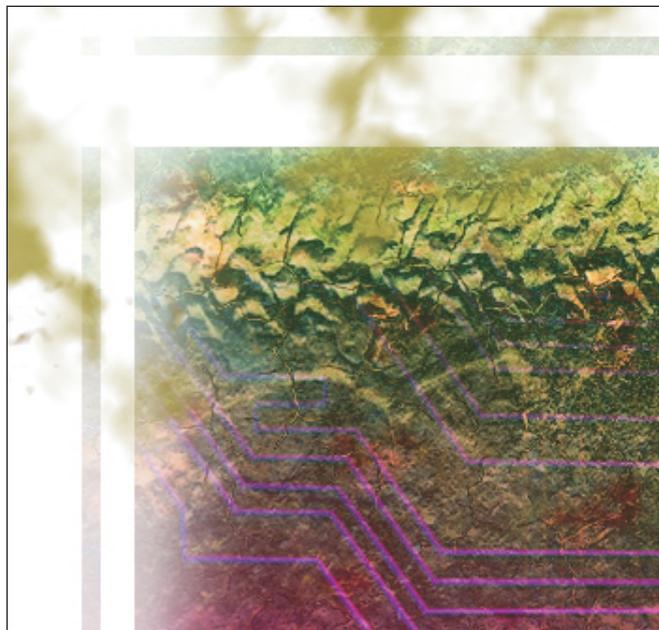


# Comunicado 93

## Técnico

Dezembro, 2008  
Campinas, SP

ISSN 1677-9274



## Sistema de Informação de Solos Brasileiros

Stanley Robson de Medeiros Oliveira<sup>1</sup>  
Henri Rodrigues Zurmely<sup>2</sup>  
Francisco Alves de Lima Júnior<sup>3</sup>  
Humberto Gonçalves dos Santos<sup>4</sup>  
Margareth P. Simões Meirelles<sup>5</sup>

No Brasil, a disponibilização das informações geradas nos levantamentos de solos tem sido pouco eficiente, em razão do grande volume, complexidade e pouca normatização (Chagas et al., 2004). Estas informações estão dispersas em planilhas, relatórios técnicos, dissertações de mestrado, teses de doutorado, livros, boletins de pesquisa, além de outros meios magnéticos. Como não estão organizadas em um banco de dados único, as informações existentes não podem ser facilmente recuperadas e repassadas aos setores interessados.

Sabe-se que existem diversas iniciativas de desenvolvimento de um banco de dados de solos em algumas instituições brasileiras, mas não se sabe se essas iniciativas estão em funcionamento e se são compatíveis entre si, isto é, se permitem troca de dados entre si. Além disso, não se sabe de que forma é possível acessar estas informações, se estão disponíveis via internet, quais informações existem e que tipo de levantamento foi realizado (Meirelles, 2008). Seguramente, em um país com as dimensões do Brasil, há um investimento enorme em levantamento de campo, mapeamento e classificação de solos, mas não há um dispositivo capaz de organizar este esforço e disponibilizar estas informações para a sociedade e

para o meio científico.

Com o objetivo de possibilitar o armazenamento e a disponibilização das informações sobre os solos brasileiros, a Embrapa Informática Agropecuária e a Embrapa Solos investem no desenvolvimento de um Sistema de Informações de Solos. O sistema foi concebido para armazenar dados detalhados sobre este recurso natural, para que possam ser acessados pela internet, combinados e analisados sob vários pontos de vista. Seu banco de dados reunirá informações de solos coletados e analisados de todas as regiões do Brasil. A partir desta base de dados serão desenvolvidas aplicações para a tomada de decisões do agronegócio, em zoneamento agrícola, na estimativa da produtividade de culturas, no ensino e na pesquisa. A base será, ainda, continuamente alimentada por pesquisadores da Embrapa e de outras instituições.

A principal característica deste sistema é reunir dados de perfis de solos, análises de fertilidade e mapas. Os perfis serão úteis principalmente para pesquisadores e estudantes da área de Ciência do Solo e o módulo sobre fertilidade vai subsidiar a tomada de decisões dos agricultores, além de subsidiar o zoneamento agrícola. As informações georreferenciadas complementarão o banco de dados, fornecendo mecanismos de consultas

<sup>1</sup> Ph.D. em Ciência da Computação, Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Caixa Postal 6041, Av. André Tosello, 209, Barão Geraldo - 13083-970 - Campinas, SP. (e-mail: stanley@cnptia.embrapa.br)

<sup>2</sup> Aluno de graduação de Engenharia de Computação da FEEC (Unicamp), Av. Albert Einstein - 400, Cidade Universitária Zeferino Vaz, Barão Geraldo - 13083-852 - Campinas, SP. (e-mail: zumely@gmail.com)

<sup>3</sup> Aluno de graduação de Engenharia de Computação da FEEC (Unicamp), Av. Albert Einstein - 400, Cidade Universitária Zeferino Vaz, Barão Geraldo - 13083-852 - Campinas, SP. (e-mail: francisco.ljr@gmail.com)

<sup>4</sup> Doutor em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico - 22460-000 - Rio de Janeiro, RJ. (e-mail: humberto@cnps.embrapa.br)

<sup>5</sup> Doutora em Geoinformática, Pesquisadora da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico - 22460-000 - Rio de Janeiro, RJ. (e-mail: margaret@cnps.embrapa.br)

eficientes sobre perfis de solos disponíveis no território nacional.

O sistema de informação ficará disponível no *site* da Embrapa Informática Agropecuária<sup>6</sup>, podendo ser acessado por usuários cadastrados.

O desenvolvimento desse sistema de informação atende às demandas dos pesquisadores da área de solos e resgata as principais funcionalidades de sistemas anteriores como, por exemplo o SigSolos (Chagas et al., 2004) e o Agrissolos (Fileto et al., 2005), além de agregar novas funcionalidades indicadas por especialistas. Outro objetivo deste sistema é apoiar a evolução do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Santos et al., 2006).

## Organização Hierárquica das Informações do Sistema de Solos Brasileiros

A estrutura hierárquica de informações do Sistema de Solos é composta por três bases de dados: pedologia, fertilidade e mapeamento (Fig. 1).

• **Pedologia:** A base de pedologia congrega dados sobre os perfis de solos e é a parte primordial desse sistema de informação. Segundo o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Santos et al., 2005), o corpo tridimensional representando o solo é chamado de **pedon** (Fig. 2). A face do pedon usada para fins de exame, descrição e coleta do solo é chamada de perfil, que é a unidade básica de estudo do solo. O perfil é constituído por seções mais ou menos paralelas à superfície denominadas horizontes ou camadas. No exemplo dado pela Figura 2, tem-se um perfil de solo que possui os horizontes A, E, Bt, BC, 2Cr, 2R. A nomenclatura dos horizontes ou camadas segue regras dadas pelos pedólogos e não faz parte do escopo deste trabalho. Em suma, a base de Pedologia reúne informações sobre pontos de amostragem (perfis), incluindo identificação, localização, descrição do ambiente e classificação. Para cada ponto de amostragem, o Sistema armazena informações sobre propriedades físicas, químicas, mineralógicas, morfológicas e micromorfológicas

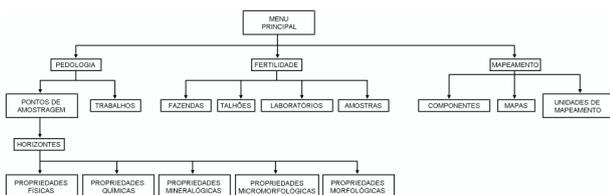


Fig. 1. Estrutura hierárquica de informações do Sistema de Informação de Solos.

• **Fertilidade:** Esta base congrega amostras de solos provenientes de Unidades de Produção Agrícola - UPA - não oriundas de perfis de solos. A fertilidade é a capacidade do solo em fornecer os nutrientes essenciais, em quantidade e proporção adequadas, para o crescimento da planta. O módulo de fertilidade foi integrado ao Sistema de Solos com a finalidade de apoiar a tomada de decisões dos agricultores. Como as amostras de fertilidade são retiradas de talhões – ao invés de tráfegem ou abertura de trincheira como nos perfis de solo – não seria possível analisar as camadas dos solos e, por conseguinte, não seria possível descrever um perfil de solo. A base de dados de fertilidade de solos contém informações sobre Fazendas, que representam as Unidades de Produção Agrícola. A entidade Talhões representa os talhões das UPAs nos quais coletaram-se amostras de solos. A entidade Laboratórios congrega os laboratórios que analisaram as amostras de solos e a entidade Amostras contempla todos os parâmetros de fertilidade de solos analisados em laboratório.

• **Mapeamento:** Esta base congrega informações sobre mapas, componentes e unidades de mapeamento. A Embrapa, com o uso de Sistemas de

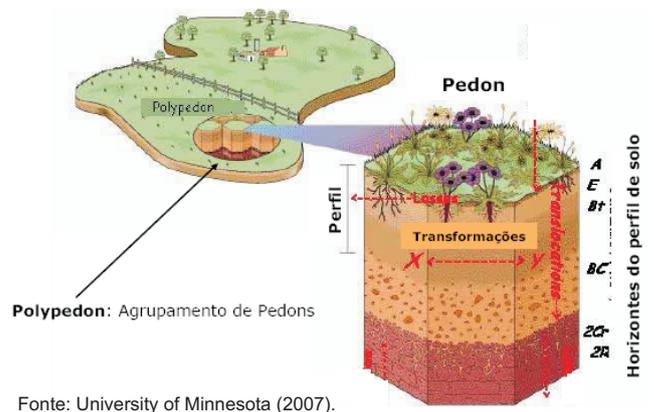


Fig. 2. Representação esquemática do solo, contemplando o pedon, o perfil e alguns horizontes.

Informação Geográfica (SIG), produz diversos mapas temáticos que servem de base para estudos agrônômicos, tais como: mapas de solos, mapas de fertilidade, aptidão agrícola de culturas, zoneamentos climáticos e agroecológicos, dentre outros. Para cada mapa são cadastrados metadados (dados sobre estes mapas: escala, tema, ano de publicação, instituição responsável, localização geográfica, dados de projeção, etc) de maneira a permitir uma rápida consulta sobre sua existência e suas características. Além de mapas, o módulo Mapeamento contém informações sobre Unidades de Mapeamento, que podem ser entendidas como polígonos definidos ou descritos na superfície do planeta por um critério qualquer, ou seja, trata-se de um espaço delimitado artificialmente pelo especialista ou pesquisador. Cada Unidade de Mapeamento é composta por um ou mais

<sup>6</sup> O acesso ao sistema pode ser feito por meio da URL: <http://www.bdsolos.cnptia.embrapa.br>

Componentes. Um componente é uma entidade relativamente homogênea e identificável de uma área, para a qual uma série de valores de propriedades pode ser armazenada. Um componente abrange uma extensão espacial e dispõe de um conjunto de propriedades que define suas características (Chagas et al., citado por Ernstrom & Lytle, 1993), ou seja, trata-se de uma região espacial delimitada naturalmente, ao contrário da Unidade de Mapeamento que pode ser arbitrária.

## Arquitetura do Sistema de Informação de Solos

A arquitetura do Sistema de Informação de Solos é composta por três camadas: interface, camada de mediação e camada de acesso aos dados (Fig. 3).

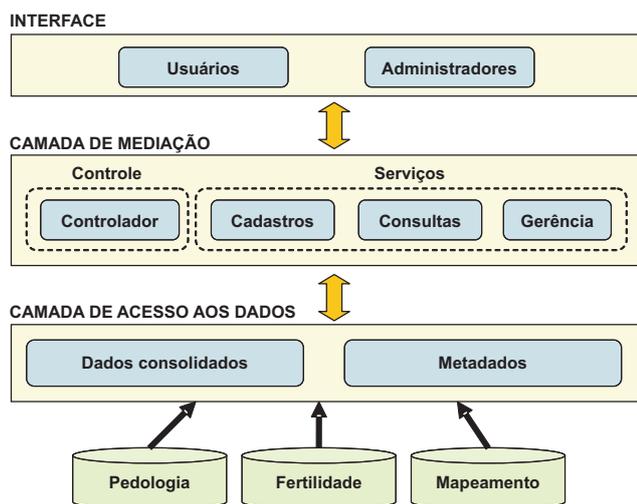


Fig. 3. Uma visão geral da arquitetura do Sistema de Informação de Solos

As camadas do Sistema de Informação de Solos são descritas resumidamente a seguir:

- **Interface:** Esta camada disponibiliza aos usuários uma interface para acesso, manipulação de dados e execução de consultas e, para os administradores do sistema, uma interface para a administração dos recursos do sistema (cadastro de usuários, controle de acesso e gerenciamento de tabelas de domínio).
- **Camada de Mediação:** Esta camada estabelece a ligação entre a interface e o acesso às informações do Sistema. Ela tem duas funções: controle e serviços. Os serviços representam basicamente as funcionalidades existentes no sistema como o cadastro de entidades (trabalhos, perfis de solos, análise de amostras de solos, fazendas, talhões, laboratórios, componentes e unidades de

mapeamento). Outros serviços disponíveis no Sistema são as consultas às informações da base de dados e a gerência de recursos do Sistema (informação, usuários e tabelas de domínio), por parte dos administradores. A função de controle determina como o Sistema deve reagir cada vez que um usuário faz uma solicitação de serviço. Nesse caso, um elemento chamado controlador verifica se o usuário tem permissão para executar as operações relacionadas ao serviço solicitado (acesso a determinados módulos, consultas, edição de informação, etc). O controlador interpreta as requisições de serviço e efetua o tratamento correspondente.

- **Camada de Acesso aos Dados:** Esta camada consiste de tradutores que são responsáveis por se comunicarem com o repositório central, com esquema único. O repositório central contém dados integrados e consolidados provenientes das bases de pedologia, fertilidade de solos e mapeamento. Já os metadados têm um papel muito importante na administração de dados, pois é a partir deles que as informações serão processadas, atualizadas e consultadas.

## Integração da Base de Dados de Solos

Integração de dados é o processo que combina dados residentes em diferentes fontes e disponibiliza aos usuários uma visão unificada desses dados (Lenzerini, 2002). Esse processo pode ser aplicado em várias situações, tanto no âmbito comercial (ex., empresas que realizam uma integração de seus dados para alavancar negócios) quanto no âmbito científico (ex., análise de processos de Bioinformática a partir da integração de bancos de dados de proteínas). A integração de dados aparece com frequência em problemas práticos de gerenciamento de dados, notadamente quando informações provenientes de diferentes repositórios de dados precisam ser compartilhadas.

A integração pode ser feita em diferentes níveis da arquitetura de banco de dados (Ziegler & Dittrich, 2004). Uma das abordagens mais conhecidas, que possibilita a análise de grandes volumes de dados, é denominada *data warehouse* (ou armazém de dados), como pode ser vista na Figura 4. Essa abordagem adota o processo ETC (Extração, Transformação e Carga). Em outras palavras, os dados são extraídos de diferentes fontes (Pedologia, Fertilidade, Mapeamento), disponíveis em diversos formatos (bancos de dados relacionais, planilhas, arquivos textos, etc) e, em seguida, são transformados por meio de procedimentos de normalização, unificação de esquemas, remoção de inconsistências, para finalmente serem carregados no *data warehouse* (repositório integrado com os dados de solos).

A principal vantagem dessa abordagem é que as

consultas serão realizadas sempre em um repositório integrado, com esquema único, reduzindo o tempo de busca para processar as visões dos dados. Outra vantagem seria a atualização dos dados que é feita diretamente no repositório integrado, sem a necessidade da execução do processo ETC para cada atualização do banco de dados integrado.

Por outro lado, esse esquema de integração tem uma desvantagem. Ele é inflexível para a integração de outra fonte de dados, pois o esquema adotado não pode ser expandido. Portanto, essa abordagem deve sempre ser utilizada em situações quando o número de bases de dados a serem integradas é conhecido a priori.

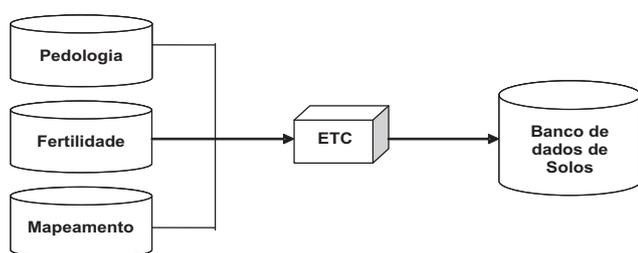


Fig. 4. Abordagem de integração de dados de solos com esquema de visão global

## Tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do sistema

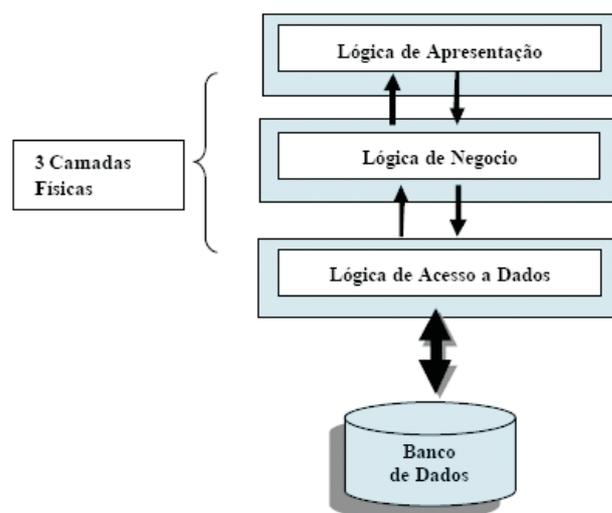
Conforme mencionado, a arquitetura do Sistema de Solos está organizada em camadas. Cada camada é auto-contida o suficiente de forma que a aplicação pode ser dividida em vários computadores em uma rede distribuída (Booch, 2001; Conallen, 1998). A forma mais comum da arquitetura é a aplicação em três camadas: interface com o usuário, lógica do negócio e banco de dados. Esse tipo de arquitetura envolve a separação das funcionalidades, com o objetivo de isolar a lógica de apresentação, a lógica de negócio e a lógica de acesso a dados, como pode ser visto na Fig. 5.

A separação em três camadas torna o sistema mais flexível, de modo que partes podem ser alteradas independentemente (Pressaman, 2001). As principais características da arquitetura Web podem ser sumarizadas como segue: (i) baixos custos de disponibilização; (ii) baixos custos na mudança da base de dados; (iii) baixos custos na mudança da lógica de negócios; (iv) eficiente armazenamento e reutilização de recursos.

O Sistema foi desenvolvido usando *software* livre para o ambiente *Web*. A adoção de *software* livre se deu porque o Governo Federal trata esse tema como questão de política pública e a Embrapa, como empresa governamental, está consciente de que sua adesão a

esta política contribuirá para o benefício da sociedade. Além disso, o Plano Diretor da Embrapa Informática Agropecuária prioriza a adoção de *software* livre para desenvolvimento de aplicações no âmbito do agronegócio.

Em particular, a base de dados do sistema de solos é gerenciada pelo PostgreSQL, um gerenciador de banco de dados relacional. A escolha do PostgreSQL também foi influenciada pelo fato desse gerenciador possuir um módulo espacial eficiente, o PostGIS, que é compatível com outros *software* livres, como é o caso do I3Geo (Interface Integrada para *Internet* de Ferramentas de Geoprocessamento). O I3Geo é um aplicativo desenvolvido para o acesso e análise de dados geográficos. Baseado em um conjunto de outros *softwares* livres, principalmente o *Mapserver*<sup>7</sup>, o I3Geo utiliza como plataforma de funcionamento navegadores para internet, como o Microsoft Internet Explorer e o Mozilla Firefox. O foco principal é a disponibilização de dados ao público, além de um conjunto de ferramentas de navegação, geração de análises, compartilhamento e geração de mapas sob demanda. Para o desenvolvimento da interface do sistema de solos, foram utilizadas as linguagens PHP e JavaScript.



Fonte: Hara Neto et al. (2004), adaptada pelo autor

Fig. 5. Arquitetura em três camadas.

## Controle de Acesso

O controle de acesso é o mecanismo responsável por garantir que apenas usuários autorizados acessem os recursos protegidos de um sistema computacional. Os recursos incluem arquivos, programas de computador, dispositivos de *hardware* e funcionalidades disponibilizadas por aplicações instaladas em um sistema (Castano et al., 1995).

O modelo de controle de acesso do Sistema de Solos

<sup>7</sup> O MapServer é um software livre voltado ao desenvolvimento de soluções WebGIS corporativas, integrando diversos repositórios de dados geográficos com simplicidade e alta performance..

fundamenta-se no seguinte conjunto de entidades: usuários, papéis e permissões (também conhecidas como autorizações). Um usuário pode ser também representado por uma pessoa ou um grupo e pode assumir um ou mais papéis.

A noção de papel segue o conceito da estrutura organizacional de uma empresa, isto é, papéis representam funções em uma organização e incorporam um conjunto específico de autorizações e responsabilidade para cada função. Da mesma forma, um papel pode ter várias permissões e as mesmas permissões podem ser associadas a muitos papéis. Portanto, um papel pode herdar permissões associadas a outros papéis, desde que a hierarquia de papéis seja o meio natural para representar as linhas de autoridade de uma organização. Os papéis disponíveis no sistema são basicamente: **administrador**, **superusuário** e **produtor de informação** (usuário que recebe permissão para manipular dados de fertilidade, pedologia e/ou mapeamento). Cada papel tem um conjunto de permissões associadas.

Permissões são regras que descrevem como os objetos (e.g., tabelas, atributos, visões, etc) são acessados pelos usuários.

O controle de acesso do Sistema de Solos é organizado em uma estrutura hierárquica de três níveis de acesso, conforme pode ser visto na Figura 6. O usuário com o papel de administrador, nível 3, possui todas as permissões disponíveis no sistema, desde a manipulação de dados (incluir, alterar e excluir informações) até o cadastro de usuários com seus perfis e itens de domínio. O usuário com o papel de superusuário, nível 2, tem todas as permissões do administrador, no seu respectivo módulo (pedologia, fertilidade e mapeamento), exceto o cadastro de usuários e itens de dados. O usuário com o papel de produtor de informação, nível 1, tem permissão para cadastrar dados, modificá-los, mas não tem permissão de excluí-los, em um ou mais módulos do sistema.

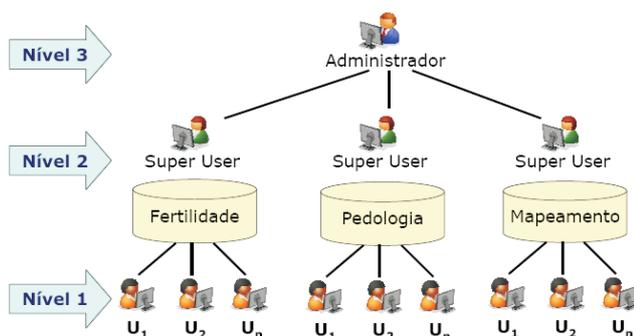


Fig. 6. Estrutura do controle de acesso do sistema de solos.

A Tabela 1 resume os papéis e as permissões

disponíveis no sistema de solos.

Tabela 1. Papéis e tipos de permissão disponíveis no sistema de solos.

Papel	Permissão
Administrador	Administração de dados e usuários. Sem restrições.
Superusuário	Manipulação geral de dados, em cada módulo, sem a permissão para cadastrar usuários e itens de dados.
Produtor de informação	Inserção e edição de dados, sem a permissão de editar os dados de outro produtor de informação, mas com permissão para visualizá-los.

## Módulo de consultas

O módulo de consultas do Sistema de Solos foi projetado para facilitar a interação do usuário com o sistema. O usuário não precisa de conhecimentos técnicos da linguagem SQL para fazer consultas ao banco de dados. Para isto, a interface do sistema é interativa e amigável, facilitando sobremaneira a recuperação de informação.

Toda consulta submetida ao sistema é realizada em três etapas: seleção de atributos, seleção de filtros e seleção de resultados.

- **Etapa 1** – Seleção de atributos: Na primeira etapa, o usuário informa ao sistema quais são os parâmetros que ele gostaria de receber como resposta da consulta. Por exemplo, o usuário pode ter interesse em recuperar informações sobre Trabalhos, Postos de Amostragem, Horizontes, Unidades de Mapeamento e Componentes.
- **Etapa 2** – Seleção de filtros: Nessa etapa, o usuário pode restringir sua consulta selecionando qualquer parâmetro disponível no sistema. O usuário tem a flexibilidade de selecionar, por exemplo, perfis localizados em um determinado estado, ou perfis com determinadas características, ou horizontes cujas propriedades morfológicas, químicas, físicas e mineralógicas satisfaçam certos valores.
- **Etapa 3** – Seleção de resultados: Na última etapa, o conjunto solução gerado pelos parâmetros selecionados nas etapas anteriores é apresentado ao usuário. Portanto, o usuário ainda tem a flexibilidade de escolher quais resultados o sistema deverá exibir. Os resultados podem ser exibidos na tela do computador ou podem ser compactados para que o usuário possa analisá-los posteriormente.

As figuras a seguir ilustram todas as etapas executadas pelo sistema para a consulta: “Selecionar todos os perfis de solos existentes no estado de Santa Catarina, no município de Chapecó”.

A Fig. 7 refere-se à primeira etapa do processo de consulta, que é a seleção dos atributos atrelados aos perfis de solos.

A Fig.8 refere-se à segunda etapa do processo de consulta. Quando o usuário seleciona a localização de perfis (UF e Município) através da opção “Localização”, o sistema exibe a Fig. 9. Nesta nova tela, o usuário informa a UF de Santa Catarina e o município de Chapecó.

Fig. 7. Exemplo de tela da primeira etapa (seleção de atributos).

Fig. 8. Exemplo de tela da segunda etapa (seleção de filtros).



Fig. 9. Tela para seleção da localização de perfis de solos

Na última etapa da consulta, o usuário tem a liberdade de escolher parte ou todos os resultados encontrados na busca. Neste caso específico, foram encontrados três perfis completos que satisfazem a consulta. O usuário pode exibir os resultados ou compactar as informações para posterior análise, como pode ser visto na Fig. 10.

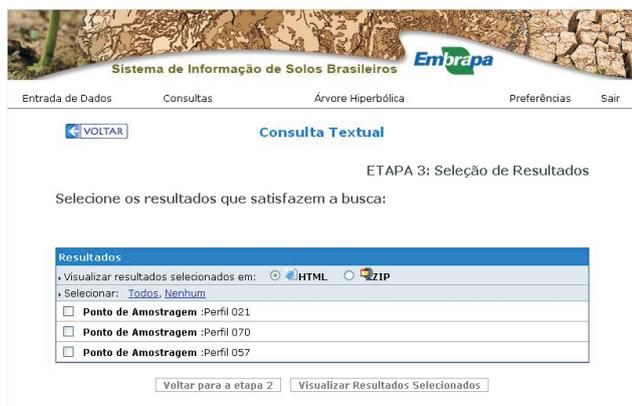


Fig. 10. Exemplo de tela da terceira etapa (seleção de resultados).

## Conclusões

O Sistema de Informação de Solos foi projetado para armazenar e disponibilizar informações sobre esse recurso natural. Os dados podem ser acessados pela internet. O Sistema foi implementado usando *software* livre para o ambiente *Web*, eliminando assim custos para sua operacionalização, por parte das instituições de pesquisa que serão usuárias do Sistema. Estas instituições formarão uma cooperativa de dados e terão permissões para acesso ao sistema, atualização dos dados e recuperação de informação. A cooperativa será regida por um plano de informação a ser definido pela Diretoria da Embrapa.

A partir da base de dados do Sistema de Solos, serão desenvolvidas aplicações para a tomada de decisões do agronegócio, em zoneamento agrícola, na estimativa da produtividade de culturas, no ensino e na pesquisa. Além disso, a base de dados vai subsidiar a evolução do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS, em desenvolvimento.

A base de dados congrega informações sobre pedologia, fertilidade e mapas temáticos, que servem de base para estudos agronômicos. O Sistema já está em uso e pode ser acessado por meio do endereço eletrônico: <http://www.bdsolos.cnptia.embrapa.br>.

O sistema está disponível somente para usuários cadastrados e seu desenvolvimento atende às demandas dos pedólogos e resgata as principais funcionalidades de sistemas anteriores, como é o caso do SigSolos (desenvolvido pela Embrapa Solos) e do Agrissolos (desenvolvido pela Embrapa Informática Agropecuária e pela Universidade Federal de São Carlos), além de agregar novas funcionalidades indicadas por especialistas.

## Referências bibliográficas

- BOOCH, G. The architecture of Web applications. 2001. Disponível em: <[http://www-106.ibm.com/developerworks/library/it-booch\\_web/?dwzone=IBM](http://www-106.ibm.com/developerworks/library/it-booch_web/?dwzone=IBM)>. Acesso em: 17 nov. 2008.
- CASTANO, S.; FUGINI, M.; MARTELLA, G.; SAMARATI, P. Database security. Boston: Addison Wesley, 1995. 456 p.
- CHAGAS, C. S.; CARVALHO JUNIOR, W.; BHERING, S. B.; TANAKA, A. K.; BACA, J. F. M. Estrutura e organização do Sistema de Informações Georreferenciadas de Solos do Brasil (SigSolos – versão 1.0). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 28, n. 5, p. 865-876, set./out. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v28n5/22822.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2008.
- CONALLEN, J. Modeling Web application design with UML. 1998. Disponível em: <<http://www.itmweb.com/essay546.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2008.
- ERNSTROM, D. J.; LYTLE, D. Enhanced soils information systems from advances in computer technology. Geoderma, v. 60, n. 1-4, p. 327-341, 1993.
- FILETO, R.; ASSAD, M. L. R. C. L.; SILVA, J. dos S. V. da; SOARES, A. F.; VENDRUSCULO, L. G. Uma arquitetura para sistema de informação sobre solos voltada para o zoneamento agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 5.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO AGRONEGÓCIO COOPERATIVO, 2., 2005, Londrina.

Agronegócio, tecnologia e inovação: anais. Londrina: SBI-Agro, 2005. Não paginado.

HARA NETO, K.; NADALETE, L. G.; GENNARI, F. A.; FREITAS, A. A. C. de. Desenvolvimento de sistema web utilizando arquitetura em três camadas e applets. In: WORKCOMP-SUL, 1., 2004, Florianópolis. Anais do I Workcomp-Sul: I Workshop de Computação da Região Sul. [Florianópolis]: Unisul, [2004]. Disponível em: <<http://inf.unisul.br/~ines/workcomp/cd/pdfs/2905.pdf>> Acesso em: 17 nov. 2008.

LENZERI, M. Data integration: a theoretical perspective. In: SYMPOSIUM ON PRINCIPLES OF DATABASE SYSTEMS, 21st, 2002, Madison. Proceedings of the twenty-first ACM SIGMOD-SIGACT-SIGART Symposium on Principles of Database Systems. [New York]: ACM, 2002. p. 233-246. Disponível em: <<http://delivery.acm.org/10.1145/550000/543644/p233lenzerini.pdf?key1=543644&key2=0989814321&coll=GUIDE&dl=GUIDE&CFID=21625166&CFTOKEN=88297127>>. Acesso em: 17 nov. 2008.

MEIRELLES, M. S. P. Organização da informação de solos do Brasil: banco de dados de solos e Geo-Portal com acesso a mapas digitais via internet. [Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 19 p. (Embrapa. Macroprograma 5 – Desenvolvimento Institucional). Projeto em andamento.

PRESSMAN, R. S. Software engineering: a practioner's approach. 5th. ed. New York: McGraw-Hill, 2001. 860 p.  
SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. da. (Ed.). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SANTOS, R. D. dos; LEMOS, R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5ª ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, 2005. 92p.

UNIVERSITY OF MINNESOTA. Department of Soil, Water, and Soil and Climate. Soil forming factors: soil forming processes & the pedon. St. Paul, 2007. Part 4, chapter 1. Disponível em: <<http://www.soils.umn.edu/academics/classes/soil2125/doc/s4chp1.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2008.

ZIEGLER, P.; DITTRICH, K. R. Three decades of data integration – all problems solved?". In: IFIP WORLD COMPUTING CONGRESS (WCC 2004), 18., 2004, Toulouse. Proceedings... [Toulouse: IFIP, 2004]. p. 3-12.

## Comunicado Técnico, 93

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



Embrapa Informática Agropecuária  
Área de Comunicação e Negócios (ACN)  
Endereço: Caixa Postal 6041 - Barão Geraldo  
13083-886 - Campinas, SP  
Fone: (19) 3211-5743  
Fax: (19) 3211-5754  
URL: <http://www.cnptia.embrapa.br>  
e-mail: [sac@cnptia.embrapa.com.br](mailto:sac@cnptia.embrapa.com.br)

1ª edição on-line - 2008

Todos os direitos reservados.

## Comitê de Publicações

**Presidente:** Kleber Xavier Sampaio de Souza.  
**Membros Efetivos:** Leandro Henrique Mendonça de Oliveira, Marcia Izabel Fugisawa Souza, Martha Delphino Bambini, Sílvia Maria Fonseca Silveira Massruhá, Stanley Robson de Medeiros Oliveira, Suzilei Carneiro (secretária).

**Suplentes:** Goran Neshich, Maria Goretti Gurgel Praxedes.

## Expediente

**Supervisor editorial:** Suzilei Carneiro  
**Normalização bibliográfica:** Marcia Izabel Fugisawa Souza  
**Revisão de texto:** Adriana Farah Gonzalez  
**Editoração eletrônica:** Área de Comunicação e Negócios