

## Uso de um sistema de informações geográficas para a base de dados dos solos brasileiros

João dos Santos Vila da Silva<sup>1</sup>  
Maria Leonor Ribeiro Casimiro Lopes Assad<sup>2</sup>  
Diego Luis Ferrari<sup>3</sup>  
Juliana Rampazzo<sup>3</sup>  
Vanessa Trevisan Romon<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Informática Agropecuária - CNPTIA  
Av. André Toselo, 209 - Caixa Postal 6041  
13083-886 – Campinas, SP, Brasil  
jvilla@cnptia.embrapa.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de São Carlos  
Rodovia Anhanguera, Km 174  
13600-970 – Araras, SP, Brasil  
assad@cca.ufscar.br

<sup>3</sup> Bolsistas CNPq - ITI  
Av. André Toselo, 209 - Caixa Postal 6041  
13083-886 – Campinas, SP, Brasil  
{diego, juliana, vanessa@cnptia.embrapa.br}

**Resumo.** O objetivo deste trabalho é estruturar a base de solos da Bacia do Alto Paraguai (BAP), na escala 1:1.000.000, utilizando o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – SPRING. Esta etapa faz parte de um projeto maior da Embrapa Informática Agropecuária que objetiva inserir a base de solo brasileira em um Sistema de Informações Geográficas. Atualmente a base de solos do Brasil nessa escala recobre um pouco mais de 91% do território, sendo publicados em 35 volumes pelo projeto Radam e IBGE, recobrando 47 folhas ao milionésimo. As folhas ao milionésimo foram adquiridas do IBGE em meio digital e formato PDF. Esses mapas foram georreferenciados e digitalizados no SPRING via ampliações tela do computador. Como resultado obteve-se a base digital georreferenciada ao milionésimo dos solos brasileiro, cujo produto para a BAP é apresentado neste artigo. Esta base encontra-se atribuída no sistema de classificação de solo original. Além disso, os textos estão devidamente ajustados a cada polígono mapeado. Para cada mapa digitalizado elaborou-se um relatório com a identificação das principais ocorrências de desconformidades, saber: polígono sem classificação, polígono com duas classes, polígono sem fechamento e sobreposição de informação. No caso da BAP somente as desconformidades do tipo polígono sem classificação e polígono com duas classes foram observados.

**Palavras-chave:** Agricultura, zoneamento, georreferenciamento, banco de dados, Pantanal.

**Abstract:** The objective of this paper is to organize a basis of soils from Upper Paraguay River (BAP), in 1:1,000,000 scale, using SPRING®, a Geographic Information System developed by Brazil's National Institute for Space Research (INPE). This is a part of a bigger project of Brazilian Agricultural Research Corporation – Embrapa, which aims to organize a data basis of Brazilian soils. Nowadays the basis of Brazil's soils in this scale covers a little more than 91% territory, published in 35 volumes by Radam Project and Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), in 47 maps. The maps were got from IBGE in Digital and PDF format. These maps had been georeferenced and digital recorded at SPRING through computer screen enlargement. This basis is attributed in the original soil classification system. Besides that, the texts are rightly adjusted to each mapped polygon. For each digital recorded map, it was elaborated a report with the identification of main occurrences of uncomformabilities, as: polygon without classification, polygon with two classes, polygon without closing and superposed information. In the case of BAP only the uncomformabilities of polygon without classification kind and polygon of two classes kind were observed.

**Key words:** Agriculture, zoning, georeferenced, database, Pantanal Wetland.

## 1. Introdução

Impactos ambientais causados pelo efeito estufa e pelo buraco na camada de ozônio trazem a tona uma discussão preocupante para a agricultura, como o aumento da temperatura e da radiação ultravioleta. Não obstante, o uso intensivo dos solos das áreas cultiváveis, principalmente pelas monoculturas, acaba por desgastar as camadas superficiais e o subsolo, causando a infertilidade do mesmo.

Ramalho Filho & Pereira (1996) enfatizam a necessidade de estudos sobre a variação da aptidão das terras, pois, segundo esses autores, este é um instrumento imprescindível para a elaboração de zoneamentos evitando-se a sub ou sobreutilização dos ecossistemas.

Acentua-se, assim, a importância de conhecer os tipos de solos encontrados nos mais de 8,5 milhões de km<sup>2</sup> de extensão territorial do Brasil, visto que as áreas cultiváveis correspondem a grande parte dessa extensão e o país possui a economia voltada basicamente para o agronegócio, de caráter exportador.

Nesse contexto, os Sistemas de Informação Geográficas (SIGs), por se tratarem de ferramentas que possibilitam a análise de informações temáticas, oferecem subsídios necessário para se efetuar, de forma eficiente, o processo de avaliação da aptidão agrícola das terras (Fernandes & Fernandes Filho, 1997).

Os SIGs são sistemas usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente a informação e indispensável para analisá-la (Câmara Neto et al., 1996).

Com a base de solos georreferenciada, os estudos relacionados com as mais diversas áreas, como vegetação e influências climáticas, poderão ser implementados, facilitando desta forma, a tomada de decisão.

Salienta-se que a Embrapa Informática Agropecuária, com apoio da Universidade Federal de São Carlos (Campus Araras) e da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) estão envidando esforços no sentido de estruturar em um Sistema de Informações Geográficas a base de solos do Brasil ao milionésimo. Neste artigo são apresentados os resultados obtidos para a Bacia do Alto Paraguai no Brasil, onde se insere o Pantanal.

## 2. Objetivo

Objetivo geral: Inserir a base de solo brasileira na escala 1:1.000.000 em um Sistema de Informações Geográficas

Objetivo específico: Estruturar a base de solos da Bacia do Alto Paraguai, ao milionésimo, utilizando o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – SPRING.

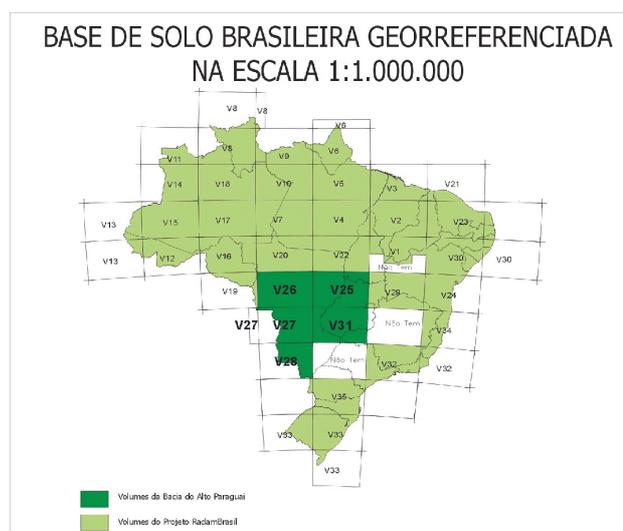
### 3. Material e Métodos

#### *Área de estudo*

Em 1970 foi criado, no Brasil, o Programa de Integração Nacional – PIN, com a missão de identificar as potencialidades econômicas da Amazônia. Em outubro desse mesmo ano foi instituído o Projeto RADAM – Radar na Amazônia, para executar o levantamento dos recursos naturais das regiões Norte e Nordeste do Brasil a partir de imagens de radar e outros sensores remotos. Este projeto visava fornecer, rapidamente, os elementos básicos necessários aos projetos específicos a serem implantados naquelas áreas (Brasil, 1973). Após publicação do volume 8 em 1975 (Brasil, 1975) e em função dos resultados e benefícios obtidos com o início do Projeto, foi ampliada sua abrangência para todo o território brasileiro, passando-se a se chamar Projeto RadamBrasil, mapeando aproximadamente 91% do território nacional.

Desta forma, constata-se que o único trabalho de levantamento sistemático ocorrido no Brasil e que contempla mapeamento de solo é o projeto RadamBrasil. Por meio dele foram publicados 35 volumes sobre levantamento de recursos naturais, cobrindo 47 folhas ao milionésimo. Na Figura 1 verifica-se a cobertura do mapeamento de solo no Brasil associado às cartas ao milionésimo, representando os mapas publicados em cada volume e, em destaque, as cinco folhas que recobrem a Bacia do Alto Paraguai, identificadas a seguir:

- V.25 - Folha SD.22 Goiás – (Brasil, 1981);
- V.26 - Folha SD.21 Cuiabá – (Brasil, 1982a);
- V.27 - Folha SE.21 Corumbá e parte da folha SE.20 - (Brasil, 1982b);
- V.28 - Folha SF.21 Campo Grande – (Brasil, 1982c);
- V.31 - Folha SE.22 Goiânia – (Brasil, 1983);



**Figura 1.** Recobrimento do mapeamento de solo no Brasil, na escala ao milionésimo, destacando as folhas/volumes correspondentes à Bacia do Alto Paraguai (V25, V26, V27, V28 e V31).

A sistemática do levantamento de solos do Projeto RadamBrasil baseou-se na fotointerpretação individual de imagens de radar. As unidades de mapeamento de solo foram delimitadas em função das características de relevo, sistema de drenagem, vegetação e tonalidade, textura e estrutura das imagens de radar na escala de 1:250.000 e reduzidos posteriormente para a escala de 1:1.000.000, respeitando-se a correspondência na articulação dos delineamentos de solos existente entre as mesmas. Visto que cada folha possuía equipes diferenciadas nas diversas etapas do levantamento, como também considerando a escala em que foi executado, houve necessidade de fazer associações de solos nas unidades de mapeamento levando em consideração o percentual dos solos identificados.

### *Procedimentos*

As etapas adotadas para a elaboração do banco de dados em SIG foram, resumidamente:

- a) conversão das imagens obtidas para o formato grib;
- b) criação de banco de dados, projeto, categorias e planos de informação (PI's) no SPRING;
- c) Georreferenciamento da imagem grib;
- d) criação da grade e moldura;
- e) vetorização e classificação temática;
- f) inserção e ajuste de textos;
- g) elaboração de relatório com as desconformidades encontradas.

A seguir são apresentados detalhadamente cada etapa e o procedimento adotado.

- a) Conversão das imagens obtidas para o formato grib

Os mapas de solos adquiridos do IBGE que se encontravam no formato pdf foram convertidos para o formato tif, afim de que pudessem ser lidos no módulo de leitura de imagens do SPRING (Impima). Para esta conversão utilizou-se o Adobe Photoshop.

Já no formato tif a imagem referente a cada folha foi lida no Impima e convertida para o formato grib. Definiu-se a resolução de 84 metros para cada pixel.

- b) Criação de bancos de dados, projetos, categorias e planos de informação (PI's)

Para iniciar a entrada de dados no SPRING criou-se um banco de dados para cada folha, que corresponde fisicamente a um diretório onde foram armazenados os projetos, modelo de dados e Planos de Informação (PI's), referentes a cada mapa de solo.

Tal banco de dados foi criado selecionando-se na tela principal do SPRING o menu Arquivo e em seguida a opção Banco de Dados ou diretamente pelo botão de atalho na barra de ferramentas. Na janela "Banco de Dados" foi definido o nome, gerenciador e o local do diretório do banco.

Utilizou-se o gerenciador Dbase e os nomes dos bancos foram padronizados como "Solo\_Vxy", obtendo-se desta forma cinco bancos: Solo\_V25, Solo\_V26, Solo\_V27, Solo\_V28, Solo\_V31.

Após a ativação do banco de dados, definiu-se o projeto, o que implicou na criação de um subdiretório onde foram armazenados os dados. A janela "Projetos" foi aberta a partir do atalho "Arquivo → Projeto", ou pelo botão específico na barra de ferramentas.

Em cada projeto foi definido: limite geográfico da área de estudo (que no caso representava os limites de cada folha ao milionésimo), projeção cartográfica Lambert Milionésimo e Datum Córrego Alegre. O nome do projeto foi padronizado como Solos\_Radam\_Vxy, obtendo-se desta forma cinco projetos: Solo\_Radam\_V25, Solo\_Radam\_V26, Solo\_Radam\_V27, Solo\_Radam\_V28, Solo\_Radam\_V31.

Nesta etapa se estabeleceram as categorias com os diferentes tipos de dados a serem manipulados. A janela “Modelo de Dados” foi aberta selecionando no menu principal “Arquivo” em seguida a opção “Modelo de dados” ou pelo botão específico.

Foram criadas as categorias “Solo” e “Moldura” como modelo temático (para tratar dados vetoriais) e a categoria “Imagem” como modelo imagem (para tratar dados no formato matricial). Na categoria “Solo” foram definidas as classes referentes aos diferentes tipos de solo das respectivas folhas. As cores das classes foram padronizadas conforme uma tabela de cores pré-definida.

Na categoria “Moldura” foram criados os PI's “Contorno” e “Grade”, na categoria “Imagem” os PI's “Imagem\_R”, “Imagem\_G” e “Imagem\_B” e na categoria “Solo” o PI “Radam\_Vxy”.

Planos de Informação (PI's) foram associados às categorias, representando um conjunto de objetos que tem características básicas em comum. A janela “Planos de Informação” foi aberta pelo atalho “Editar → Plano de Informação” ou pelo botão específico. Foram definidas a resolução igual a 84 metros no caso de dados no formato matricial e a escala 1:1.000.000 no caso de dados no formato temático.

#### c) Georreferenciamento da imagem grib

Com a estrutura do Banco de Dados organizada, a etapa seguinte consistiu no georreferenciamento da imagem anteriormente convertida para grib.

A partir do atalho “Arquivo” → “Registro” abriu-se a janela “Seleção de Imagem” onde se escolheu a imagem grib do respectivo mapa. Feito isso, na janela “Registro de Imagem” foram criados diversos pontos de controle via teclado, de coordenadas conhecidas no mapa. Estes pontos foram ajustados sobre a imagem com o uso da “Tela 5”. Estabeleceu-se como parâmetro um erro máximo de 2,00 pixels.

Após registrada, a imagem foi importada para o banco a partir do atalho “Arquivo → Importar Arquivos GRIB”. Na janela “Importar Arquivos GRIB” foram definidas a categoria e os PI's referentes as 3 bandas da imagem (R,G,B).

No caso as bandas R,G e B foram abertas nos PI's “Mapa\_R”, “Mapa\_G” e 'Mapa\_B' respectivamente, todos pertencentes à categoria “Imagem”.

#### d) Criação da grade e moldura

A grade e a moldura foram elaboradas criando-se as respectivas linhas no formato ASCII em coordenadas geográficas. Para criação dessas linhas foram utilizadas as coordenadas dos cantos das folhas e as cruzetas existentes. Estes dados foram importados pelo SPRING.

#### e) Digitalização e classificação temática

Nesta etapa o mapa começou a ser digitalizado tendo como base para tal a imagem do respectivo mapa. A digitalização foi feita no PI “Radam\_Vxx” com o uso da janela “Edição Topológica” aberta pelo atalho “Editar → Vetorial”. Na Edição de Linhas utilizou-se o Modo “Passo” e Topologia “Automática”.

Após a digitalização de cada mapa, os polígonos resultantes foram atribuídos com as classes de solo criadas na etapa de definição do modelo de dados. Na janela “Editar Classes Temáticas”, aberta a partir do botão “Classes”, na janela “Edição Topológica”, usou-se a operação “associar” e a entidade “polígono”.

#### f) Inserção e ajuste de textos

Depois da classificação concluída foram inseridos os textos referentes ao nome do solo de cada polígono. Usou-se a janela “Geração de Textos” aberta com o atalho “Temático → Geração de Textos”. O visual do texto foi definido com cor preta e altura 1.5 mm, enquanto que o alinhamento foi definido “centro” na horizontal e “metade” na vertical.

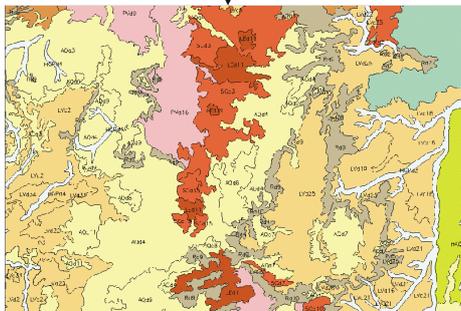
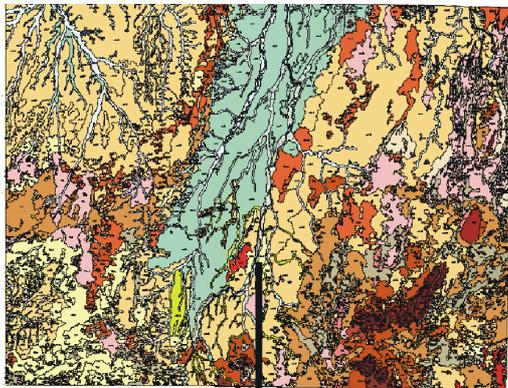
Os textos normalmente ficam descentralizados no polígono, por isso houve a necessidade de ajustá-los. Tal ajuste foi feito com uso da janela “Editar texto” aberta com o atalho “Editar→Textos”.

g) Elaboração de relatório com as desconformidades encontradas

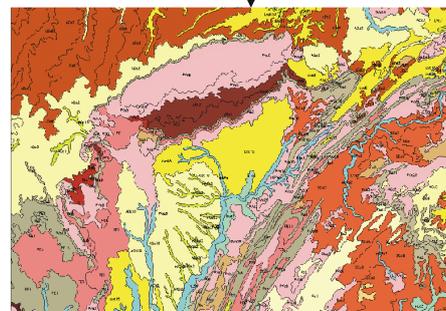
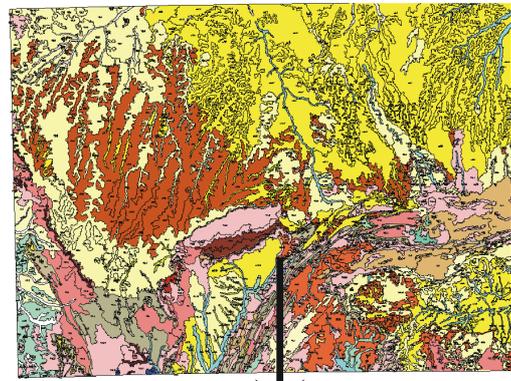
Para cada mapa digitalizado elaborou-se um relatório com a identificação das principais ocorrências de desconformidades, saber: polígono sem classificação, polígono com duas classes, polígono sem fechamento e sobreposição de informação.

#### 4. Resultados e Discussão

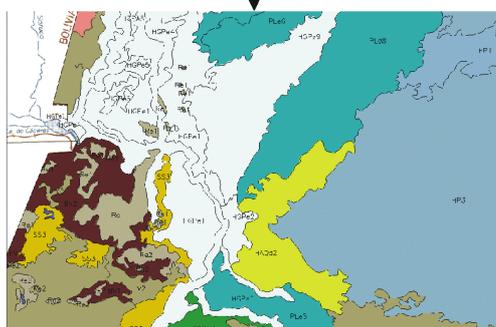
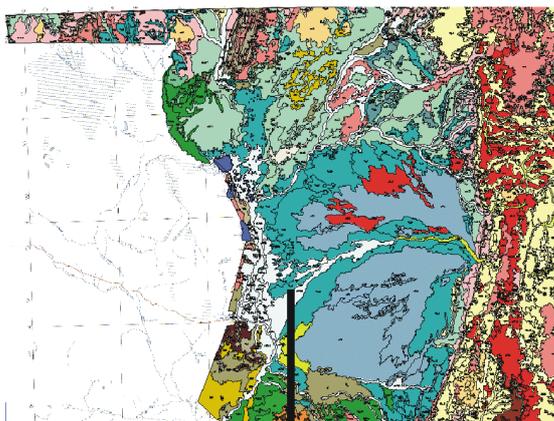
Com a aplicação dos procedimentos citados anteriormente, obteve-se como resultado um banco de dados no formato SIG das folhas constantes nos 35 volumes publicados pelo projeto Radambrasil e IBGE. A seguir, nas figuras 2 a 6, são apresentadas imagens referentes as folhas constantes nos volumes 25, 26, 27, 28 e 31, no formato temático dos mapas de solos, demonstrando a execução até a última etapa, que é a inserção de textos. Desta forma, tais produtos encontram-se georreferenciados e disponíveis para quaisquer aplicações que se fizerem necessárias.



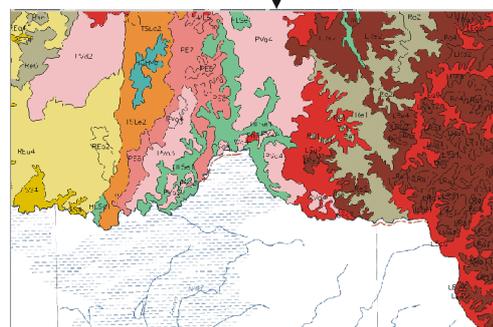
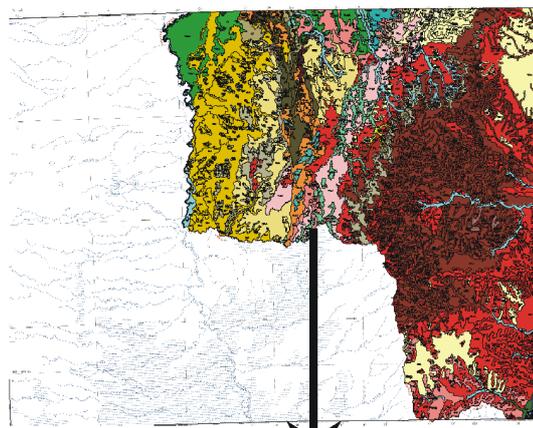
**Figura 2** – Folha do volume 25 classificada e com textos ajustados.



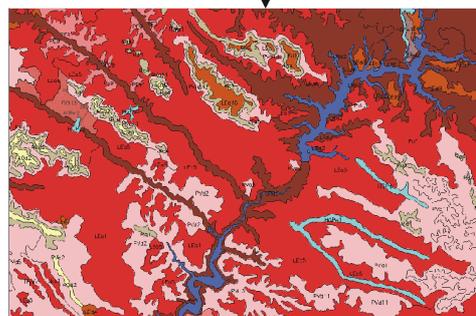
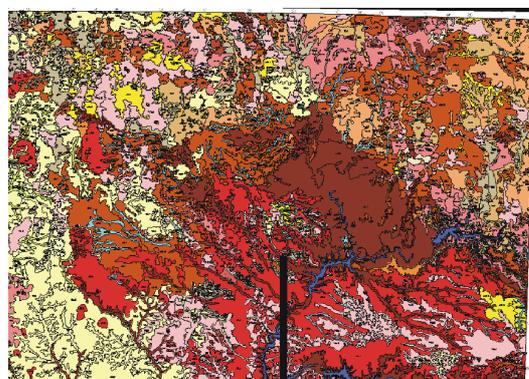
**Figura 3** – Folha do volume 26 classificada e com textos ajustados.



**Figura 4** – Folha do volume 27 classificada e com textos ajustados.



**Figura 5** – Folha do volume 28 classificada e com textos ajustados.



**Figura 6.** Folha do volume 31 classificada e com textos ajustados.

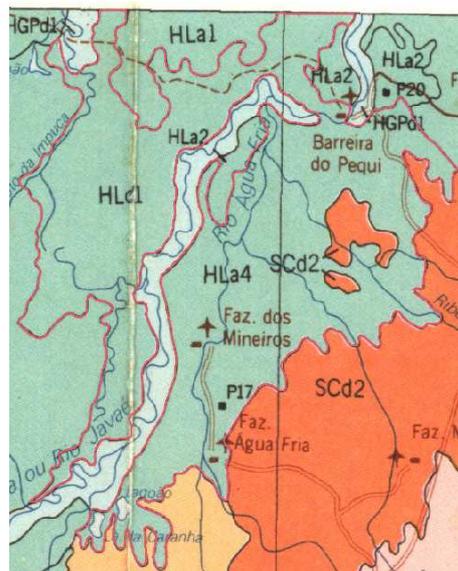
Durante os procedimentos de digitalização e classificação dos mapas de solo foram observadas algumas desconformidades nos mapas originais. As desconformidades mais comuns são polígonos sem classificação, polígonos com duas classes, e polígonos com contornos mal definidos, isto é, polígonos que não se fecham. Também foram encontrados polígonos classificados com tipos de solo não contidos na legenda original do respectivo mapa.

Outra dificuldade encontrada para conclusão do trabalho e utilização dos dados diz respeito a incompatibilidade das legendas de solo entre as folhas, pois as mesmas foram publicadas ao longo de vários anos (1973-2006) e o sistema de classificação sofreu diversas mudanças nesse período. Devido a isso se observa uma notável diferença de detalhamento de informações nos mapas publicados mais recentes. Além disso, há sobreposição de informações em alguns casos.

No caso da Bacia do Alto Paraguai, nem todas as desconformidades ocorreram. Nas figuras 7 e 8 são apresentados os dois tipos de desconformidade observadas na bacia, referentes a polígonos sem classificação (figura 7) e polígonos com duas legendas (figura 8).



**Figura 7.** Exemplo de polígono sem classificação.



**Figura 8.** Exemplo de polígono com duas legendas.

Os polígonos que apresentaram erros foram identificados, especificando-se suas coordenadas geográficas. A elaboração dessa tabela é imprescindível para que os volumes possam se melhorados e seus erros eliminados, em um futuro estudo. No Quadro 1 verificam-se as desconformidades observadas em cada uma das folhas digitalizadas para a Bacia do Alto Paraguai.

**Quadro 1.** Principais desconformidades observadas nas folhas que compõem a Bacia do Alto Paraguai.

<b>Volume 25 - Folha SD.22 Goiás</b>			
Polígono	Localização geográfica		Erro encontrado
	Grau min seg	Grau min seg	
1	s 15 00 46,14	o 51 06 57,84	Polígono com duas classes (HGPd2 e HGPd3)
2	s 12 12 04,11	o 50 10 12,64	Polígono com duas classes (HLd1 e HLa4)
<b>Volume 26 - Folha SD.21 Cuiabá (não foram encontrados erros)</b>			
<b>Volume 27 - Folha SE.21 Corumbá e parte da folha SE.20</b>			
Polígono	Localização geográfica		Erro encontrado
	Grau min seg	Grau min seg	
1	s 19 36 20,17	o 54 45 56,34	Polígono sem classificação
<b>Volume 28 - Folha SF.21 Campo Grande</b>			
Polígono	Localização geográfica		Erro encontrado
	Grau min seg	Grau min seg	
1	s 22 03 48,78	o 54 45 19,41	Polígono sem classificação
2	s 22 06 24,59	o 54 31 35,14	Polígono sem classificação
<b>Volume 31 - Folha SE.22 Goiânia</b>			
Polígono	Localização geográfica		Erro encontrado
	Grau min seg	Grau min seg	
1	s 18 05 43,23	o 48 35 45,67	Polígono sem classificação
2	s 19 55 18,05	o 50 46 36,89	Polígono sem classificação
3	s 19 58 14,08	o 49 50 53,33	Polígono sem classificação
4	s 19 52 29,85	o 50 01 36,71	Polígono sem classificação
5	s 19 48 35,28	o 50 02 53,77	Polígono sem classificação
6	s 19 50 28,72	o 50 03 23,34	Polígono sem classificação
7	s 19 51 38,36	o 49 59 49,69	Polígono sem classificação
8	s 19 55 02,37	o 50 12 54,69	Polígono sem classificação
9	s 19 56 01,09	o 50 17 33,10	Polígono sem classificação
10	s 18 25 46,15	o 48 07 39,19	Polígono sem classificação
11	s 18 29 30,85	o 48 06 29,14	Polígono sem classificação
12	s 18 50 12,47	o 51 28 56,12	Polígono sem classificação
13	s 18 45 47,84	o 51 37 05,95	Polígono sem classificação
14	s 18 58 56,84	o 50 29 14,93	Polígono sem classificação
15	s 18 35 08,90	o 50 04 46,96	Polígono sem classificação

## 5. Conclusões e sugestões

### Conclusões

Os estudos do publicados pelo Radambrasil e IBGE não foram suficientes para compor o mapa de solos na escala de 1:1000000 da área contínua do território brasileiro;

Há necessidade da identificação correta e da compatibilização da legenda de solo, pois houve evolução no sistema de classificação de solo no decorrer do estudo do RadamBrasil;

A criação desse banco, certamente trará diversos benefícios, devido a praticidade e exatidão de medições que o mesmo propicia. Além do mais, as cartas de solo no formato digital facilitam estudos e planejamentos aplicados à agricultura e também permitem a construção de novos mapas temáticos por estado, município, bacia hidrográfica e outros.

### *Sugestões*

Articular junto ao IBGE a conclusão, publicação e disponibilização das três folhas faltantes, referentes aos volumes 36, 37 e 38, que deveriam completar a série de mapeamento;

Estimar a precisão do erro cartográfico (PEC) para os mapas digitalizados;

Recuperar os dados de perfis de solo, georreferenciá-los e associá-los à base digital, utilizando o modelo cadastral;

Elaborar mosaico das folhas digitalizadas, num mapa de solos do Brasil ao milionésimo;

Elaborar mapas estaduais e municipais;

Disponibilizar os mapas em diferentes recortes na internet.

## **6. Referências**

- Brasil. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto Radam. **Parte das Folhas SC.23 Rio São Francisco e SC.24 Aracaju**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra, Rio de Janeiro: DNPM, 1973a. (levantamento de recursos naturais, v.1), (Edição fac-similar disponibilizada em CD-ROM por IBGE, 2003). 263 p.
- Brasil. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RadamBrasil. **Folha NA.21 Boa Vista e parte das Folhas NA.21 Tumucumaque, NB.20 Roraima e NB.21**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra, Rio de Janeiro: DNPM, 1975c. (levantamento de recursos naturais, v.8), (Edição fac-similar disponibilizada em CD-ROM por IBGE, 2003). 428 p.
- Brasil. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. Projeto RadamBrasil. **Folha SD.22 Goiás**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra, Rio de Janeiro: DNPM, 1981. (levantamento de recursos naturais, v.25), (Edição fac-similar disponibilizada em CD-ROM por IBGE, 2003). 640 p.
- Brasil. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. Projeto RadamBrasil. **Folha SD.21 Cuiabá**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra, Rio de Janeiro: DNPM, 1982a. (levantamento de recursos naturais, v.26), (Edição fac-similar disponibilizada em CD-ROM por IBGE, 2003). 544 p.
- Brasil. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. **Projeto RadamBrasil. Folha SE.21 Corumbá e parte da Folha SE.20**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra, Rio de Janeiro: DNPM, 1982b. (levantamento de recursos naturais, v.27), (Edição fac-similar disponibilizada em CD-ROM por IBGE, 2003). 452 p.
- Brasil. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. Projeto RadamBrasil. **Folha SF.21 Campo Grande**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra, Rio de Janeiro: DNPM, 1982c. (levantamento de recursos naturais, v.28), (Edição fac-similar disponibilizada em CD-ROM por IBGE, 2003). 416 p.
- Brasil. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. Projeto RadamBrasil. **Folha SE.22 Goiânia**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra, Rio de Janeiro: DNPM, 1983. (levantamento de recursos naturais, v.31), (Edição fac-similar disponibilizada em CD-ROM por IBGE, 2003). 768 p.
- Câmara Neto, G.; Casanova, M. A.; Hemerlu, A.S.; Magalhães, G. C.; Medeiros, C. M. B. **Anatomia de Sistemas de Informações Geográficas**. Campinas: Instituto da Computação, Unicamp. 197 p., il. 1996.
- Fernandes Filho, E. I; Fernandes, E. N. **O uso de sistemas de informação geográfica e sistemas especialistas para avaliação da aptidão agrícola das terras**. AGROSOFT/CTSOFT/SBI-AGRO. Belo Horizonte-MG. 45p. 1997.
- Ramalho Filho, A; Pereira, L. C. **Avaliação da aptidão agrícola das terras do Brasil: Potencial de terras e análise crítica dos principais métodos de avaliação**. EMBRAPA/CNPS. Rio de Janeiro-RJ. 25p. 1996.