterizar o Horizonte Hísitico ou A Antrópico.

APÊNDICE F

Ontologias – Horizontes Subsuperficiais

Classe: Horizontes Subsuperficiais

Project: ClassiSolos

Class Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

Abstract Class Extends

Solos

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. Horizonte B Textural
2. Horizonte B Plânico
3. Horizonte B Latossolos
4. Horizonte B Incipiente
5. Horizonte Plíntico
6. Horizonte Litoplíntico
7. Horizonte Glei
8. Horizonte E Álbico
9. Fragipã
10. Duripã
11. Horizonte Cálcico
12. Horizonte Petrocálcio
13. Horizonte Sulfúrico
14. Horizonte Vértico
15. Horizonte B Nítico
16. Horizonte B Espódico
17. Ortstein

Classe: Horizontes Subsuperficiais – Horizonte B Textural

Project: ClassiSolos

Class Horizonte B Textural

Concrete Class Extends

Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. Horizonte B Plânico
2. ALISSOLOS HIPOCRÔMICOS Argilúvicos
3. ALISSOLOS CRÔMICOS Argilúvicos
4. PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS
5. CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS

Class Documentation:

É um horizonte mineral subsuperficial com textura franco arenosa ou mais fina (mais de 15% de argila) onde houve incremento de argila (fração < 0,002mm), orientada ou não, desde que não exclusivamente por descontinuidade, resultante de acumulação ou concentração absoluta ou relativa decorrente de processos de iluviação e/ou formação in situ e/ou herdada do material de origem e/ou infiltração de argila ou argila mais silte, com ou sem matéria orgânica e/ou destruição de argila no horizonte A e/ou perda de argila no horizonte A por erosão diferencial. O conteúdo de argila do horizonte B textural é maior que o do horizonte A e pode, ou não, ser maior que o do horizonte C.

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|---|--|---------|-------------|
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Grãos Simples</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Maciça</i> | Coerente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerosidade Moderada</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerosidade Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Forte</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerosidade Forte</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Subsuperficiais – Horizonte B Plânico**Project: ClassiSolos****Class Horizonte B Plânico****Concrete Class Extends**

Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais, Horizonte B Textural

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS

Class Documentation:

Horizonte mineral subsuperficial, não hidromórfico, textura argilosa ou muito argilosa, sem incremento de argila do horizonte A para B ou com pequeno incremento, porém não suficiente para caracterizar a relação textural B/A do horizonte B textural, atividade de argila baixa ou alta, estrutura em blocos subangulares, angulares ou prismática moderada ou forte.

| Template Slots | | | |
|---|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Grãos Simples</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Maciça</i> | Coerente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerosidade Moderada</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerosidade Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Forte</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerosidade Forte</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeríodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do solum. | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Subsuperficiais – Horizonte B Latossolos**Project: ClassiSolos****Class Horizonte B Latossolos****Concrete Class Extends**

Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

É um horizonte mineral subsuperficial, cujos constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização, explícita pela alteração quase completa dos minerais primários menos resistentes ao intemperismo e/ou de argila 2:1.

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|---|--|---------|-------------|
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pouco</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerosidade Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Difusa</i> | Quando a faixa é maior do que 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Granular</i> | Quando as unidades estruturais são pouco porosas. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Pequena</i> | ----- | Float | 0:1 |
| <i>Pequena</i> | ----- | Float | 0:1 |
| <i>Estrutura Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Moderada</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Macia</i> | A massa do solo é fracamente coerente e frágil. | Boolean | 0:1 |
| <i>Ligeiramente Dura</i> | Fracamente resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Dura</i> | Moderadamente resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Dura</i> | Muito resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Friável</i> | O material do solo esboroa-se facilmente sob pressão fraca e moderada entre o polegar e o indicador e agrega-se por compressão posterior. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Friável</i> | O material do solo esboroa-se com pressão muito leve, mas agrega-se por compressão posterior. | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Subsuperficiais – Horizonte B Incipiente**Project: ClassiSolos****Class Horizonte B Incipiente****Concrete Class Extends**

Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

CAMBISSOLOS HÍSTICOS Distróficos

Class Documentation:

Trata-se de horizonte subsuperficial, subjacente ao A, Ap, ou AB, que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, porém suficiente para o desenvolvimento de cor ou de estrutura, e no qual mais da metade do volume de todos os subhorizontes não deve consistir em estrutura da rocha original.

| Template Slots | | | |
|-------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Macia</i> | A massa do solo é fracamente coerente e frágil. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Subsuperficiais – Horizonte Plíntico**Project: ClassiSolos****Class Horizonte Plíntico****Concrete Class Extends**

Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS

Class Documentation:

O horizonte plíntico caracteriza-se pela presença de plintita em quantidade igual ou superior a 15% e espessura de pelo menos 15 cm.

| Template Slots | | | |
|-------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abundante</i> | | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|---|--|---------|-----|
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Moderada</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Dura</i> | Moderadamente resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Dura</i> | Muito resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Dura</i> | Extremamente resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Firme</i> | O material esboroa-se sob pressão moderada entre o indicador e o polegar, mas apresenta resistência distintamente perceptível. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Firme</i> | O material do solo esboroa-se sob forte pressão; dificilmente esmagável entre o indicador e o polegar. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Firme</i> | O material do solo somente se esboroa sob pressão muito forte, não pode ser esmagado entre o indicador e o polegar e deve ser fragmentado pedaço por pedaço. | Boolean | 0:1 |
| <i>Ligeiramente Plástica</i> | Forma-se um fio, que é facilmente deformado. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Plástica</i> | Forma-se um fio, sendo necessária muita pressão para deformá-lo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Ligeiramente Pegajosa</i> | Após cessar a pressão, o material adere a ambos os dedos, mas desprende-se de um deles perfeitamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pegajosa</i> | Após cessar a compressão, o material adere a ambos os dedos e, quando estes são afastados, tende a alongar-se um pouco e rompe-se, ao invés de desprender-se de qualquer um dos dedos. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Pegajosa</i> | Após a compressão, o material adere fortemente a ambos os dedos e alonga-se perceptivelmente quando eles são afastados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Suave Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por período significativo, mas não durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Subsuperficiais – Horizonte Litoplúntico**Project: ClassiSolos****Class Horizonte Litoplúntico****Concrete Class Extends**

Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

PLINTOSSOLOS PÉTRICOS

Class Documentation:

O horizonte é uma camada consolidada contínua ou praticamente contínua, endurecida por ferro ou ferro e alumínio, na qual o carbono orgânico está ausente ou presente em pouca quantidade.

Classe: Horizontes Subsuperficiais - Glei**Project: ClassiSolos****Class Horizonte Glei****Concrete Class Extends**

Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS
2. VERTISSOLOS HIDROMÓRFICOS

Class Documentation:

É um horizonte mineral subsuperficial ou eventualmente superficial, com espessura de 15cm ou mais, caracterizado por redução de ferro e prevalência do estado reduzido, no todo ou em parte, devido principalmente à água estagnada, como evidenciado por cores neutras ou próximas de neutras na matriz do horizonte, com ou sem mosqueados de cores mais vivas.

| Template Slots | | | |
|--------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente, que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tao lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Subsuperficiais - Horizonte E Álbico**Project: ClassiSolos****Class Horizonte E Álbico****Concrete Class Extends**

Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

É um horizonte comumente subsuperficial, no qual a remoção ou segregação de material coloidal e orgânico progrediu a tal ponto que a cor do horizonte é determinada principalmente pela cor das partículas primárias de areia e silte do que por revestimento nessas partículas.

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|-------------------------|--|---------|-------------|
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Subsuperficiais – Fragipã**Project: ClassiSolos****Class Fragipã****Concrete Class Extends**

Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

É um horizonte mineral subsuperficial, com 10 cm ou mais de espessura, usualmente de textura média ou algumas vezes arenosa ou raramente argilosa, que pode, mas não necessariamente, estar subjacente a um horizonte B Espódico, B Textural ou horizonte Álbico. Tem conteúdo de matéria orgânica muito baixo, a densidade do solo é alta em relação aos horizontes subjacentes e é aparentemente cimentado quando seco, tendo então consistência dura, muito dura ou extremamente dura.

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|-------------------------|--|---------|-------------|
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Arenosa</i> | Compreende as classes texturais de areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Dura</i> | Moderadamente resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|--------------------------|--|---------|-----|
| <i>Muito Dura</i> | Muito resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Dura</i> | Extremamente resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente, que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Subsuperficiais – Duripã

Project: ClassiSolos

Class Duripã

Concrete Class Extends

Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

É um horizonte mineral subsuperficial, com 10 cm ou mais de espessura, que apresenta grau variável de cimentação por sílica, podendo ainda conter óxido de ferro e carbonato de cálcio. Como resultado disto, os duripãs variam de aparência, porém todos apresentam consistência, quando úmidos, muito firme ou extremamente firme e são sempre quebradiços, mesmo após prolongado umedecimento.

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|---------------------------|--|---------|-------------|
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Firme</i> | O material do solo esboroa-se sob forte pressão; dificilmente esmagável entre o indicador e o polegar. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Firme</i> | O material do solo somente se esboroa sob pressão muito forte, não pode ser esmagado entre o indicador e o polegar e deve ser fragmentado pedaço por pedaço. | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente, que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Subsuperficiais – Horizonte Cálcico

Project: ClassiSolos

Class Horizonte Cálcico

Concrete Class Extends

Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. Horizonte Petrocálcio
2. CHERNOSSOLOS RÊNDZICOS
3. CAMBISSOLOS HÁPLICOS Carbonáticos
4. CHERNOSSOLOS HÁPLICOS Carbonáticos
5. CHERNOSSOLOS EBÂNICOS Carbonáticos
6. LUVISSOLOS HIPOCRÔMICOS Carbonáticos
7. LUVISSOLOS CRÔMICOS Carbonáticos
8. PLANOSSOLOS HÁPLICOS Carbonáticos
9. PLANOSSOLOS NÁTRICOS Carbonáticos
10. VERTISSOLOS CROMADOS Carbonáticos
11. VERTISSOLOS EBÂNICOS Carbonáticos
12. VERTISSOLOS HIDROMÓRFICOS Carbonáticos
13. CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS Carbonáticos

Class Documentation:

É um horizonte de acumulação de carbonato de cálcio. Esta acumulação normalmente está no horizonte C, mas pode ocorrer no horizonte B ou A.

Classe: Horizontes Subsuperficiais – Horizonte Perocálcico

Project: ClassiSolos

Class Horizonte Petrocálcio

Concrete Class Extends

Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais, Horizonte Cálcico

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

Com o enriquecimento em carbonatos, o horizonte cálcico tende progressivamente a se tornar obturado com carbonatos e cimentado, formando horizonte contínuo, endurecido, maciço, que passa a ser reconhecido como horizonte petrocálcico.

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|--------------------------|---|---------|-------------|
| <i>Estrutura Laminar</i> | A lâmina é aquela em que as partículas do solo estão arrançadas em torno de uma linha horizontal. As unidades estruturais tem aspecto de lâminas de espessura variável, porém, a linha horizontal é sempre maior. | Boolean | 0:1 |
| <i>Maciça</i> | Coerente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Dura</i> | Muito resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|---------------------------|--|---------|-----|
| <i>Extremamente Dura</i> | Extremamente resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Firme</i> | O material esboroa-se sob pressão moderada entre o indicador e o polegar, mas apresenta resistência distintamente perceptível. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Firme</i> | O material do solo esboroa-se sob forte pressão; dificilmente esmagável entre o indicador e o polegar. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Firme</i> | O material do solo somente se esboroa sob pressão muito forte, não pode ser esmagado entre o indicador e o polegar e deve ser fragmentado pedaço por pedaço. | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Subsuperficiais – Horizonte Sulfúrico

Project: ClassiSolos

Class Horizonte Sulfúrico

Concrete Class Extends

Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. GLEISSOLOS TIOMÓRFICOS
2. ORGANOSSOLOS TIOMÓRFICOS

Class Documentation:

O horizonte sulfúrico tem 15 cm ou mais de espessura e é composto de material mineral ou orgânico que apresenta valor de pH de 3,5 ou menor e mostra evidência de que o baixo valor de pH é causado por ácido sulfúrico.

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|--------------------------|---|---------|-------------|
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tao lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Subsuperficiais – Horizonte Vértico

Project: ClassiSolos

Class Horizonte Vértico

Concrete Class Extends

Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

É um horizonte mineral subsuperficial que, devido à expansão e contração das argilas, apresenta feições pedológicas típicas, que são as superfícies de fricção (“slickensides”) em quantidade no mínimo comum e/ou a presença de unidades estruturais cuneiformes e/ou paralelepípedicas, cujo eixo longitudinal está inclinado de 10 a 60° em relação à horizontal, e fendas em algum período mais seco do ano com pelo menos 1 cm de largura.

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|-------------------------------|---|---------|-------------|
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, sendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Muito Argilosa</i> | Compreende classe textural com mais de 60% de argila. | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Subsuperficiais - Horizonte B Nítico**Project: ClassiSolos****Class Horizonte B Nítico****Concrete Class Extends**

Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS

Class Documentation:

Horizonte mineral subsuperficial, não hidromórfico, textura argilosa ou muito argilosa, sem incremento de argila do horizonte A para B ou com pequeno incremento, porém não suficiente para caracterizar a relação textural B/A do horizonte B textural, atividade de argila baixa ou alta, estrutura em blocos subangulares, angulares ou prismática moderada ou forte.

| Template Slots | | | |
|---|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, sendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Muito Argilosa</i> | Compreende classe textural com mais de 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Subsuperficiais – Horizonte B Espódico**Project: ClassiSolos****Class Horizonte B Espódico****Concrete Class Extends**

Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. Ortstein
2. ESPODOSSOLOS CÁRBICOS
3. ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS

Class Documentation:

É um horizonte mineral subsuperficial que apresenta acumulação iluvial de matéria orgânica e compostos de alumínio, com presença ou não de ferro iluvial.

| Template Slots | | | |
|---|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Grãos Simples</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Maciça</i> | Coerente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Granular</i> | Quando as unidades estruturais são pouco porosas. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Laminar</i> | A lâmina é aquela em que as partículas do solo estão arrançadas em torno de uma linha horizontal. As unidades estruturais tem aspecto de lâminas de espessura variável, porém, a linha horizontal é sempre maior. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Arenosa</i> | Compreende as classes texturais de areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|---------------------------|--|---------|-----|
| <i>Muito Firme</i> | O material do solo esboroa-se sob forte pressão; dificilmente esmagável entre o indicador e o polegar. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Firme</i> | O material do solo somente se esboroa sob pressão muito forte, não pode ser esmagado entre o indicador e o polegar e deve ser fragmentado pedaço por pedaço. | Boolean | 0:1 |

Classe: Horizontes Subsuperficiais – Ortstein

Project: ClassiSolos

Class Ortstein

Concrete Class Extends

Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais, Horizonte B Espódico

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

None

Class Documentation:

É um horizonte B espódico, contínuo ou praticamente contínuo, cimentado por matéria orgânica e alumínio, com ou sem ferro, ocupando 50% ou mais da área do horizonte e com 2,5 cm ou mais de espessura.

| Template Slots | | | |
|---|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Grãos Simples</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Maciça</i> | Coerente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Granular</i> | Quando as unidades estruturais são pouco porosas. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Laminar</i> | A lâmina é aquela em que as partículas do solo estão arrançadas em torno de uma linha horizontal. As unidades estruturais tem aspecto de lâminas de espessura variável, porém, a linha horizontal é sempre maior. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|---------------------------|--|---------|-----|
| <i>Textura Arenosa</i> | Compreende as classes texturais de areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Firme</i> | O material do solo esboroa-se sob forte pressão; dificilmente esmagável entre o indicador e o polegar. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Firme</i> | O material do solo somente se esboroa sob pressão muito forte, não pode ser esmagado entre o indicador e o polegar e deve ser fragmentado pedaço por pedaço. | Boolean | 0:1 |

APÊNDICE G

Ontologias – Classificação

Classe: **Classificação**

Project: ClassiSolos

Class Classificação

Abstract Class Extends

Solos

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. ALISSOLOS
2. ARGISSOLOS
3. CAMBISSOLOS
4. CHERNOSSOLOS
5. ESPODOSSOLOS
6. GLEISSOLOS
7. LATOSSOLOS
8. LUVISSOLOS
9. NEOSSOLOS
10. NITOSSOLOS
11. ORGANOSSOLOS
12. PLANOSSOLOS
13. PLINTOSSOLOS
14. VERTISSOLOS

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|-------------------|---|--------|-------------|
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação – **ALISSOLOS**

Project: ClassiSolos

Class ALISSOLOS

Abstract Class Extends

Classificação

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. ALISSOLOS CRÔMICOS
2. ALISSOLOS HIPOCRÔMICOS

| Template Slots | | | |
|--------------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do solum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeriodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pouco Profundo</i> | Maior que 50cm e menor ou igual a 100 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, rendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Muito Argilosa</i> | Compreende classe textural com mais de 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Alta</i> | Valor superior ou igual a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação – **ALISSOLOS CRÔMICOS**

Project: ClassiSolos

Class ALISSOLOS CRÔMICOS

Abstract Class Extends

ALISSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. ALISSOLOS CRÔMICOS Órticos
2. ALISSOLOS CRÔMICOS Húmicos
3. ALISSOLOS CRÔMICOS Argilúvicos

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|--------------------------------|---|---------|-------------|
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do sólum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeriodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pouco Profundo</i> | Maior que 50cm e menor ou igual a 100 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, rendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Muito Argilosa</i> | Compreende classe textural com mais de 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Alta</i> | Valor superior ou igual a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Caráter Crômico</i> | O termo usado para caracterizar as modalidades de solos que apresentam, na maior parte do horizonte B, excluído o BC. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - ALISSOLOS HIPOCRÔMICOS

Project: ClassiSolos

Class ALISSOLOS HIPOCRÔMICOS

Abstract Class Extends

ALISSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. ALISSOLOS HIPOCRÔMICOS Órticos
2. ALISSOLOS HIPOCRÔMICOS Argilúvicos

| Template Slots | | | |
|--------------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do solum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeriodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pouco Profundo</i> | Maior que 50cm e menor ou igual a 100 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, rendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Muito Argilosa</i> | Compreende classe textural com mais de 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Alta</i> | Valor superior ou igual a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação - **ARGISSOLOS**

Project: ClassiSolos

Class ARGISSOLOS

Abstract Class Extends

Classificação

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. ARGISSOLOS ACINZENTADOS
2. ARGISSOLOS AMARELOS
3. ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS
4. ARGISSOLOS VERMELHOS

| Template Slots | | | |
|----------------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Fortemente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do perfil, sendo o equivalente de umidade média do perfil de maneira geral, inferior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis apresenta pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Acentuadamente e Drenado</i> | A água é removida rapidamente do solo, sendo o equivalente de umidade médio, do perfil, de maneira geral, superior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis têm pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente e Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do sólum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente e Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por período significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Arenosa</i> | Compreende as classes texturais de areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Baixa</i> | Valor inferior a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|-------------------|---|--------|-----|
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação – **ARGISSOLOS ACINZENTADOS**

Project: ClassiSolos

Class ARGISSOLOS ACINZENTADOS

Abstract Class Extends

ARGISSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. ARGISSOLOS ACINZENTADOS Distróficos
2. ARGISSOLOS ACINZENTADOS Eutróficos

| Template Slots | | | |
|--------------------------------|---|-------------|--------------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Fortemente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do perfil, sendo o equivalente de umidade média do perfil de maneira geral, inferior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis apresenta pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Acentuadamente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do solo, sendo o equivalente de umidade médio, do perfil, de maneira geral, superior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis têm pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do solum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por período significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Arenosa</i> | Compreende as classes texturais de areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|-------------------------|--|---------|-----|
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Baixa</i> | Valor inferior a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação – **ARGISSOLOS AMARELOS**

Project: ClassiSolos

Class ARGISSOLOS AMARELOS

Abstract Class Extends

ARGISSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. ARGISSOLOS AMARELOS Distróficos
2. ARGISSOLOS AMARELOS Eutróficos

| Template Slots | | | |
|--------------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Fortemente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do perfil, sendo o equivalente de umidade média do perfil de maneira geral, inferior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis apresenta pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Acentuadamente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do solo, sendo o equivalente de umidade médio, do perfil, de maneira geral, superior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis têm pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do solum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeriodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|-------------------------|--|---------|-----|
| <i>Textura Arenosa</i> | Compreende as classes texturais de areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Baixa</i> | Valor inferior a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação – **ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS**

Project: ClassiSolos

Class ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS

Abstract Class Extends

ARGISSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos
2. ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Alumínicos
3. ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|-------------------------------|---|---------|-------------|
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Fortemente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do perfil, sendo o equivalente de umidade média do perfil de maneira geral, inferior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis apresenta pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Acentuadamente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do solo, sendo o equivalente de umidade médio, do perfil, de maneira geral, superior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis têm pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do solum. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|--------------------------------|--|---------|-----|
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeríodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Arenosa</i> | Compreende as classes texturais de areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, rendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Baixa</i> | Valor inferior a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação – **ARGISSOLOS VERMELHOS**

Project: ClassiSolos

Class ARGISSOLOS VERMELHOS

Abstract Class Extends

ARGISSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos
2. ARGISSOLOS VERMELHOS Eutroféricos
3. ARGISSOLOS VERMELHOS Eutróficos

| Template Slots | | | |
|-------------------------------|--|-------------|--------------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Fortemente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do perfil, sendo o equivalente de umidade média do perfil de maneira geral, inferior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis apresenta pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Acentuadamente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do solo, sendo o equivalente de umidade médio, do perfil, de maneira geral, superior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis têm pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|--------------------------------|---|---------|-----|
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do solum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeriodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Arenosa</i> | Compreende as classes texturais de areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, rendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Baixa</i> | Valor inferior a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação - CAMBISSOLOS

Project: ClassiSolos

Class CAMBISSOLOS

Abstract Class Extends

Classificação

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. CAMBISSOLOS HÁPLICOS
2. CAMBISSOLOS HÍSTICOS
3. CAMBISSOLOS HÚMICOS

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|---------------------------|--|---------|-------------|
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Raso</i> | Menor ou igual a 50 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pouco Profundo</i> | Maior que 50cm e menor ou igual a 100 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Fortemente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do perfil, sendo o equivalente de umidade média do perfil de maneira geral, inferior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis apresenta pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|---|---|---------|-----|
| <i>Acentuadamente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do solo, sendo o equivalente de umidade médio, do perfil, de maneira geral, superior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis têm pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do solum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por período significativo, mas não durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Granular</i> | Quando as unidades estruturais são pouco porosas. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação – CAMBISSOLOS HÍSTICOS

Project: ClassiSolos

Class CAMBISSOLOS HÍSTICOS

Abstract Class Extends

CAMBISSOLOS, Horizonte Hístico

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. CAMBISSOLOS HÍSTICOS Alumínicos
2. CAMBISSOLOS HÍSTICOS Distróficos

| Template Slots | | | |
|-------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Raso</i> | Menor ou igual a 50 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pouco Profundo</i> | Maior que 50cm e menor ou igual a 100 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|---|---|---------|-----|
| <i>Fortemente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do perfil, sendo o equivalente de umidade média do perfil de maneira geral, inferior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis apresenta pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Acentuadamente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do solo, sendo o equivalente de umidade médio, do perfil, de maneira geral, superior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis têm pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do solum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por período significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Granular</i> | Quando as unidades estruturais são pouco porosas. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente,que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente estáã superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação – CAMBISSOLOS HÚMICOS

Project: ClassiSolos

Class CAMBISSOLOS HÚMICOS

Abstract Class Extends

CAMBISSOLOS, Horizonte A Húmico

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. CAMBISSOLOS HÚMICOS Aluminoférricos
2. CAMBISSOLOS HÚMICOS Alumínicos

3. CAMBISSOLOS HÚMICOS Distroféricos
4. CAMBISSOLOS HÚMICOS Distróficos

| Template Slots | | | |
|---|---|-------------|--------------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Raso</i> | Menor ou igual a 50 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pouco Profundo</i> | Maior que 50cm e menor ou igual a 100 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Fortemente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do perfil, sendo o equivalente de umidade média do perfil de maneira geral, inferior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis apresenta pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Acentuadamente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do solo, sendo o equivalente de umidade médio, do perfil, de maneira geral, superior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis têm pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do solum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por período significativo, mas não durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Granular</i> | Quando as unidades estruturais são pouco porosas. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação – CAMBISSOLOS HÁPLICOS

Project: ClassiSolos

Class CAMBISSOLOS HÁPLICOS

Abstract Class Extends

CAMBISSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. CAMBISSOLOS HÁPLICOS Alumínicos
2. CAMBISSOLOS HÁPLICOS Sálícos
3. CAMBISSOLOS HÁPLICOS Sódícos
4. CAMBISSOLOS HÁPLICOS Distroféricos
5. CAMBISSOLOS HÁPLICOS Eutroféricos
6. CAMBISSOLOS HÁPLICOS Perféricos
7. CAMBISSOLOS HÁPLICOS Ta Eutróficos
8. CAMBISSOLOS HÁPLICOS Ta Distróficos
9. CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos
10. CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos
11. CAMBISSOLOS HÁPLICOS Carbonáticos

| Template Slots | | | |
|--------------------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Raso</i> | Menor ou igual a 50 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pouco Profundo</i> | Maior que 50cm e menor ou igual a 100 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Fortemente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do perfil, sendo o equivalente de umidade média do perfil de maneira geral, inferior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis apresenta pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Acentuadamente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do solo, sendo o equivalente de umidade médio, do perfil, de maneira geral, superior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis têm pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do sólum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por o período significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Granular</i> | Quando as unidades estruturais são pouco porosas. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|---|--|---------|-----|
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação - **CHERNOSSOLOS**

Project: ClassiSolos

Class **CHERNOSSOLOS**

Abstract Class Extends

Classificação

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. CHERNOSSOLOS EBÂNICOS
2. CHERNOSSOLOS HÁPLICOS
3. CHERNOSSOLOS RÊNDZICOS
4. CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS

| Template Slots | | | |
|--------------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do solum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeríodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Alta</i> | Valor superior ou igual a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação – **CHERNOSSOLOS RÊNDZICOS**

Project: ClassiSolos

Class CHERNOSSOLOS RÊNDZICOS

Abstract Class Extends

CHERNOSSOLOS, Horizonte A Chernozêmico, Horizonte Cálcico

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. CHERNOSSOLOS RÊNDZICOS Líticos
2. CHERNOSSOLOS RÊNDZICOS Saprolíticos

| Template Slots | | | |
|--------------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do solum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeríodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Alta</i> | Valor superior ou igual a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Estrutura Moderada</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Forte</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Dura</i> | Moderadamente resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Dura</i> | Muito resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Dura</i> | Extremamente resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Caráter Carbonático</i> | Propriedade referente à presença de 15% ou mais de CaCO ₃ equivalente (% por peso), sob qualquer forma de segregação, inclusive concreções. | Boolean | 0:1 |
| <i>Contato Lítico</i> | Termo empregado para designar material subjacene ao solo (exclusive horizonte petrocálcico, horizonte litoplíntico, duripã e fragipã). Sua coesão é de tal ordem que mesmo quando úmido torna a escavação com a pá radicular, o qual fica limitado às fendas que por ventura ocorram. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **CHERNOSSOLOS EBÂNICOS**

Project: ClassiSolos

Class CHERNOSSOLOS EBÂNICOS

Abstract Class Extends

CHERNOSSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. CHERNOSSOLOS EBÂNICOS Órticos
2. CHERNOSSOLOS EBÂNICOS Carbonáticos

| Template Slots | | | |
|--------------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do sólum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeríodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Alta</i> | Valor superior ou igual a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Caráter Ebânico</i> | Termo utilizado para individualizar classes de solos de coloração escura, quase preta. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS**

Project: ClassiSolos

Class CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS

Abstract Class Extends

CHERNOSSOLOS, Horizonte B Textural, Horizonte B Nítico

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS Férricos
2. CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS Carbonáticos
3. CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS Órticos

| Template Slots | | | |
|---|---|-------------|--------------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do solum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por período significativo, mas não durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Alta</i> | Valor superior ou igual a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Grãos Simples</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Maciça</i> | Coerente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerosidade Moderada</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerosidade Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Forte</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerosidade Forte</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Muito Argilosa</i> | Compreende classe textural com mais de 60% de argila. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|--------------------------------------|---|---------|-----|
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Moderada</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Difusa</i> | Quando a faixa é maior do que 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **CHERNOSSOLOS HÁPLICOS**

Project: ClassiSolos

Class CHERNOSSOLOS HÁPLICOS

Abstract Class Extends

CHERNOSSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. CHERNOSSOLOS HÁPLICOS Férricos
2. CHERNOSSOLOS HÁPLICOS Órticos
3. CHERNOSSOLOS HÁPLICOS Carbonáticos

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|--------------------------------|---|---------|-------------|
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do sólum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeríodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Alta</i> | Valor superior ou igual a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação - **ESPODOSSOLOS**

Project: ClassiSolos

Class ESPODOSSOLOS

Abstract Class Extends

Classificação

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. ESPODOSSOLOS CÁRBICOS
2. ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS

| Template Slots | | | |
|--------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Suave Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Arenosa</i> | Compreende as classes texturais de areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **ESPODOSSOLOS CÁRBICOS**

Project: ClassiSolos

Class ESPODOSSOLOS CÁRBICOS

Abstract Class Extends

ESPODOSSOLOS, Horizonte B Espódico

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. ESPODOSSOLOS CÁRBICOS Hidromórficos
2. ESPODOSSOLOS CÁRBICOS Hiperessposos
3. ESPODOSSOLOS CÁRBICOS Órticos

| Template Slots | | | |
|---|---|-------------|--------------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Suave Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Arenosa</i> | Compreende as classes texturais de areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Grãos Simples</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Maciça</i> | Coerente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Granular</i> | Quando as unidades estruturais são pouco porosas. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Laminar</i> | A lâmina é aquela em que as partículas do solo estão arranjadas em torno de uma linha horizontal. As unidades estruturais tem aspecto de lâminas de espessura variável, porém, a linha horizontal é sempre maior. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Firme</i> | O material do solo esboroa-se sob forte pressão; dificilmente esmagável entre o indicador e o polegar. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Firme</i> | O material do solo somente se esboroa sob pressão muito forte, não pode ser esmagado entre o indicador e o polegar e deve ser fragmentado pedaço por pedaço. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS**

Project: ClassiSolos

Class ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS

Abstract Class Extends

ESPODOSSOLOS, Horizonte B Espódico

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS Hidromórficos
2. ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS Hiperespessos
3. ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS Órticos

| Template Slots | | | |
|--------------------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Suave Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Arenosa</i> | Compreende as classes texturais de areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Grãos Simples</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Maciça</i> | Coerente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|---|---|---------|-----|
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Granular</i> | Quando as unidades estruturais são pouco porosas. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Laminar</i> | A lâmina é aquela em que as partículas do solo estão arrançadas em torno de uma linha horizontal. As unidades estruturais tem aspecto de lâminas de espessura variável, porém, a linha horizontal é sempre maior. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Firme</i> | O material do solo esboroa-se sob forte pressão; dificilmente esmagável entre o indicador e o polegar. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Firme</i> | O material do solo somente se esboroa sob pressão muito forte, não pode ser esmagado entre o indicador e o polegar e deve ser fragmentado pedaço por pedaço. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **GLEISSOLOS**

Project: ClassiSolos

Class GLEISSOLOS

Abstract Class Extends

Classificação

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. GLEISSOLOS SÁLICOS
2. GLEISSOLOS HÁPLICOS
3. GLEISSOLOS MELÂNICOS
4. GLEISSOLOS TIOMÓRFICOS

| Template Slots | | | |
|--------------------------------------|--|-------------|--------------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abundante</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente, que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tao lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Arenosa</i> | Compreende as classes texturais de areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|---|---|---------|-----|
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **GLEISSOLOS TIOMÓRFICOS**

Project: ClassiSolos

Class GLEISSOLOS TIOMÓRFICOS

Abstract Class Extends

GLEISSOLOS, Horizonte Sulfúrico

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. GLEISSOLOS TIOMÓRFICOS Hísticos
2. GLEISSOLOS TIOMÓRFICOS Húmicos

| Template Slots | | | |
|---|--|-------------|--------------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abundante</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente, que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Arenosa</i> | Compreende as classes texturais de areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|------------------------------|--|---------|-----|
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |
| <i>Materiais Sulfídricos</i> | São aqueles que contém compostos de enxofre oxidáveis e ocorrem em solos de natureza mineral ou orgânica, localizados em áreas encharcadas, com valor de pH maior que 3,5. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **GLEISSOLOS SÁLICOS**

Project: ClassiSolos

Class GLEISSOLOS SÁLICOS

Abstract Class Extends

GLEISSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. GLEISSOLOS SÁLICOS Sódicos
2. GLEISSOLOS SÁLICOS Órticos

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|---|--|---------|-------------|
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abundante</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente, que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Arenosa</i> | Compreende as classes texturais de areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|-----------------------|--|---------|-----|
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Caráter Sáfico</i> | Propriedade referente à presença de sais mais solúveis em água fria que o sulfato de cálcio (gesso), em quantidade tóxica à maioria das culturas, expressa por condutividade elétrica no extrato de saturação maior que ou igual a 7dS/m (a 25oC), em alguma época do ano. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **GLEISSOLOS MELÂNICOS**

Project: ClassiSolos

Class GLEISSOLOS MELÂNICOS

Abstract Class Extends

GLEISSOLOS, Horizonte Hístico, Horizonte A Húmico

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. GLEISSOLOS MELÂNICOS Alumínicos
2. GLEISSOLOS MELÂNICOS Distróficos
3. GLEISSOLOS MELÂNICOS Carbonáticos
4. GLEISSOLOS MELÂNICOS Eutróficos

| Template Slots | | | |
|---|--|-------------|--------------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abundante</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente, que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Arenosa</i> | Compreende as classes texturais de areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria dos vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|-----------------------------|---|---------|-----|
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **GLEISSOLOS HÁPLICOS**

Project: ClassiSolos

Class GLEISSOLOS HÁPLICOS

Abstract Class Extends

GLEISSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. GLEISSOLOS HÁPLICOS Ta Alumínicos
2. GLEISSOLOS HÁPLICOS Ta Distróficos
3. GLEISSOLOS HÁPLICOS Ta Carbonáticos
4. GLEISSOLOS HÁPLICOS Ta Eutróficos
5. GLEISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos
6. GLEISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|--------------------------|--|---------|-------------|
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abundante</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente, que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Arenosa</i> | Compreende as classes texturais de areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|---|---|---------|-----|
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação - **LATOSSOLOS**

Project: ClassiSolos

Class LATOSSOLOS

Abstract Class Extends

Classificação

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. LATOSSOLOS BRUNOS
2. LATOSSOLOS AMARELOS
3. LATOSSOLOS VERMELHOS
4. LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|-------------------------------|--|---------|-------------|
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Fortemente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do perfil, sendo o equivalente de umidade média do perfil de maneira geral, inferior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis apresenta pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Acentuadamente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do solo, sendo o equivalente de umidade médio, do perfil, de maneira geral, superior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis têm pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Profundo</i> | Maior que 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|-----------------------|---|---------|-----|
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Difusa</i> | Quando a faixa é maior do que 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Suave Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **LATOSSOLOS BRUNOS**

Project: ClassiSolos

Class LATOSSOLOS BRUNOS

Abstract Class Extends

LATOSSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. LATOSSOLOS BRUNOS Ácricos
2. LATOSSOLOS BRUNOS Alumínicos
3. LATOSSOLOS BRUNOS Distróficos

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|-------------------------------|--|---------|-------------|
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Fortemente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do perfil, sendo o equivalente de umidade média do perfil de maneira geral, inferior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis apresenta pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Acentuadamente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do solo, sendo o equivalente de umidade médio, do perfil, de maneira geral, superior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis têm pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Profundo</i> | Maior que 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Difusa</i> | Quando a faixa é maior do que 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|-------------------------------|---|---------|-----|
| <i>Suave Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Textura Muito Argilosa</i> | Compreende classe textural com mais de 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **LATOSSOLOS AMARELOS**

Project: ClassiSolos

Class LATOSSOLOS AMARELOS

Abstract Class Extends

LATOSSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. LATOSSOLOS AMARELOS Coesos
2. LATOSSOLOS AMARELOS Acriférricos
3. LATOSSOLOS AMARELOS Distroférricos
4. LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos
5. LATOSSOLOS AMARELOS Eutróficos
6. LATOSSOLOS AMARELOS Ácricos

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|-------------------------------|--|---------|-------------|
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Fortemente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do perfil, sendo o equivalente de umidade média do perfil de maneira geral, inferior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis apresenta pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Acentuadamente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do solo, sendo o equivalente de umidade médio, do perfil, de maneira geral, superior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis têm pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Profundo</i> | Maior que 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Difusa</i> | Quando a faixa é maior do que 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|-----------------------|---|---------|-----|
| <i>Suave Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **LATOSSOLOS VERMELHOS**

Project: ClassiSolos

Class LATOSSOLOS VERMELHOS

Abstract Class Extends

LATOSSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. LATOSSOLOS VERMELHOS Perfêrricos
2. LATOSSOLOS VERMELHOS Aluminofêrricos
3. LATOSSOLOS VERMELHOS Acrifêrricos
4. LATOSSOLOS VERMELHOS Eutrofêrricos
5. LATOSSOLOS VERMELHOS Distrofêrricos
6. LATOSSOLOS VERMELHOS Ácricos
7. LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos
8. LATOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|-------------------------------|--|---------|-------------|
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Fortemente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do perfil, sendo o equivalente de umidade média do perfil de maneira geral, inferior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis apresenta pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Acentuadamente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do solo, sendo o equivalente de umidade médio, do perfil, de maneira geral, superior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis têm pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Profundo</i> | Maior que 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Difusa</i> | Quando a faixa é maior do que 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|-----------------------|---|---------|-----|
| <i>Suave Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS**

Project: ClassiSolos

Class LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS

Abstract Class Extends

LATOSSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Acriférricos
2. LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Ácricos
3. LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distroférricos
4. LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos
5. LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos

| Template Slots | | | |
|-------------------------------|--|-------------|--------------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Fortemente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do perfil, sendo o equivalente de umidade média do perfil de maneira geral, inferior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis apresenta pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Acentuadamente Drenado</i> | A água é removida rapidamente do solo, sendo o equivalente de umidade médio, do perfil, de maneira geral, superior a 18g de água/100g, e a maioria dos perfis têm pequena diferenciação de horizontes. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Profundo</i> | Maior que 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Difusa</i> | Quando a faixa é maior do que 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|-----------------------|---|---------|-----|
| <i>Suave Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação - **LUVISSOLOS**

Project: ClassiSolos

Class LUVISSOLOS

Abstract Class Extends

Classificação

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. LUVISSOLOS CRÔMICOS
2. LUVISSOLOS HIPOCRÔMICOS

| Template Slots | | | |
|--------------------------------|--|-------------|--------------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pouco Profundo</i> | Maior que 50cm e menor ou igual a 100 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do solum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeríodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pedregosa</i> | Ocorrência de calhaus e matações ocupando 3 a 15% da massa do solo e/ou da superfície do terreno (distanciando-se por 0,75 a 1,5m), tornando impraticáveis o uso de maquinaria, com exceção de máquinas leves e implementos agrícolas manuais. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|---|--|---------|-----|
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Alta</i> | Valor superior ou igual a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **LUVISSOLOS CRÔMICOS**

| Project: ClassiSolos | | | |
|---|--|-------------|--------------------|
| Class LUVISSOLOS CRÔMICOS | | | |
| Abstract Class Extends LUVISSOLOS | | | |
| Direct Instances: None | | | |
| Direct Subclasses: | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. LUVISSOLOS CRÔMICOS Pálicos 2. LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos 3. LUVISSOLOS CRÔMICOS Carbonáticos | | | |
| Template Slots | | | |
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pouco Profundo</i> | Maior que 50cm e menor ou igual a 100 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do solum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeríodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pedregosa</i> | Ocorrência de calhaus e matações ocupando 3 a 15% da massa do solo e/ou da superfície do terreno (distanciando-se por 0,75 a 1,5m), tornando impraticáveis o uso de maquinaria, com exceção de máquinas leves e implementos agrícolas manuais. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|---|---|---------|-----|
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Alta</i> | Valor superior ou igual a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Caráter Crômico</i> | O termo usado para caracterizar as modalidades de solos que apresentam, na maior parte do horizonte B, excluído o BC. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **LUVISSOLOS HIPOCRÔMICOS**

Project: ClassiSolos

Class LUVISSOLOS HIPOCRÔMICOS

Abstract Class Extends

LUVISSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. LUVISSOLOS HIPOCRÔMICOS Órticos
2. LUVISSOLOS HIPOCRÔMICOS Carbonáticos

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|--------------------------------|---|---------|-------------|
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pouco Profundo</i> | Maior que 50cm e menor ou igual a 100 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do sólum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeríodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|---|--|---------|-----|
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pedregosa</i> | Ocorrência de calhaus e matações ocupando 3 a 15% da massa do solo e/ou da superfície do terreno (distanciando-se por 0,75 a 1,5m), tornando impraticáveis o uso de maquinaria, com exceção de máquinas leves e implementos agrícolas manuais. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Alta</i> | Valor superior ou igual a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação - **NEOSSOLOS**

Project: ClassiSolos

Class NEOSSOLOS

Abstract Class Extends

Classificação

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. NEOSSOLOS LITÓLICOS
2. NEOSSOLOS FLÚVICOS
3. NEOSSOLOS REGOLÍTICOS
4. NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|--------------------------|---|---------|-------------|
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **NEOSSOLOS LITÓLICOS**

Project: ClassiSolos

Class NEOSSOLOS LITÓLICOS

Abstract Class Extends

NEOSSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. NEOSSOLOS LITÓLICOS Hísticos
2. NEOSSOLOS LITÓLICOS Psamíticos
3. NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos
4. NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos
5. NEOSSOLOS LITÓLICOS Carbonáticos
6. NEOSSOLOS LITÓLICOS Húmicos

| Template Slots | | | |
|--------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Contato Lítico</i> | Termo empregado para designar material subjacente ao solo (exclusive horizonte petrocálcico, horizonte litoplântico, duripã e fragipã). Sua coesão é de tal ordem que mesmo quando úmido torna a escavação com a pá radicular, o qual fica limitado às fendas que por ventura ocorram. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **NEOSSOLOS FLÚVICOS**

Project: ClassiSolos

Class NEOSSOLOS FLÚVICOS

Abstract Class Extends

NEOSSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. NEOSSOLOS FLÚVICOS Sálcos
2. NEOSSOLOS FLÚVICOS Sódicos
3. NEOSSOLOS FLÚVICOS Carbonáticos
4. NEOSSOLOS FLÚVICOS Psamíticos
5. NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb Distróficos
6. NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb Eutróficos
7. NEOSSOLOS FLÚVICOS Ta Eutróficos

| Template Slots | | | |
|--------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação - **NEOSSOLOS REGOLÍTICOS**

| Project: ClassiSolos | | | |
|--|--|---------|-------------|
| Class NEOSSOLOS REGOLÍTICOS | | | |
| Abstract Class Extends NEOSSOLOS | | | |
| Direct Instances: None | | | |
| Direct Subclasses: | | | |
| 1. NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Psamíticos | | | |
| 2. NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Distróficos | | | |
| 3. NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Eutróficos | | | |
| Template Slots | | | |
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Contato Lítico</i> | Termo empregado para designar material subjacente ao solo (exclusive horizonte petrocálcico, horizonte litoplântico, duripã e fragipã). Sua coesão é de tal ordem que mesmo quando úmido torna a escavação com a pá radicular, o qual fica limitado às fendas que por ventura ocorram. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS**

| | | | |
|--|--|--|--|
| Project: ClassiSolos | | | |
| Class NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS | | | |
| Abstract Class Extends NEOSSOLOS | | | |
| Direct Instances: None | | | |
| Direct Subclasses: | | | |
| 1. NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Hidromórficos | | | |
| 2. NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos | | | |

| Template Slots | | | |
|--------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Textura Arenosa</i> | Compreende as classes texturais de areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **NITOSSOLOS**

Project: ClassiSolos

Class NITOSSOLOS

Abstract Class Extends

Classificação

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. NITOSSOLOS VERMELHOS
2. NITOSSOLOS HÁPLICOS

| Template Slots | | | |
|-------------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Muito Argilosa</i> | Compreende classe textural com mais de 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Difusa</i> | Quando a faixa é maior do que 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Baixa</i> | Valor inferior a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - NITOSSOLOS VERMELHOS

Project: ClassiSolos

Class NITOSSOLOS VERMELHOS

Abstract Class Extends

NITOSSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. NITOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos
2. NITOSSOLOS VERMELHOS Distróficos
3. NITOSSOLOS VERMELHOS Eutroféricos
4. NITOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|-------------------------------|---|---------|-------------|
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Muito Argilosa</i> | Compreende classe textural com mais de 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, sendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Difusa</i> | Quando a faixa é maior do que 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Baixa</i> | Valor inferior a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação - NITOSSOLOS HÁPLICOS

Project: ClassiSolos

Class NITOSSOLOS HÁPLICOS

Abstract Class Extends

NITOSSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. NITOSSOLOS HÁPLICOS Distróficos

2. NITOSSOLOS HÁPLICOS Alumínicos
3. NITOSSOLOS HÁPLICOS Eutróficos

| Template Slots | | | |
|-------------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Muito Argilosa</i> | Compreende classe textural com mais de 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, sendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Difusa</i> | Quando a faixa é maior do que 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Bem Drenado</i> | A água é removida do solo facilmente, porém não rapidamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Atividade Baixa</i> | Valor inferior a 27 cmolc/kg. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação - **ORGANOSSOLOS**

Project: ClassiSolos

Class ORGANOSSOLOS

Abstract Class Extends

Classificação

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. ORGANOSSOLOS FÓLICOS
2. ORGANOSSOLOS MÉSICOS
3. ORGANOSSOLOS HÁPLICOS
4. ORGANOSSOLOS TIOMÓRFICOS

| Template Slots | | | |
|-------------------|---|--------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

| | | | |
|--------------------------|--|---------|-----|
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente, que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **ORGANOSSOLOS TIOMÓRFICOS**

Project: ClassiSolos

Class ORGANOSSOLOS TIOMÓRFICOS

Abstract Class Extends

ORGANOSSOLOS, Horizonte Sulfúrico

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. ORGANOSSOLOS TIOMÓRFICOS Fíbricos
2. ORGANOSSOLOS TIOMÓRFICOS Hêmicos
3. ORGANOSSOLOS TIOMÓRFICOS Sáprios

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|------------------------------|--|---------|-------------|
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente, que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Materiais Sulfídricos</i> | São aqueles que contêm compostos de enxofre oxidáveis e ocorrem em solos de natureza mineral ou orgânica, localizados em áreas encharcadas, com valor de pH maior que 3,5. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **ORGANOSSOLOS FÓLICOS**

Project: ClassiSolos

Class ORGANOSSOLOS FÓLICOS

Abstract Class Extends

ORGANOSSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

ORGANOSSOLOS FÓLICOS Fíbricos

| Template Slots | | | |
|--------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente, que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tao lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação - **ORGANOSSOLOS MÉSICOS**

Project: ClassiSolos

Class ORGANOSSOLOS MÉSICOS

Abstract Class Extends

ORGANOSSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. ORGANOSSOLOS MÉSICOS Hêmicos
2. ORGANOSSOLOS MÉSICOS Sápricos

| Template Slots | | | |
|--------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente, que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tao lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|-------------------|---|--------|-----|
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação - **ORGANOSSOLOS HÁPLICOS**

Project: ClassiSolos

Class ORGANOSSOLOS HÁPLICOS

Abstract Class Extends

ORGANOSSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. ORGANOSSOLOS HÁPLICOS Fíbricos
2. ORGANOSSOLOS HÁPLICOS Hêmicos
3. ORGANOSSOLOS HÁPLICOS Sápricos

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|--------------------------|--|---------|-------------|
| <i>Material Orgânico</i> | É aquele constituído por compostos orgânicos, podendo comportar proporção variavelmente maior ou menor de material mineral. | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente, que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tao lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação - **PLANOSSOLOS**

Project: ClassiSolos

Class PLANOSSOLOS

Abstract Class Extends

Classificação

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. PLANOSSOLOS NÁTRICOS
2. PLANOSSOLOS HÁPLICOS
3. PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS

| Template Slots | | | |
|--------------------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por o período significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente,que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente estáá superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Colunar</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente arredondada. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos sao muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Suave Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **PLANOSSOLOS NÁTRICOS**

Project: ClassiSolos

Class PLANOSSOLOS NÁTRICOS

Abstract Class Extends

PLANOSSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. PLANOSSOLOS NÁTRICOS Sálícos
2. PLANOSSOLOS NÁTRICOS Órtícos
3. PLANOSSOLOS NÁTRICOS Carbonáticos

| Template Slots | | | |
|-------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|--------------------------------------|--|---------|-----|
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeríodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente,que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente estáa superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Colunar</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente arredondada. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos sao muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Suave Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Caráter Sódico</i> | O termo usado para distinguir horizontes ou camadas que apresentam saturação por sódio $(100Na^+/T) \geq 15\%$, em alguma parte da seção de controle que defina a classe. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS**

Project: ClassiSolos

Class PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS

Abstract Class Extends

PLANOSSOLOS, Horizonte Gleí, Horizonte B Plânico

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS Sálícos
2. PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS Eutrófícos
3. PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS Distrófícos

Template Slots

| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
|--------------------------------|---|---------|-------------|
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeríodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|---|---|---------|-----|
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente, que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Colunar</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente arredondada. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Suave Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Moderadamente Drenado</i> | A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo de que o perfil permanece molhado por pequena, mas significativa parte do tempo. Seus solos apresentam uma camada de permeabilidade lenta no ou imediatamente abaixo do solum. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Grãos Simples</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Maciça</i> | Coerente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerosidade Moderada</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerosidade Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Forte</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|-------------------------|---|---------|-----|
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, sendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerosidade Forte</i> | ----- | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **PLANOSSOLOS HÁPLICOS**

Project: ClassiSolos

Class PLANOSSOLOS HÁPLICOS

Abstract Class Extends

PLANOSSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. PLANOSSOLOS HÁPLICOS Sálícos
2. PLANOSSOLOS HÁPLICOS Eutrófícos
3. PLANOSSOLOS HÁPLICOS Distrófícos
4. PLANOSSOLOS HÁPLICOS Carbonáticos

| Template Slots | | | |
|--------------------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeríodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente,que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente estáa superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Colunar</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente arredondada. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos sao muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Suave Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação - PLINTOSSOLO

Project: ClassiSolos

Class PLINTOSSOLOS

Abstract Class Extends

Classificação

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. PLINTOSSOLOS HÁPLICOS
2. PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS
3. PLINTOSSOLOS PÉTRICOS

| Template Slots | | | |
|--------------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeriodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente,que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente estáà superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos sao muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Suave Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives acentuados, entre 8 e 20%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **PLINTOSSOLOS PÉTRICOS**

Project: ClassiSolos

Class PLINTOSSOLOS PÉTRICOS

Abstract Class Extends

PLINTOSSOLOS, Horizonte Litoplântico

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Litoplânticos
2. PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Concrecionários Distróficos
3. PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Concrecionários Eutróficos

| Template Slots | | | |
|--------------------------------|---|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeríodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente,que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente estáa superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos sao muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Suave Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives acentuados, entre 8 e 20%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Petroplintita</i> | Material normalmente proveniente da plintita, que sob efeito de ciclos repetitivos de umedecimento e secagem sofre consolidação irreversível, dando lugar à formação de concreções ferruginosas de dimensões e formas variáveis(laminar, nodular, esferoidal ou irregular) individualizadas ou aglomeradas. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS**

Project: ClassiSolos

Class PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS

Abstract Class Extends

PLINTOSSOLOS, Horizonte B Textural, Horizonte Plíntico

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS Alumínicos
2. PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS Distróficos
3. PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS Eutróficos

| Template Slots | | | |
|--------------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeríodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente,que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente estáà superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos sao muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Suave Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives acentuados, entre 8 e 20%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Grãos Simples</i> | | Boolean | 0:1 |
| <i>Maciça</i> | Coerente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Clara</i> | Quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Gradual</i> | Quando a faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm. | Boolean | 0:1 |

| | | | |
|---|--|---------|-----|
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerosidade Moderada</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerosidade Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Forte</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Fraca</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, sendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Cerosidade Forte</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Abundante</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Moderada</i> | ----- | Boolean | 0:1 |
| <i>Dura</i> | Moderadamente resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Dura</i> | Muito resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Dura</i> | Extremamente resistente à pressão. | Boolean | 0:1 |
| <i>Firme</i> | O material esboroa-se sob pressão moderada entre o indicador e o polegar, mas apresenta resistência distintamente perceptível. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Firme</i> | O material do solo esboroa-se sob forte pressão; dificilmente esmagável entre o indicador e o polegar. | Boolean | 0:1 |
| <i>Extremamente Firme</i> | O material do solo somente se esboroa sob pressão muito forte, não pode ser esmagado entre o indicador e o polegar e deve ser fragmentado pedaço por pedaço. | Boolean | 0:1 |
| <i>Ligeiramente Plástica</i> | Forma-se um fio, que é facilmente deformado. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Plástica</i> | Forma-se um fio, sendo necessária muita pressão para deformá-lo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Ligeiramente Pegajosa</i> | Após cessar a pressão, o material adere a ambos os dedos, mas desprende-se de um deles perfeitamente. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pegajosa</i> | Após cessar a compressão, o material adere a ambos os dedos e, quando estes são afastados, tende a alongar-se um pouco e rompe-se, ao invés de desprender-se de qualquer um dos dedos. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Pegajosa</i> | Após a compressão, o material adere fortemente a ambos os dedos e alonga-se perceptivelmente quando eles são afastados. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **PLINTOSSOLOS HÁPLICOS**

Project: ClassiSolos

Class PLINTOSSOLOS HÁPLICOS

Abstract Class Extends

PLINTOSSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. PLINTOSSOLOS HÁPLICOS Distróficos
2. PLINTOSSOLOS HÁPLICOS Eutróficos

| Template Slots | | | |
|--------------------------------|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Abrupta</i> | Quando a faixa de separação é menor do que 2,5 cm. | Boolean | 0:1 |
| <i>Imperfeitamente Drenado</i> | A água removida lentamente do solo, de tal modo que ele permanece molhado por oeríodo significativo,mas nao durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente,que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente estáã superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Média</i> | Compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. | Boolean | 0:1 |
| <i>Plano</i> | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos sao muito pequenos. Declividades menores que 3%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Suave Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Ondulado</i> | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives acentuados, entre 8 e 20%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Baixa</i> | Inferior a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |

Classe: Classificação - **VERTISSOLOS**

Project: ClassiSolos

Class VERTISSOLOS

Abstract Class Extends

Classificação

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. VERTISSOLOS EBÂNICOS
2. VERTISSOLOS CROMADOS
3. VERTISSOLOS HIDROMÓRFICOS

| Template Slots | | | |
|---|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Raso</i> | Menor ou igual a 50 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pouco Profundo</i> | Maior que 50cm e menor ou igual a 100 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, sendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Muito Argilosa</i> | Compreende classe textural com mais de 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **VERTISSOLOS HIDROMÓRFICOS**

Project: ClassiSolos

Class VERTISSOLOS HIDROMÓRFICOS

Abstract Class Extends

VERTISSOLOS, Horizonte Glei

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. VERTISSOLOS HIDROMÓRFICOS Sódicos
2. VERTISSOLOS HIDROMÓRFICOS Sálidos
3. VERTISSOLOS HIDROMÓRFICOS Órticos
4. VERTISSOLOS HIDROMÓRFICOS Carbonáticos

| Template Slots | | | |
|---|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Raso</i> | Menor ou igual a 50 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pouco Profundo</i> | Maior que 50cm e menor ou igual a 100 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, sendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Muito Argilosa</i> | Compreende classe textural com mais de 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Mal Drenado</i> | A água é removida do perfil tão lentamente, que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. | Boolean | 0:1 |
| <i>Muito Mal Drenado</i> | A água é removida do solo tao lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **VERTISSOLOS EBÂNICOS**

Project: ClassiSolos

Class VERTISSOLOS EBÂNICOS

Abstract Class Extends

VERTISSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. VERTISSOLOS EBÂNICOS Sódicos
2. VERTISSOLOS EBÂNICOS Órticos
3. VERTISSOLOS EBÂNICOS Carbonáticos

| Template Slots | | | |
|---|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Raso</i> | Menor ou igual a 50 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pouco Profundo</i> | Maior que 50cm e menor ou igual a 100 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, sendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Muito Argilosa</i> | Compreende classe textural com mais de 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Simbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |
| <i>Caráter Ebânico</i> | Termo utilizado para individualizar classes de solos de coloração escura, quase preta. | Boolean | 0:1 |

Classe: Classificação - **VERTISSOLOS CROMADOS**

Project: ClassiSolos

Class VERTISSOLOS CROMADOS

Abstract Class Extends

VERTISSOLOS

Direct Instances:

None

Direct Subclasses:

1. VERTISSOLOS CROMADOS Sálícos
2. VERTISSOLOS CROMADOS Sódícos
3. VERTISSOLOS CROMADOS Órtícos
4. VERTISSOLOS CROMADOS Carbonáticos

| Template Slots | | | |
|---|--|---------|-------------|
| Slot name | Documentation | Type | Cardinality |
| <i>Material Mineral</i> | É aquele formado, essencialmente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo. | Boolean | 0:1 |
| <i>Raso</i> | Menor ou igual a 50 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Pouco Profundo</i> | Maior que 50cm e menor ou igual a 100 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Profundo</i> | Maior que 100cm e menor ou igual a 200 cm de profundidade. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Argilosa</i> | Compreende classes texturais ou parte delas, sendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Textura Muito Argilosa</i> | Compreende classe textural com mais de 60% de argila. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura Prismática</i> | O aspecto da extremidade superior é aproximadamente plana. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Angulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam faces planas e ângulos vivos na maioria das vértices. | Boolean | 0:1 |
| <i>Estrutura de Blocos Subangulares</i> | Quando as unidades estruturais apresentam mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados. | Boolean | 0:1 |
| <i>Alta</i> | Superior ou igual a 50%. | Boolean | 0:1 |
| <i>Nível</i> | Nível categórico de um sistema de classificação de solos. | String | 0:1 |
| <i>Simbologia</i> | Símbologia para as classes dos níveis categóricos. | String | 0:1 |