

Relatório de Atividades

AGRISSOLOS – SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE OS SOLOS DO BRASIL

Renato Fileto

Amarindo Fausto Soares

Embrapa Informática Agropecuária, Av. Dr. André Torsello, 209
Cidade Universitária Zeferino Vaz (UNICAMP), Caixa Postal 6041
CEP 13083-886, Campinas-SP.

Maria Leonor Ribeiro Casimiro Lopes Assad

Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental (DRNPA),
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Rodovia Anhanguera, Km 174,
CEP 13600-970, Araras-SP.

Novembro de 2005

1. Introdução

O zoneamento agrícola é uma atividade de tomada de decisão que requer informação proveniente de várias esferas (e.g., clima, solos, meio ambiente) para determinar as melhores opções de uso produtivo e sustentável das terras. Atualmente, uma das carências mais marcantes do zoneamento agrícola brasileiro é um sistema de informações sobre solos. Desta forma, estamos desenvolvendo o Agrissolos, um sistema de informação sobre solos voltado para a agricultura.

A operacionalização do Agrissolos envolve coleta de dados de diversas fontes, integração desses dados em uma representação unificada e processamento dos mesmos por ferramentas de análise de informação e extração de conhecimento, de modo a facilitar a assimilação dos resultados e sua utilização para fins de planejamento e gerenciamento agrícola. A arquitetura do Agrissolos inclui três componentes básicos: um banco de dados de solos, um banco de dados geográficos e uma base de conhecimento conforme ilustrado na **Figura 1**.

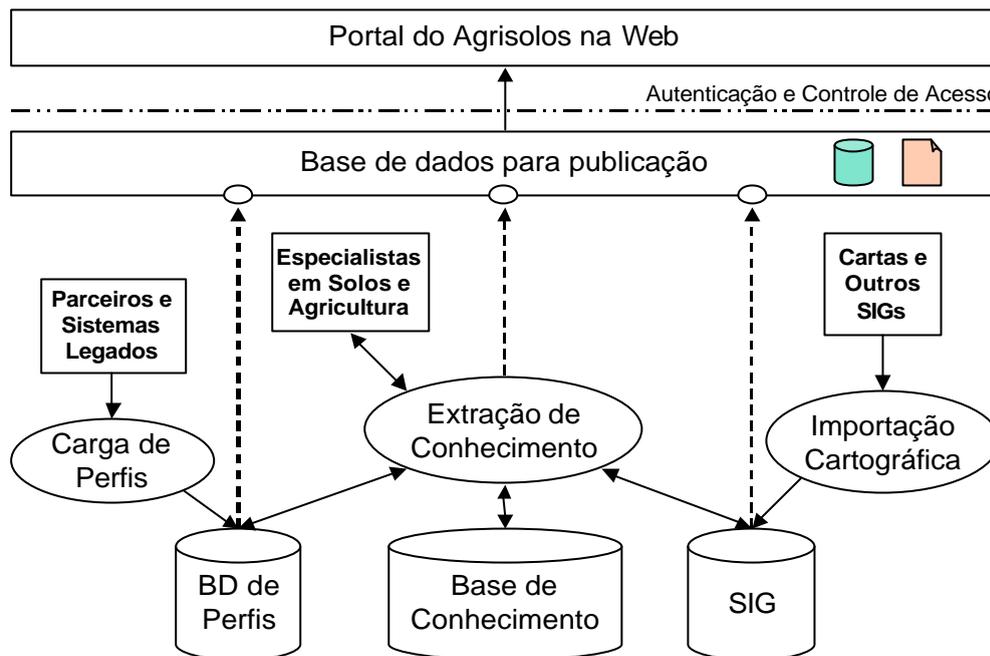


Figura 1: A arquitetura geral do Agrissolos

Este relatório traz informações sobre os resultados parciais obtidos até Novembro de 2005. Esses resultados referem-se aos módulos banco de dados de perfis de solos e à base de conhecimento da arquitetura ilustrada na **Figura 1**.

2. O Banco de Dados de Solos

O banco de dados de solos é um componente fundamental nesta arquitetura, sendo que todo o processo de projeto e desenvolvimento do Agrissolos está começando por este componente. A função do banco de dados de solos é municiar os outros dois componentes com informações morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas de perfis de solos, provenientes de levantamentos realizados em todo o Brasil, por diferentes instituições.

No Brasil, grande parte dos dados disponíveis sobre os solos foram obtidos por meio de levantamentos realizados por diversas instituições e projetos. Além desses mapeamentos, um grande número de informações de solos encontra-se disponível em trabalhos científicos publicados ao longo dos mais de cem anos de história da pesquisa agrícola no país.

Os dados de perfis e de horizontes formam o banco de dados de solos que contém descrições morfológicas de perfis de solos de diversos pontos do território nacional e medidas

Local: CAMPINA DA LAGOA

Latitude: 15.40.305 Longitude: 44.29.468 graus Altitude: 459 metros Declividade: 0 %

Relevo: Plano Posição: terrant Drenagem: Imperfeita Erosão: Ausente

Litologia: sedarg Uso Solo: vegnat Tipo de Solo: R1Ue

Classe de solo: Alissolos

Horizontes:

Número do Horizonte: 35 Nome do Horizonte: A1

Profundidade: Inicial: Final: -30 (centímetros)

Morfológica Física Química Mineralogia

| | | | | | |
|------------------|-----|-----------------|----|-------------------|----|
| Densidade | 1 | Areia total | 73 | Retenção de Água: | |
| Dens. Partículas | 3 | Silte | 12 | Tensão | q |
| Calhaus | 0 | Argila | 15 | 0006 | 34 |
| Cascalhos | 0 | Argila dispersa | 12 | 001 | 29 |
| TFSA | 100 | Floculacao | 80 | 003 | 23 |
| Areia grossa | 18 | Cond | 0 | 005 | |
| Areia fina | 55 | | | 007 | 22 |
| | | | | 008 | |
| | | | | 03 | 21 |
| | | | | 05 | |

Registro: 1 de 4

Figura 3: Formulário para manutenção dos dados de perfis de solos

Atualmente, o banco de dados de solos está sendo portado para o MySQL (MYSQL 2005), para prover maior robustez, centralizar o gerenciamento dos dados de perfis de solos ao mesmo tempo em que se permite o acesso remoto, com os devidos recursos de segurança.

3. A base de Conhecimento

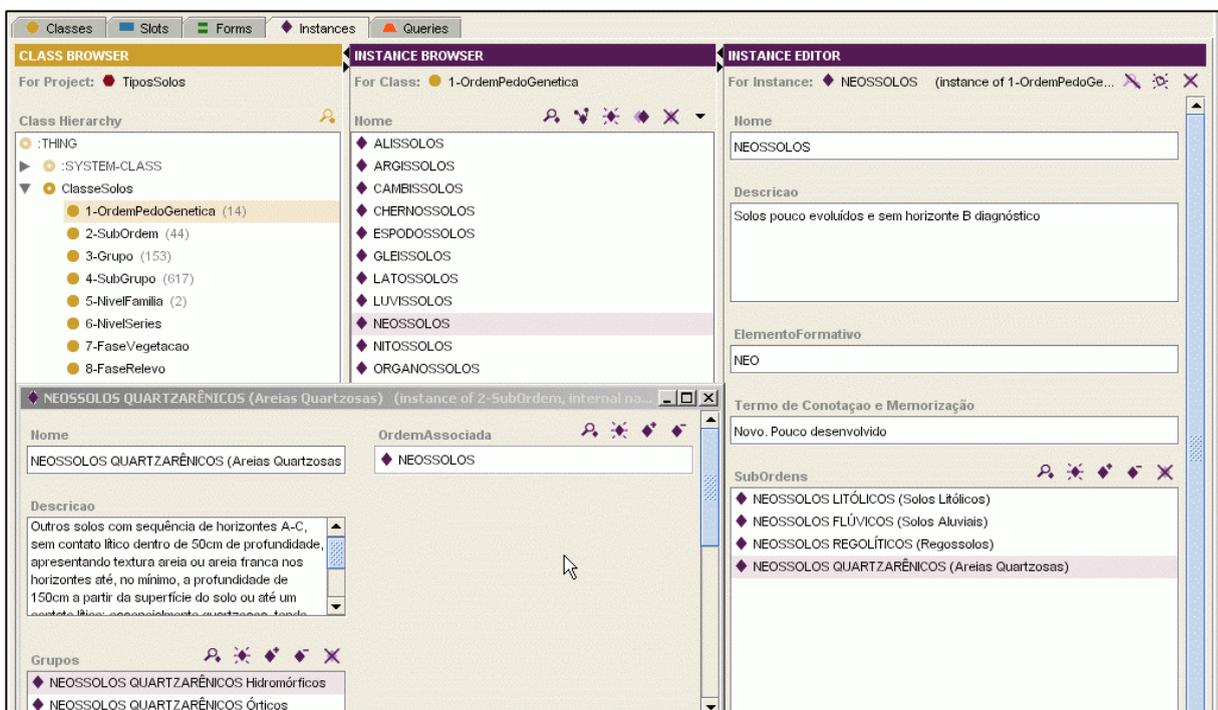
O Agrissolos utilizará técnicas computacionais de extração (HAN & KAMBER 2000), representação (BERTINO *et al.* 2001, USCHOLD & GRUNINGER 1996) e uso de conhecimento (BERNERS-LEE *et al.* 2002), para apoio à decisão na agricultura. A base de conhecimento é, portanto, um módulo central na arquitetura do Agrissolos, pois permite armazenar o conhecimento resultante do processamento do banco de dados de perfis, juntamente com o conhecimento inserido no sistema por especialistas dos domínios de pedologia e agricultura,

mantendo a consistência, refinando gradativamente a base e promovendo o uso do conhecimento em processos decisórios.

Atualmente, dois esforços estão sendo empreendidos para o gerenciamento de conhecimento no Agrissolos:

1. Formalização de ontologias (USCHOLD & GRUNINGER 1996), sobre o Protégé (NOY *et al.* 2002), visando solucionar incompatibilidades entre classificações de solos de diferentes fontes de dados.
2. Utilização de técnicas de mineração de dados (HAN e KAMBER 2000), sobre o Weka (WITTEN & FRANK 2000), a fim de determinar classificações específicas para a agricultura, a partir dos dados do banco de perfis de solos e das classificações de solos conhecidas.

A **Figura 2** mostra uma tela de edição da ontologia relativa ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) no Protégé (NOY *et al.* 2002). No canto superior esquerdo aparecem os níveis e fases deste sistema de classificação. No quadro superior central aparecem as ordens pedogenéticas, com a descrição da ordem *Neossolos* à direita e do grupo



Neossolos Quatzarênicos na janela localizada no canto inferior esquerdo da **Figura 2**.

Figura 4: Uma ontologia de categorias de solos sendo editada no Protégé

Finalmente, as **Figuras 5 e 6** apresentam a visualização da hierarquia de classes do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA 1999) editada com o *Protégé* sendo visualizada na forma de árvore hiperbólica, com diferentes focos.

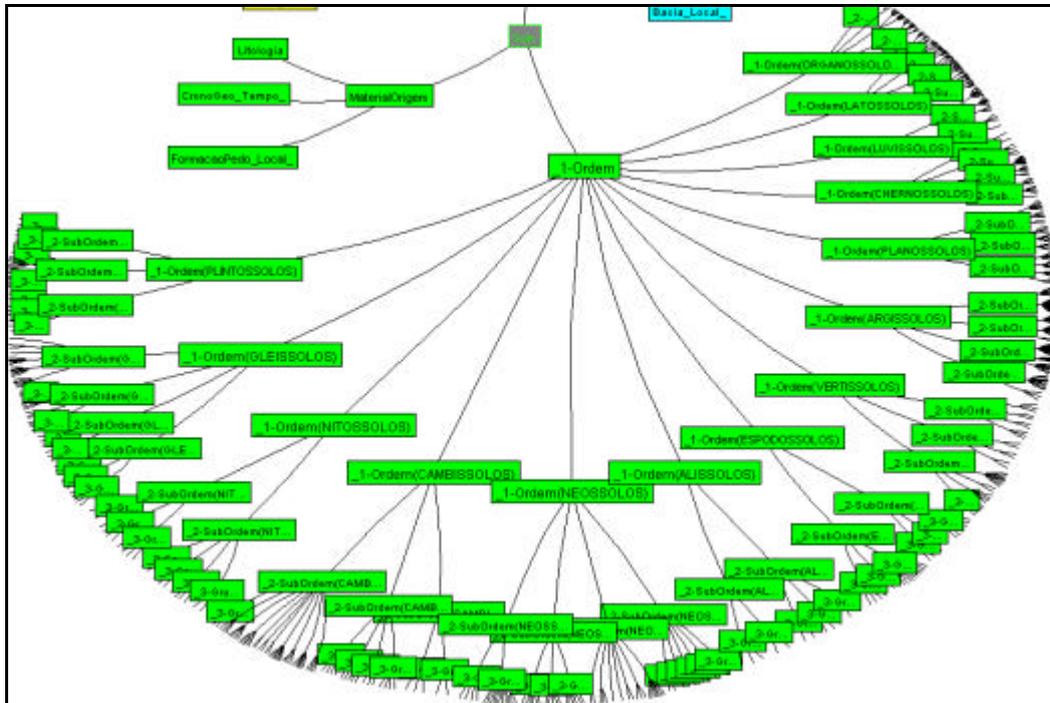


Figura 5: Visualização da hierarquia de tipos de solos do SiBCS em uma árvore hiperbólica

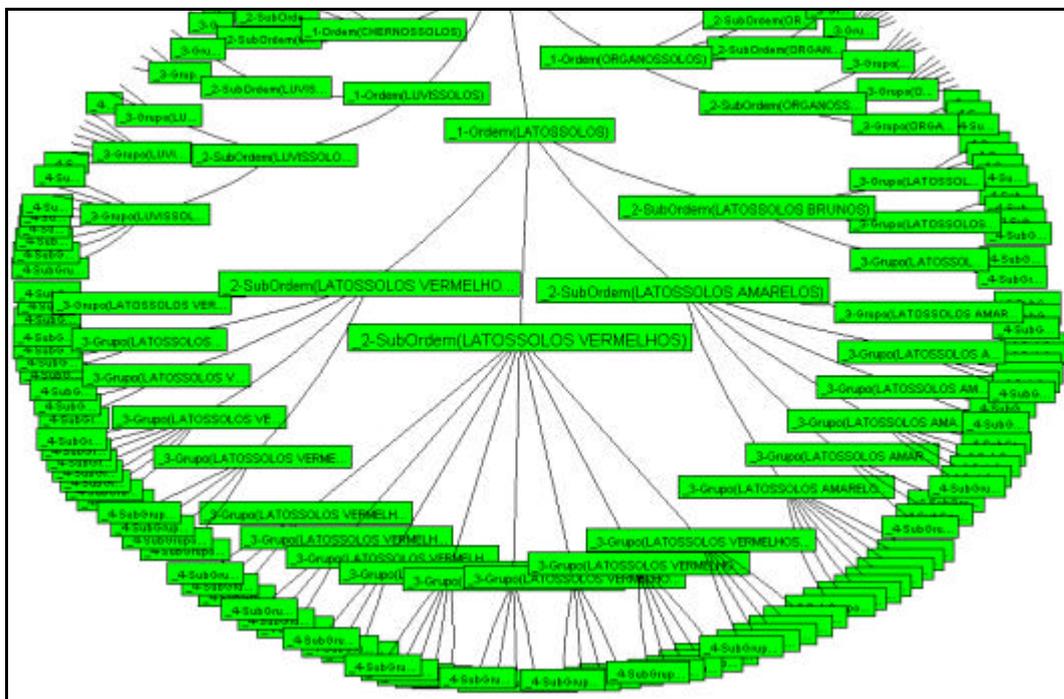


Figura 6: Detalhes da hierarquia de classe de solos (Latosolos) na visualização hiperbólica

Referências

BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O. The semantic Web. *Scientific American*, May 2001.

BERTINO, E.; ZARRI, G.; CATANIA, B. *Intelligent Database Systems*. Addison Wesley, 2001, 464p.

EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, 1999.

FILETO, R.; ASSAD, M. L.; SILVA, J. V.; SOARES, A. F.; VENDRUSCULO, L. G. Uma Arquitetura para Sistema de Informação sobre Solos para o Zeoneamento Agrícola. In: *Congresso da Sociedade Brasileira de Informática Agropecuária*, 2005, Londrina, 2005.

HAN, J.; KAMBER, M. *Data Mining: Concepts and Techniques*. Morgan Kaufmann Publishers, August 2000. 550p.

INPE. *SPRING: tutorial de geoprocessamento*. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/consulta.html>. Acesso em: 03.jan.2005.

NOY, N. F.; SINTEK, M.; DECKER, S.; CRUBEZY, M.; FERGERSON, R. W.; MUSEN, M. A. Creating semantic Web contents with Protégé-2000. *IEEE Intelligent Systems*, 16(2):60–71, 2002.

MYSQL. <http://www.mysql.com/>. (as of November 2005).

POWER, D. J. *Decision Support Systems: Concepts and Resources for Managers*. Greenwood Publishing, 2002.

SILVA, J. S. V.; SOARES, A. F.; BEZERRA, H. S.; CALVE, L. Situação da base de solo brasileira na escala de 1:1.000.000. In: *Simposio Latinoamericano en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial en Santiago de Chile*, 11, Santiago, Chile, 2004.

SOARES, A. F.; SILVA, J. S. V. *Uniformização da legenda de solos do Brasil ao milionésimo*. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2005. 32p. (Documentos / Embrapa Informática Agropecuária; 49).

TURBAN, E. *Decision support and expert systems: management support systems*. Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall, 1995.

USCHOLD, M.; GRUNINGER, M. Ontologies: principles, methods, and applications. *Knowledge Engineering Review*, 11(2):93–155, 1996.

WITTEN, H.; FRANK, E. *Data Mining: Practical machine learning tools with Java implementations*. Morgan Kaufmann, San Francisco, 2000.

Anexo I

O Dicionário de Dados do Agrissolos

Este documento contém as descrições de todas as tabelas de dados do esquema de banco de dados de solos do Agrissolos. As descrições das tabelas são apresentadas em ordem alfabética. O campos de cada tabela, com os respectivos tipos e descrições, seguem a disposição dos mesmos nas respectivas tabelas.

AtribFisicos

Atributos físicos de um horizonte de um perfil de solo.

Notas:

- Na planilha com os dados a serem inseridos no banco, o valor "x" em algum campo indica 0 (ZERO).
- As unidades de medida dos percentuais de calhaus, cascalhos, TFSA, areia, silte, argila e flocos de solo precisam ser revistas. Pode se decagrama / kilograma de solo, indicando a multiplicacao do valor obtido em grama / kilograma de solo por alguma potencia de 10
- As unidades de EQU, EQUV, AD e CAD precisam ser revistas. Todas se referem a percentuais de agua no solo.

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|---------------------|-------------------|------------|---------|-------|---------------|--|---------|
| id_horizonte | VARCHAR(7) | PK | NN | | | | |
| id_perfil | BIGINT | PK | NN | | | | |
| densidade | INTEGER | | | | | Densidade do solo na amostra indeformada. Unidade: massa do solo em kg / volume do solo em em dm ³ | |
| dens_particulas | INTEGER | | | | | Densidade das partículas de solo na amostra processada, destorroada e seca. Unidade: massa das partículas do solo em kg / volume do solo em em dm ³ . | |
| calhaus | INTEGER | | | | | Percentual do peso de calhaus/pedras (Stones) na amostra de solo. Unidade: grama / kg de solo ? | |
| cascalhos | INTEGER | | | | | Percentual do peso de cascalhos (Gravels) na amostra de solos. Unidade: grama / kg de solo ? | |
| | | | | | | Percentual do peso Terra Fina | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| | | | | | | |
|-----------------|---------|--|--|--|--|--|
| | | | | | | Seca ao Ar na amostra de solo. TFSA=areia_total+silte+argila. Unidade: grama / kg de solo ? |
| areia_grossa | INTEGER | | | | | Percentual do peso de areia grossa (CSand) na amostra de solo. Unidade: grama / kg de solo ? |
| areia_fina | INTEGER | | | | | Percentual do peso de areia fina (FSand) na amostra de solo. Unidade: grama / kg de solo ? |
| areia_total | INTEGER | | | | | Percentual do peso do total de areia (TotSand) na amostra de solo. Unidade: grama / kg de solo ? |
| silte | INTEGER | | | | | Percentual do peso de silte (sinônimo de limo) na amostra de solo. Unidade: grama / kg de solo ? |
| argila | INTEGER | | | | | Percentual do peso de argila na amostra de solos. Unidade: grama / kg de solo ? |
| argila_dispersa | INTEGER | | | | | Percentual do peso de argila dispersa (DispClay) na amostra de solos. Unidade: grama / kg de solo ? |
| floculacao | INTEGER | | | | | Medida laboratorial do quanto os graos estao grudados. Percentual do peso de material floculado/grudado na amostra. Unidade: g/kg; |
| cond | INTEGER | | | | | Condutividade hidráulica. Unidade: metros / segundo. |
| EQU | FLOAT | | | | | Equivalente de umidade em relação à massa. Estimador correlacionado ao CAD. Unidade: percentual (mm de água / cm de solo ???) |
| EQUV | FLOAT | | | | | Equivalente de umidade em relação ao volume. Estimador correlacionado ao CAD. Unidade: cm de água / cm de solo ??? |
| AD | FLOAT | | | | | Capacidade de Água Disponível no solo em relação à massa. Calculado a partir da capacidade de água aferida para diferentes tensões (tabela RetencaoAgua). Unidade: percentual (mm de água / cm de solo) ???. |
| | | | | | | Capacidade de Água |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Disponível no solo em relação ao volume. Calculado a partir da capacidade de água aferida para diferentes tensões.
Unidade: cm de água / cm de solo ???

| IndexName | IndexType | Columns |
|-----------|-----------|---------------------------|
| PRIMARY | PRIMARY | id_horizonte id_perfil |

AtribMineralogicos

Atributos mineralógicos de um horizonte de um perfil de solo. Essas medidas diferem das medidas químicas porque a planta não consegue extrair os materiais mineralógicos. No entanto, os atributos mineralógicos auxiliam na compreensão do funcionamento hídrico e da fertilidade do solo.

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default | Comment | AutoIn |
|------------|----------|------------|---------|-------|---------|---------|--------|
|------------|----------|------------|---------|-------|---------|---------|--------|

| | | |
|-----------|-----------|---|
| SNa | Float | Unidade: dag / kg. Teor de sais de sódio. Unidade: dag / kg. |
| IndexName | IndexType | Columns |
| PRIMARY | PRIMARY | id_horizonte id_perfil |

AtribMorfologicos

Atributos morfológicos de um horizonte de um perfil de solo.

Notas:

- Estrutura, tamanho (S1) e grau de coesão (S2) do empacotamento dos grãos devem aparecer na interface dentro de um mesmo panel rotulado com "Empacotamento dos grãos do solo".

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|---------------------|-------------------|---------------------------|---------|----------|---------------|--|---------|
| id_horizonte | VARCHAR(7) | PK | NN | | | | |
| id_perfil | BIGINT | PK | NN | | | | |
| id_plast | INTEGER | | NN | UNSIGNED | | | |
| id_friabilidade | INTEGER | | NN | UNSIGNED | | | |
| id_consist | INTEGER | | NN | UNSIGNED | | | |
| id_superf | INTEGER | | NN | UNSIGNED | | | |
| id_grau | INTEGER | | NN | UNSIGNED | | | |
| id_tam | INTEGER | | NN | UNSIGNED | | | |
| id_estrut | INTEGER | | NN | UNSIGNED | | | |
| id_textura | INTEGER | | NN | UNSIGNED | | | |
| cor | INTEGER | | | UNSIGNED | | Valores válidos: 10 R 3/2, 10R3/4, ... (deixar livre; consistência seria impossível) | |
| superficie | INTEGER | | | UNSIGNED | | Valores válidos (usar números): cerosidade superfície de fricção, superfície de compressão (cada um pode ser presente ou ausente - ver tabela) | |
| IndexName | IndexType | Columns | | | | | |
| PRIMARY | PRIMARY | id_horizonte id_perfil | | | | | |

AtribQuimicos

Atributos químicos de um horizonte de um perfil de solo.

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|---------------------|-------------------|------------|---------|----------|---------------|---|---------|
| id_horizonte | VARCHAR(7) | PK | NN | | | | |
| id_perfil | BIGINT | PK | NN | | | | |
| id_metodo | INTEGER | | NN | UNSIGNED | | Identificador do método de determinação do teor de fósforo disponível (atributo P). | |
| pH_H2O | FLOAT | | | | | pH em água | |
| pH_KCl | FLOAT | | | | | pH em KCl | |
| delta_pH | FLOAT | | | | | Diferença entre pH_H2O e pH_KCl. $\text{delta_pH} = \text{pH_H2O} - \text{pH_KCl}$. | |
| H | FLOAT | | | | | Teor de hidrogênio livre (H+) Unidade: cmolc (centimol de carga) / kg solos | |
| Al | FLOAT | | | | | Teor de alumínio trocável. Unidade: cmolc (centimol de carga) / kg solos | |
| Ca | FLOAT | | | | | Teor de cálcio trocável. Unidade: cmolc (centimol de carga) / kg solos | |
| Mg | FLOAT | | | | | Teor de magnésio trocável. Unidade: cmolc (centimol de carga) / kg solos | |
| K | FLOAT | | | | | Teor de potássio trocável. Unidade: cmolc (centimol de carga) / kg solos | |
| Na | FLOAT | | | | | Teor de sódio trocável. Unidade: cmolc (centimol de carga) / kg solos | |
| S | FLOAT | | | | | Soma (S) dos teores das bases de cálcio, magnésio, potássio e sódio. Unidade: cmolc (centimol de carga) / kg solos | |
| CTC | FLOAT | | | | | Capacidade de Troca Catiônica (CEC). Soma de S com os teores de alumínio e hidrogênio. Unidade: cmolc (centimol de carga) / kg solo | |

| | | |
|-----------|-----------|---|
| V | FLOAT | Saturacao por bases. $V = S / CTC * 100$ (percentual) |
| m | FLOAT | Saturação por alumínio (alum_sat). $m = (Al / CTC) * 100$ (percentual) |
| P | FLOAT | Teor de fósforo disponível. O método de determinação é definido pelo atributo id_metodo. Unidade: mg de fósforo / kg de solo. |
| MO | FLOAT | Teor de matéria orgânica (SOM - Soil Organic Matter). Unidade: grama de matéria orgânica / kg de solo. |
| C | FLOAT | Teor de carbono. (percentual?) |
| N | FLOAT | Teor de nitrogênio.(percentual?) |
| IndexName | IndexType | Columns |
| PRIMARY | PRIMARY | id_horizonte id_perfil |

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|----------------|-------------|------------|---------|----------|---------------|---|---------|
| id_autor | INIEGER | PK | NN | UNSIGNED | | Identificador do autor. | AI |
| id_orgao | INTEGER | | NN | UNSIGNED | | Identificador do órgão onde o autor trabalha. | |
| nome_autor | VARCHAR(30) | | NN | | | Nome do autor - alguma pessoa que possa publicar um levantamento de solo. | |
| fone_autor | VARCHAR(10) | | | | | Telefone do autor. | |
| e_mail_autor | VARCHAR(40) | | | | | Endereço eletrônico do autor. | |
| IndexName | IndexType | Columns | | | | | |
| PRIMARY | PRIMARY | id_autor | | | | | |
| Autor_id_orgao | Index | id_orgao | | | | | |
| Autor_nome | Index | nome_autor | | | | | |

ClasseSolo

Descreve uma classe de solos de uma classificação, indicando qual é a sua super-classe (classe de nível superior).

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|------------------|----------------|------------|---------|----------|---------------|--|---------|
| id_classe | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED | | Identificador da classe. | |
| id_classif | INTEGER | | NN | UNSIGNED | | Identificador da classificação. | |
| id_super | INTEGER | | | UNSIGNED | | Identificador da super-classe de solo. | |
| nome_classe | VARCHAR(30) | | NN | | | Nome da classe. | |
| nivel | INTEGER | | | UNSIGNED | | Indica o nível da classe dentro da classificação. Valores válidos: 1 a 9. | |
| descricao | TEXT | | | | | Descrição da classe de solos. | |
| sigla_classe | CHAR(10) | | | | | Código da classe de solos utilizado pelos pedólogos e outros especialistas. É a abreviação mais comumente usada para a classe. | |

| IndexName | IndexType | Columns |
|-----------------------|--------------|----------------------------|
| PRIMARY | PRIMARY | id_classe |
| ClasseSolo_nome | Unique Index | nome_classe id_classif |
| ClasseSolo_sigla | Unique Index | sigla_classe id_classif |
| ClasseSolo_id_classif | Index | id_classif |
| ClasseSolo_id_super | Index | id_super |

Classificacao

Uma classificação de solos define uma hierarquia de classe ou taxonomia utilizada em uma determinada época, por um determinado grupo, para uma dada finalidade.

Por exemplo, o SiBCS (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos) é a hierarquia de classes de solos atualmente vigente (desde 1999) para os pedólogos classificarem os solos de acordo com diversas características. Outras hierarquias de classificação existiram no passado e foram utilizadas em diversos levantamentos. Pode-se também definir classificações para finalidades distintas, tais como apoio à agricultura, zoneamento agrícola e previsão de safras.

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|-------------------|----------------|------------|---------|----------|---------------|---------------------------------|---------|
| id_classif | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED | | Identificador da classificação. | AI |

| | | | |
|--------------------|--------------|--------------|---|
| nome_classif | VARCHAR(30) | NN | Nome da classificação. |
| descr_classif | TEXT | | Descrição da classificação. |
| inicio_vigencia | DATE | | Data de início da vigência da classificação. |
| final_vigencia | DATE | | Data de término da vigência da classificação. |
| IndexName | IndexType | Columns | |
| PRIMARY | PRIMARY | id_classif | |
| Classificacao_nome | Unique Index | nome_classif | |

Consistencia

Tipos de consistência de uma amostra de solo. Considerar consistência do solo seco.

Valores válidos para identificador e nome:

1. solta
2. macia
3. ligeiramente dura
4. dura
5. muito dura
6. extremamente dura

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|-------------------|----------------|--------------|---------|----------|---------------|---------|---------|
| id_consist | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED | | | |
| nome_consist | VARCHAR(30) | | NN | | | | |
| descr_consist | TEXT | | | | | | |
| IndexName | IndexType | Columns | | | | | |
| PRIMARY | PRIMARY | id_consist | | | | | |
| Consistencia_nome | Unique Index | nome_consist | | | | | |

Drenagem

Tipo de drenagem.

Valores válidos para identificador e nome do tipo de drenagem:

1. Ma-drenagem (terreno mal drenado)
2. Imperfeita
3. Moderada
4. Boa drenagem
5. Excessiva (terreno excessivamente drenado)

Na documentação fornecida:

1. excessivamente drenado
2. fortemente drenado
3. acentuadamente drenado
4. bem drenado
5. moderadamente drenado
6. imperefeitamente drenado
7. mal drenado
8. muito mal drenado

Dúvidas:

- Considerar os valores possíveis fornecidos na documentação ???

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|--------------------|----------------|------------|---------|----------|---------------|------------------------------------|---------|
| id_drenagem | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED | | Identificador do tipo de drenagem. | |
| nome_drenagem | VARCHAR(30) | | NN | | | Nome do tipo de drenagem. | |
| descr_drenagem | TEXT | | | | | Descrição do tipo de drenagem. | |

| IndexName | IndexType | Columns |
|---------------|--------------|---------------|
| PRIMARY | PRIMARY | id_drenagem |
| Drenagem_nome | Unique Index | nome_drenagem |

Erosao

Nível de erosão do terreno.

Valores válidos para o identificador e o nome do nível de erosão:

1. Ausente
2. Ligeira
3. Moderada
4. Forte
5. Muito forte

Na documentação original:

- 1) laminar
 1. não aparente
 2. ligeira
 3. moderada
 4. forte
 5. muito forte
 6. extremamente forte
- 2) em sulcos
 1. não aparente
 2. ligeira
 3. moderada

4. forte
5. muito forte
6. extremamente forte

3) ausente

Dúvidas:

- Considerar os valores válidos da documentação original?
- Como? Dois atributos: tipo e severidade para os tipos laminar e em sulcos?

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|------------------|----------------|------------|-------------|----------|---------------|-----------------------------------|---------|
| id_erosao | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED | | Identificador do nível de erosão. | |
| nome_erosao | VARCHAR(30) | | | | | Nome do nível de erosão. | |
| descr_erosao | TEXT | | | | | Descrição do nível de erosão. | |
| IndexName | IndexType | | Columns | | | | |
| PRIMARY | PRIMARY | | id_erosao | | | | |
| Erosao_nome | Unique Index | | nome_erosao | | | | |

Estrutura

Tipo de estrutura. Refere-se ao resultado (forma) do empacotamento dos grãos de solo.

Valores válidos para o identificador e o nome da estrutura:

1. laminar
2. prismática
3. colunar
4. blocos angulares
5. blocos subangulares
6. granular
7. grumosa
8. prismática paralelepipedica
9. prismática cuneiforme

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|------------------|----------------|------------|-------------|----------|---------------|-------------------------------------|---------|
| id_estrut | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED | | Identificador do tipo de estrutura. | |
| nome_estrut | VARCHAR(30) | | NN | | | Nome do tipo de estrutura. | |
| descr_estrut | TEXT | | | | | Descrição do tipo de estrutura. | |
| IndexName | IndexType | | Columns | | | | |
| PRIMARY | PRIMARY | | id_estrut | | | | |
| Estrutura_nome | Unique Index | | nome_estrut | | | | |

Friabilidade

Tipos de friabilidade - consistência solo úmido.

Valores válidos para identificador e nome:

1. solto
2. muito friável
3. friável
4. firme
5. muito firme
6. extremamente firme

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|------------------------|----------------|------------|---------|----------|---------------|---------|---------|
| id_friabilidade | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED | | | |
| nome_friab | VARCHAR(30) | | NN | | | | |
| descr_friab | TEXT | | | | | | |

| IndexName | IndexType | Columns |
|-------------------|--------------|-----------------|
| PRIMARY | PRIMARY | id_friabilidade |
| Friabilidade_nome | Unique Index | nome_friab |

Grau

Grau de coesão do empacotamento dos grãos de solo.

Valores válidos para identificador e nome:

11. sem estrutura - grãos simples
12. sem estrutura - maciça
21. com estrutura - fraca
22. com estrutura - moderada
23. com estrutura - forte

Na documentação original:

- 1) sem estrutura
 - 1.1. grãos simples
 - 1.2. maciça
- 2) com estrutura
 - 2.1. fraca
 - 2.2. moderada
 - 2.3. forte

OU

Muito Fraca, Fraca, Moderada Fraca, Moderada, Moderada Forte, Forte, Muito Forte ???

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|----------------|----------------|------------|---------|----------|---------------|---------|---------|
| id_grau | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED | | | |
| nome_grau | VARCHAR(30) | | | | | | |

| descr_grau | TEXT | | |
|------------|--------------|-----------|--|
| IndexName | IndexType | Columns | |
| PRIMARY | PRIMARY | id_grau | |
| Grau_nome | Unique Index | nome_grau | |

Horizonte

Horizonte de um perfil de solo.

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|---------------------------|-------------------|---------------------------------|---------|-------|---------------|---|---------|
| id_perfil | BIGINT | PK | NN | | | | |
| | | | | | | Identificador do Horizonte. Segue uma padronização. Primeira letra (maiúscula) refere-se à característica básica, a segunda também pode ser determinante (maiúscula). Segue uma seqüência de até 5 letras minúsculas. Pode haver 1 dígito na primeira e/ou outro na última posição. | |
| id_horizonte | VARCHAR(7) | PK | NN | | | Profundidade inicial de onde foi retirada a amostra (em centímetros). | |
| profund_inicial | FLOAT | | NN | | | Profundidade final de onde foi retirada a amostra (em centímetros). | |
| profund_final | FLOAT | | NN | | | | |
| IndexName | IndexType | Columns | | | | | |
| PRIMARY | PRIMARY | id_perfil id_horizonte | | | | | |
| Horizonte_profund_inicial | Unique Index | id_horizonte profund_inicial | | | | | |

Levantamento

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|------------|-------------|------------|---------|-------|---------------|---------------|---------|
| nome_lev | VARCHAR(50) | | NN | | | levantamento. | |

| | | | |
|---------------------------|-------------|-----------|---|
| nome_lev | VARCHAR(50) | NN | Título do levantamento. |
| descr_lev | TEXT | | Descrição do levantamento. |
| escala | INTEGER | UNSIGNED | Escala do levantamento: 1:escala (3 a 8 dígitos) |
| data_public | DATE | | Data da publicação do levantamento. |
| IndexName | | IndexType | Columns |
| PRIMARY | | PRIMARY | id_lev |
| Levantamento_id_tipo_trab | | Index | id_tipo_trab |
| Levantamento_nome | | Index | nome_lev |

Litologia

Indica o tipo de rochas que entraram na composição do solo.

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|---------------------|----------------|------------|---------|----------------------|---------------|-----------------------------|---------|
| id_litologia | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED ZEROFILL | | Identificador da litologia. | |
| nome_litologia | INTEGER | | NN | | | Nome da litologia. | |
| descr_litologia | TEXT | | | | | | |
| IndexName | | | | IndexType | | Columns | |
| PRIMARY | | | | PRIMARY | | id_litologia | |
| Litologia_nome | | | | Index | | nome_litologia | |

Local

Um local é uma partição do espaço geográfico. Existem várias formas de particionar o espaço tais como: partição política, partição por bacias geográficas, etc. Os registros inicialmente colocados nesta tabela definem o particionamento político do Brasil em regiões, estados macro-regiões dos estados, micro-regiões dos estados, municípios e distritos, de acordo com o padrão do IBGE. Novos registros podem ser inseridos para propriedades agrícolas, amarrando-as aos municípios ou distritos onde essas se localizam.

Pendência: Verificar a compatibilidade da hierarquia do IBGE (Macro e Micro-regiões de estados) com a do SEADE (Regiões administrativas e de governo), além de outras partições (bacia hidrográfica, vegetação). Essas partições podem definir critérios de busca.

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|-----------------|----------------|------------|---------|----------------------|---------------|-------------------------------------|---------|
| id_local | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED ZEROFILL | | Identificador do local. É o próprio | |

| | | | | | |
|-----------------|-------------|----|----------------------|----|---|
| id_super_local | INTEGER | | UNSIGNED ZEROFILL | | Identificador do local que contém o local denotado pelo registro. Este atributo é uma chave estrangeira oriunda do auto-relacionamento chamado "contém". |
| tipo_local | CHAR | NN | | F' | Indica o tipo de local: P = País; R = Região Política; E = Estado; A = Macro-região; I = Micro-região; M = Município; D = Distrito; S = Setor censitário; F = Fazenda/Propriedade |
| nome_local | VARCHAR(20) | NN | | | Nome do local. |
| sigla_local | VARCHAR(5) | | | | Sigla do local. |
| IndexName | | | IndexType | | Columns |
| PRIMARY | | | PRIMARY | | id_local |
| Local_id_super | | | Index | | id_super_local |
| Local_nome | | | Unique Index | | nome_local |
| Local_sigla | | | Index | | sigla_local |
| Local_tipo_nome | | | Index | | tipo_local nome_local |

MetodoDetermP

Método de determinação do teor de fósforo (atributo químico P).

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|--------------------|----------------|------------|--------------|----------|---------------|---|---------|
| id_metodo | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED | | Identificador do método. | |
| nome_metodo | VARCHAR(20) | | NN | | | Nome do método. | |
| sigla_metodo | CHAR | | | | 'N' | N = North Carolina (Melich), B = Método Bray; R = Método Resina | |
| IndexName | | | IndexType | | | Columns | |
| PRIMARY | | | PRIMARY | | | id_metodo | |
| MetodoDetermP_nome | | | Unique Index | | | nome_metodo | |

Orgao

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|-----------------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------------|--|---------|
| id_orgao | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED | | Identificador do órgão. | AI |
| id_cidade | INTEGER | | NN | UNSIGNED ZEROFILL | | Identificador da cidade. | |
| id_estado | INTEGER | | NN | UNSIGNED ZEROFILL | | Identificador do estado. | |
| nome_orgao | VARCHAR(30) | | NN | | | Nome do órgão. | |
| sigla_orgao | VARCHAR(10) | | | | | Sigla do órgão. | |
| endereco | VARCHAR(50) | | | | | Endereço do órgão. | |
| contato | VARCHAR(30) | | | | | Nome da pessoa de contato no órgão. | |
| telefone | VARCHAR(15) | | | | | Telefone da pessoa de contato no órgão. | |
| e_mail | VARCHAR(40) | | | | | Endereço eletrônico da pessoa de contato no órgão. | |
| IndexName | | | IndexType | Columns | | | |
| PRIMARY | | | PRIMARY | id_orgao | | | |
| Orgao_nome | | | Unique Index | nome_orgao | | | |
| Orgao_sigla | | | Index | sigla_orgao | | | |
| Orgao_id_cidade | | | Index | id_cidade | | | |
| Orgao_id_estado | | | Index | id_estado | | | |

Perfil

Perfil de solo, isto é, uma amostra de solo analisada.

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|------------------|---------------|------------|---------|-------------------|---------------|--|---------|
| id_perfil | BIGINT | PK | NN | | | | |
| id_lev | INTEGER | | NN | UNSIGNED | | Identificador do levantamento. | |
| id_classe | INTEGER | | NN | UNSIGNED | | Identificador da classe em que o solo foi enquadrado. | |
| id_uso | INTEGER | | NN | UNSIGNED | | Identificador do uso do solo. | |
| id_litologia | INTEGER | | NN | UNSIGNED ZEROFILL | | Identificador da litologia. | |
| id_local | INTEGER | | NN | UNSIGNED ZEROFILL | | Identificador do local de onde foi retirada a amostra. | |
| id_relevo | INTEGER | | NN | UNSIGNED | | | |
| id_posicao | INTEGER | | NN | UNSIGNED | | | |

| | | | | |
|-------------|---------|----|----------|---|
| id_drenagem | INTEGER | NN | UNSIGNED | |
| id_erosao | INTEGER | NN | UNSIGNED | |
| tipo_perfil | CHAR | NN | | Valores válidos: C = Completo (Indica se o perfil é completo, isto é, não há buracos entre horizontes subseqüentes); O = Completar (tem buracos entre horizontes - isso é feito para economizar tempo e dinheiro); A (nao precisa) = Amostra de fertilidade (Amostra retirada com estrada e não trincheira, tem buracos, é a análise de perfil menos detalhada - somente análises laboratórias - sem descrição morfológica) |
| latitude | FLOAT | | | Na interface, permitir graus-minutos-segundos, graus com decimais e UTM. Unidade padrão para armazenamento: UTM. |
| sent_lat | CHAR | | 'S' | Sentido da latitude. Valores válidos: 'N' = Norte; 'S' = Sul. |
| longitude | FLOAT | | | Na interface, permitir graus-minutos-segundos, graus com decimais e UTM. Unidade padrao para armazenamento: UTM. |
| sent_long | CHAR | | 'E' | Sentido da longitude. Valores válidos: 'E' = Leste; 'W' = |

| | | |
|------------------|-------------|---|
| | | Oeste. |
| altitude | FLOAT | Unidade: metros. Deve estar no intervalo 0-3000 metros. |
| declividade | FLOAT | Limite para agricultura 45-50% - Verificar correlação (imperfeita) com relevo |
| nop | VARCHAR(50) | Número identificador do perfil no levantamento original. |
| nome_classe_orig | VARCHAR(50) | Nome da classe de solo no levantamento original, para conferir com a reclassificação segundo o SiBCS (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, de 1999). |
| id_classe_orig | VARCHAR(5) | Identificador da classe de solo no levantamento original. |
| local_orig | VARCHAR(50) | Nome do local no perfil original |
| uf_orig | VARCHAR(2) | Unidade da federação (estado) no perfil original. |
| localizacao | VARCHAR(50) | Indicação da localização de onde foi retirado o perfil. |

| IndexName | IndexType | Columns |
|---------------------|-----------|--------------|
| PRIMARY | PRIMARY | id_perfil |
| Perfil_id_lev | Index | id_lev |
| Perfil_id_classe | Index | id_classe |
| Perfil_id_uso | Index | id_uso |
| Perfil_id_litologia | Index | id_litologia |
| Perfil_id_local | Index | id_local |

Plasticidade

Tipos de plasticidade - consistência do solo molhado.

Valores válidos para identificador e nome:

1. não plástico
1. ligeiramente plástico
1. plástico
1. muito plástico

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|-----------------|----------------|------------|---------|----------|---------------|---------|---------|
| id_plast | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED | | | |
| nome_plast | VARCHAR(30) | | NN | | | | |
| descr_plast | TEXT | | | | | | |

| IndexName | IndexType | Columns |
|-------------------|--------------|------------|
| PRIMARY | PRIMARY | id_plast |
| Plasticidade_nome | Unique Index | nome_plast |

Posicao

Tipo de posição na paisagem.

Valores válidos para identificador e nome:

1. dolina
2. leito maior de rio
3. planalto
4. planície
5. planície costeira
6. planície fluvial
7. planície lacustre
8. terço inferior da encosta
9. terço médio da encosta
10. terço superior da encosta
11. terraço aluvial
12. terraço antigo
13. terraço encaixado
14. topo
15. várzea
16. (outra)

Dúvidas:

Deve ser armazenada a forma da vertente ???

1. vertente côncava
2. vertente convexa
3. vertente plana

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|-------------------|----------------|------------|---------|----------|---------------|-------------------------------------|---------|
| id_posicao | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED | | Identificador do tipo de posição na | |

| | | | |
|---------------|--------------|--------------|--------------------------------------|
| | | | paisagem. |
| nome_posicao | VARCHAR(30) | NN | Nome do tipo de posição na paisagem. |
| descr_posicao | TEXT | | Descrição da posição na paisagem. |
| IndexName | IndexType | Columns | |
| PRIMARY | PRIMARY | id_posicao | |
| Posicao_nome | Unique Index | nome_posicao | |

Relevo

Tipo de relevo. Está relacionado com a declividade.

Valores válidos para identificador e nome do tipo de relevo:

1. Plano (declividade entre 0 e 3%)
2. Suave Ondulado (declividade entre 3 e 8%)
3. Ondulado (declividade entre 8 e 20%)
4. Montanhoso (declividade entre 20 e 45%)
5. Escarpado (declividade > 45%)

Na documentação original:

Relevo Local

1. plano (0 a 3%)
2. suave ondulado (3 a 8%)
3. ondulado (8 a 20%)
4. forte ondulado (20 a 45%)
5. montanhoso (45 a 75%)
6. escarpado (> 75%)

Relevo Regional

1. plano (0 a 3%)
2. suave ondulado (3 a 8%)
3. ondulado (8 a 20%)
4. forte ondulado (20 a 45%)
5. montanhoso (45 a 75%)
6. escarpado (> 75%)

Dúvidas:

- O relevo considerado no perfil é o relevo local ou o relevo regional ???

- Considerar a classificação com 5 ou 6 itens ???

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default | Comment | AutoIn |
|------------|----------|------------|---------|-------|---------|---------|--------|
|------------|----------|------------|---------|-------|---------|---------|--------|

| | | |
|--------------|--------------|------------------------------|
| | | relevo. |
| descr_relevo | TEXT | Descrição do tipo de relevo. |
| IndexName | IndexType | Columns |
| PRIMARY | PRIMARY | id_relevo |
| Relevo_nome | Unique Index | nome_relevo |

RetencaoAgua

Contém diversos valores de capacidade de retenção de água em relação à massa e ao volume, a diferentes tensões, para um mesmo horizonte do mesmo perfil.

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|------------|----------|------------|---------|-------|---------------|--|---------|
| q_massa | FLOAT | | NN | | | Capacidade de retenção de água em relação à massa (U). | |

relação ao volume (UV). Unidade: percentual de água no volume de solo - m³ de água / m³ de solo. Precisa definir a unidade canônica e abrir a possibilidade de conversão entre unidades na interface.

| IndexName | IndexType | Columns |
|-----------|-----------|-------------------------------------|
| PRIMARY | PRIMARY | tensao id_perfil id_horizonte |

Superfície

Tipos de superfície de uma amostra de solo.

Valores válidos para identificador e nome:

Tipos:

1. ausente
2. cerosidade
3. superfície fosca
4. superfície de fricção
5. superfície de compressão

Quanto ao grau de desenvolvimento:

1. fraca
2. moderada
3. forte

Quanto à quantidade:

1. pouco
2. comum
3. abundante

Quanto ao tipo de revestimento:

1. argila
2. matéria orgânica
3. manganês

Mapear em um único atributo ou definir vários atributos ???

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|------------------|----------------|------------|---------|----------|---------------|---------|---------|
| id_superf | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED | | | |
| nome_superf | VARCHAR(30) | | NN | | | | |
| descr_superf | TEXT | | | | | | |

| IndexName | IndexType | Columns |
|-----------|-----------|-----------|
| PRIMARY | PRIMARY | id_superf |

| | | |
|-----------------|--------------|-------------|
| PRIMARY | PRIMARY | id_superf |
| Superficie_nome | Unique Index | nome_superf |

Tamanho

Tamanho do empacotamento dos grãos de solo.

Valores válidos para o identificador e o nome do tipo de tamanho:

1. muito pequeno
2. pequeno
3. médio
4. grande
5. muito grande

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|---------------|----------------|------------|---------|----------|---------------|----------------|---------|
| id_tam | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED | | Identificador. | |
| nome_tam | VARCHAR(30) | | NN | | | Nome. | |
| descr_tam | TEXT | | | | | Descrição. | |

| IndexName | IndexType | Columns |
|--------------|--------------|----------|
| PRIMARY | PRIMARY | id_tam |
| Tamanho_nome | Unique Index | nome_tam |

Textura

Tipo de textura - avaliacao quantitativa do tamanho dos grãos a partir de avaliação tátil.

Calcular a partir dos dados físicos usando a tabela de proporces de areia-silt-argila (granulometria).

Valores válidos para identificador e nome da textura:

1. areia
2. areia franca
3. franco arenosa
4. franco siltosa
5. silte
6. franco argilo siltoso
7. argila siltosa,
8. franco argilo arenoso,
9. franco
10. franco Argiloso
11. argila arenosa
12. argila
13. muito argilosa.

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default | Comment | AutoInc |
|------------|----------|------------|---------|-------|---------|---------|---------|
|------------|----------|------------|---------|-------|---------|---------|---------|

| IndexName | IndexType | Columns |
|--------------|--------------|--------------|
| PRIMARY | PRIMARY | id_textura |
| Textura_nome | Unique Index | nome_textura |

TipoTrabalho

Indica o tipo de trabalho de levantamento de solos.

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|---------------------|----------------|------------|---------|----------|---------------|--|---------|
| id_tipo_trab | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED | | Identificador do tipo de trabalho. | |
| nome_tipo_trab | VARCHAR(50) | | NN | | | Nome do tipo de trabalho. Valores típicos: Levantamento, Tese, Dissertacao, Relatorio, Estudo de Impacto Ambiental (EIA) - Relatorio de Impacto Ambiental (RIMA). | |

| IndexName | IndexType | Columns |
|-------------------|--------------|----------------|
| PRIMARY | PRIMARY | id_tipo_trab |
| TipoTrabalho_nome | Unique Index | nome_tipo_trab |

UnidadeMapeamento

Uma unidade de mapeamento representa uma categoria de solos para efeito de apresentação em um mapa.

Diversas classes de solo podem ser aglutinadas em uma única unidade de mapeamento, se a escala do mapa não permitir o detalhamento dessas classes.

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|--------------------|----------------|------------|---------|----------------------|---------------|---|---------|
| id_unid_map | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED ZEROFILL | | Identificador da unidade de mapeamento. | AI |
| nome_unid_map | VARCHAR(30) | | NN | | | Nome da unidade de mapeamento - utilizado como legenda nos mapas. | |

| IndexName | IndexType | Columns |
|------------------------|-----------|---------------|
| PRIMARY | PRIMARY | id_unid_map |
| UnidadeMapeamento_nome | Index | nome_unid_map |

UsoSolo

Tipo de uso do solo.

Valores válidos para o identificador e o nome do tipo de uso do solo:

1. cultura anual
2. cultura anual convencional
3. cultura anual plantio direto
4. cultura perene
5. pastagem cultivada
6. pastagem plantada
7. fruticultura
8. reflorestamento
9. pousio (área já cultivada mas sem lavoura no momento)
10. vegetação natural

| ColumnName | DataType | PrimaryKey | NotNull | Flags | Default Value | Comment | AutoInc |
|---------------|----------------|------------|---------|----------|---------------|-------------------------------|---------|
| id_uso | INTEGER | PK | NN | UNSIGNED | | Identificador do uso do solo. | |
| nome_uso | VARCHAR(10) | | NN | | | Nome do uso do solo. | |
| descr_uso | TEXT | | | | | | |

| IndexName | IndexType | Columns |
|--------------|--------------|----------|
| PRIMARY | PRIMARY | id_uso |
| UsoSolo_nome | Unique Index | nome_uso |