

Metodologia para atualização da rede digital de drenagens do Estado do Mato Grosso do Sul

Júlio César Dalla Mora Esquerdo ¹
João dos Santos Vila da Silva ¹

¹ Embrapa Informática Agropecuária
Caixa Postal 6041 – 13083-000 – Campinas, SP, Brasil
{julio, jvilla}@cnptia.embrapa.br

Resumo: A atualização periódica de mapas para contemplar as alterações do meio físico é um processo essencial para a manutenção das diversas bases de dados geográficas existentes, evitando que se tornem obsoletas e que percam sua utilidade. Neste sentido, o projeto GeoMS, uma parceria entre a Embrapa Informática Agropecuária e o Instituto do Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul – Imasul/MS, reuniu e atualizou uma série de informações sobre os recursos naturais do estado, incluindo a rede hidrográfica digital. Este artigo apresenta a metodologia utilizada para a correção e atualização da rede vetorial de drenagens do estado do Mato Grosso do Sul, a partir da interpretação de imagens de satélite georreferenciadas de média resolução espacial CCD/CBERS-2B, consideradas como base cartográfica. Ao todo foram ajustadas, classificadas e nomeadas as malhas digitais hidrográficas referentes a 161 cartas topográficas, na escala 1:100.000, que recobrem todo o estado. Posteriormente, os vetores foram mosaicados e recortados de acordo com os limites geográficos das Unidades de Planejamento e Gestão – UPGs, que definem as sub-bacias do estado. Apesar de a metodologia ser baseada em métodos manuais de interpretação, os objetivos puderam ser alcançados e os resultados apresentados constituem-se como um avanço na qualidade das informações que o estado do Mato Grosso do Sul tem a sua disposição referentes à sua malha hidrográfica, contribuindo na acurácia das consultas espaciais realizadas no Sistema de Suporte ao Licenciamento Ambiental – SISLA.

Palavras-chaves: sensoriamento remoto, geoprocessamento, hidrografia, CBERS.

Abstract: The regular map updating activity, in order to incorporate the physical changes of the environment, is an essential process to keep up to date the existing geographic databases. In this sense, the GeoMS Project, carried out by Embrapa Agricultural Informatics in a partnership with the Environmental Institute of Mato Grosso do Sul State – Imasul/MS, joined and updated several information regarding the environmental resources of the state, including the digital drainage network. This paper presents a methodology to improve and update the digital drainage network of the Mato Grosso do Sul State, Brazil, through the visual interpretation of medium spatial resolution images obtained from CCD/CBERS-2B satellite, taken as a cartographic reference. Altogether, 161 topographic maps, in the 1:100.000 scale, were adjusted, classified and named. Then, the digital vectors were mosaicked and cut according to the geographical boundaries of the Planning and Management Units – UPGs, which represent the sub-basins of the state. Although the methodology has been based on manual methods of interpretation, the objectives could be achieved and the results are presented as an improvement in the quality of the information available in the State of Mato Grosso do Sul regarding the digital drainage network. The results also represent an improvement in the accuracy of the spatial analysis carried out by the Interactive System for Environmental Licensing Support – SISLA.

Key Words: remote sensing, geoprocessing, hydrography, CBERS.

1. Introdução

A atualização periódica de mapas para considerar as alterações do meio físico é um processo essencial para a manutenção das diversas bases de dados geográficas existentes, evitando que se tornem obsoletas e que percam sua utilidade. Os métodos para produção e atualização cartográfica de mapas evoluíram gradativamente como o desenvolvimento de novos processos tecnológicos, como o mapeamento digital, a utilização de Sistemas de Informações Geográficas – SIGs e as imagens de Sensoriamento Remoto.

No caso do Sensoriamento Remoto, a agilidade e a redução de custos obtidos através da utilização de imagens orbitais para a atualização cartográfica vêm acompanhadas de uma qualidade cada vez maior no que se diz respeito à resolução espacial e multiespectral, atendendo aos requisitos de precisão planimétricas exigidos para escalas do mapeamento sistemático.

Neste sentido, o Projeto “Sistema de Informação Georreferenciada como apoio à tomada de decisão – estudo de caso: Estado de Mato Grosso do Sul (Projeto GeoMS)”, uma parceria entre o Instituto do Meio Ambiente do Estado do Mato Grosso do Sul – Imasul e a Embrapa Informática Agropecuária, unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, reuniu e atualizou informações sobre os recursos naturais daquele estado, incluindo sua rede digital drenagens.

A malha digital da rede de drenagens do estado do Mato Grosso do Sul foi produzida por meio da digitalização das cartas topográficas da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (DSG), geradas na década de 60 a partir de levantamentos aerofotogramétricos e técnicas de estereoscopia. O processo analógico de mapeamento conduzido pela DSG na década de 60 era passível de erros cartográficos que, somados aos erros do processo de digitalização das cartas e ao tempo decorrido desde o mapeamento, tornaram necessária a atualização dessa base de dados.

Considerando a existência dessa base digital da rede de drenagens do estado, o objetivo deste trabalho é apresentar a metodologia utilizada, no âmbito do Projeto GeoMS, para a atualização e correção de tal base, considerando como referência cartográfica imagens georreferenciadas de média resolução espacial CCD/CBERS-2B (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres).

A existência de mapas atualizados da rede de drenagens do estado é fator importante nos processos de licenciamento ambiental, principalmente nas questões relativas à definição das Áreas de Proteção Permanente – APPs às margens de cursos d'água. Ressalta-se que esses dados digitais são utilizados pelo estado no Sistema de Suporte ao Licenciamento Ambiental – SISLA, uma ferramenta Web desenvolvida pelo Projeto GeoMS para agilizar os processos de licenciamento ambiental no estado do Mato Grosso do Sul.

2. Objetivo

Apresentar a metodologia e seus resultados do processo de atualização da rede vetorial de drenagens do estado do Mato Grosso do Sul, conduzido no âmbito do projeto GeoMS, na escala 1:100.000.

3. Material e Métodos

O sistema de drenagem do estado do Mato Grosso do Sul contribui com as bacias do Rio Paraná (leste) e do Rio Paraguai (oeste), havendo um grande divisor de águas no centro do estado. A **Figura 1** ilustra o modelo digital de elevação do estado, sobreposto pela malha digital das 161 cartas na escala 1:100.000 que cobrem o estado.

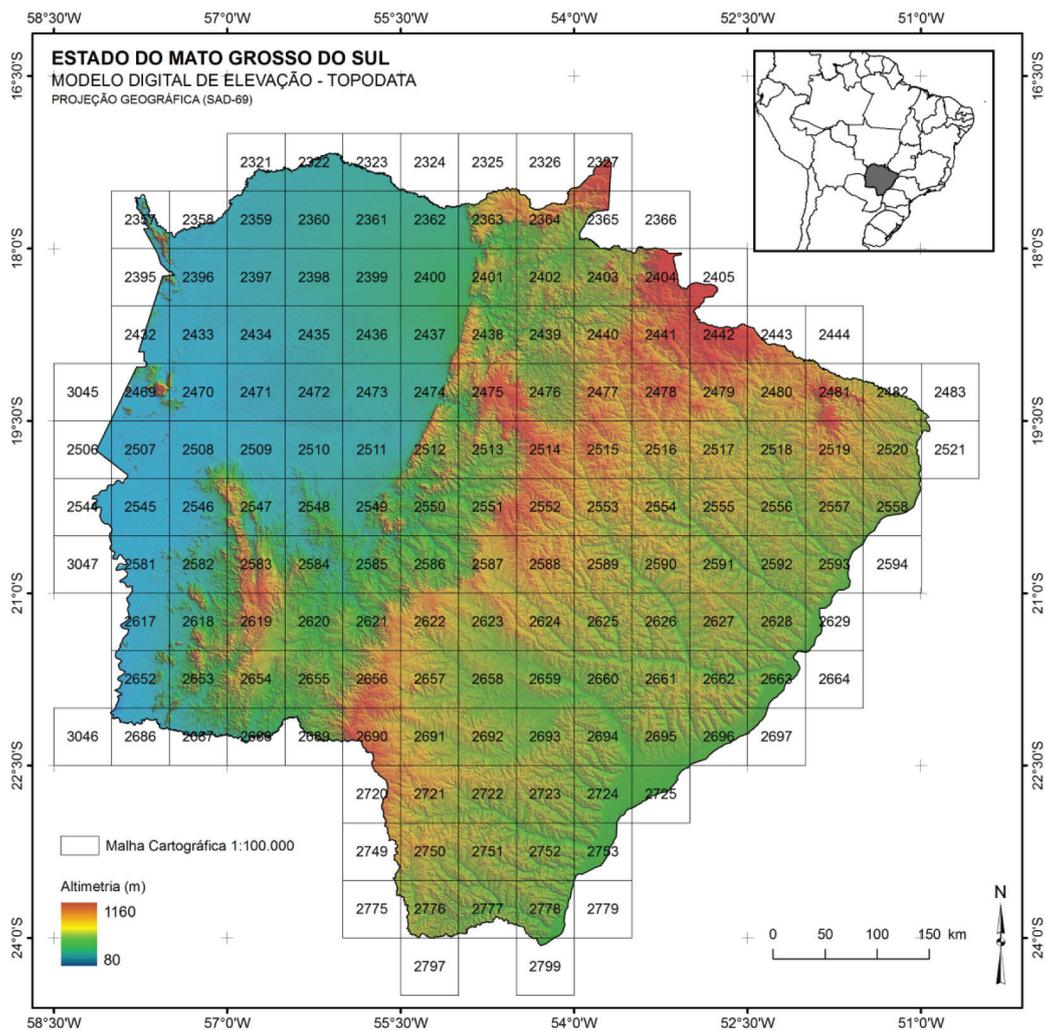


Figura 1. Área do estudo – estado do Mato Grosso do Sul, sua altimetria e malha cartográfica nas escala 1:100.000.

O modelo de altimetria foi obtido do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil Topodata (2010), na resolução espacial de 30m. Trata-se de um modelo digital de elevação derivado dos dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), refinados da resolução espacial original de três arco-segundos (90m) para um arco-segundo (30m), por meio de krigagem, Valeriano (2008).

A malha digital da rede de drenagens do estado do Mato Grosso do Sul foi disponibilizada ao Projeto GeoMS pela Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural (Agraer), em arquivos vetoriais no formato DWG (AutoDesk), na projeção UTM, separados em 161 cartas na escala 1:100.000, conforme mostrado na **Figura 1**. A maior parte dos arquivos foi recebida em vetores classificados em rios perenes ou temporários e outra parte recebida sem qualquer classificação. Os arquivos foram convertidos para o formato *shapefile* e separados em conjuntos de cartas na escala 1:250.000. Após esse processo, os arquivos foram importados para um banco de dados dentro do software Spring.

A **Figura 2** ilustra um exemplo de recorte espacial dos dados utilizados no processo de ajustes da rede de drenagens.

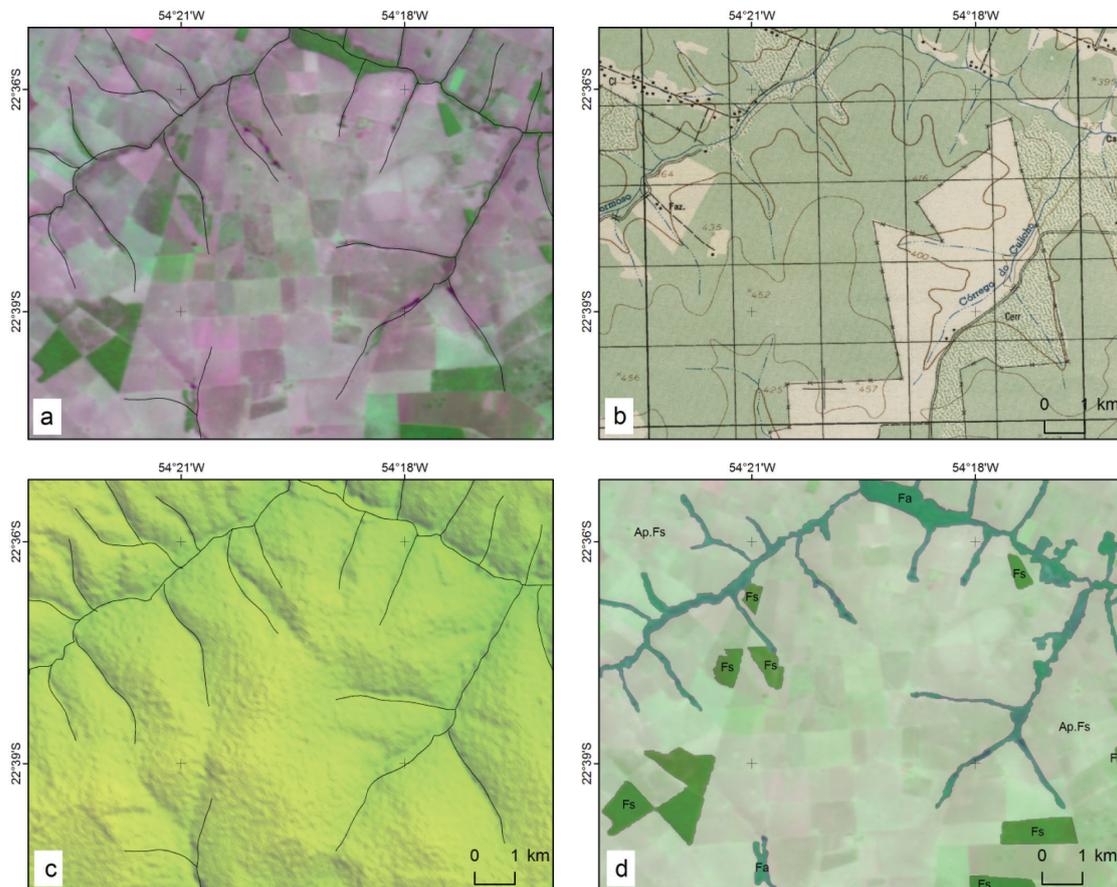


Figura 2. Exemplo do conjunto de dados utilizado: (a) vetores digitais originais obtidos das cartas DSG sobrepostos às imagens CCD/CBERS-2B; (b) carta topográfica DSG, (c) modelo digital de elevação e; (d) mapa digital de uso e cobertura das terras do estado.

Como referência espacial para o ajuste da malha digital das drenagens foram utilizadas imagens CCD/CBERS-2B (**Figura 2a**), com resolução espacial de 20m e datas de passagem no ano de 2007, cobrindo todo o estado do Mato Grosso do Sul. As imagens foram obtidas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e georreferenciadas no

âmbito do Projeto GeoMS, adotando-se como referência cartográfica as imagens Landsat do programa GeoCover.

Como referência para verificação das classificações e nomenclatura dos cursos d'água foram utilizadas as cartas topográficas geradas pela DSG, escaneadas em formato TIFF (**Figura 2b**). Foram também utilizados, como referência, os mapas digitais do uso e cobertura das terras do estado do Mato Grosso do Sul produzidos pelo projeto GeoMS, Silva et al. (2011).

Como dados auxiliares foram utilizadas imagens do modelo digital de elevação Topodata (**Figura 2c**) e mapas digitais da cobertura vegetal do estado do Mato Grosso do Sul, produzidos pelo projeto GeoMS, Silva et al. (2011) (**Figura 2d**).

O processo de ajuste da rede de drenagens foi realizado a partir de interpretações visuais realizadas pela equipe de estagiários do projeto GeoMS, onde os arquivos vetoriais da rede de drenagem foram sobrepostos às imagens CBERS-2B, de forma a verificar sua concordância às feições visíveis nas imagens na escala 1:100.000. Esta etapa foi conduzida no software ArcGIS, onde ferramentas de edição vetorial foram utilizadas para ajustar os cursos d'água às feições das imagens CBERS-2B, como rios e linhas de drenagem.

Como ferramenta auxiliar foi utilizado o software Google Earth e suas imagens de maior resolução espacial, permitindo ao intérprete avaliar em maior detalhe as áreas que não puderam ser analisadas apenas pelas imagens CEBERS-2B. Para facilitar o processo de comparação entre as imagens, foi instalado no ArcGIS um *plug-in* que permite ao intérprete obter uma correspondência espacial instantânea entre o display exibido no programa e a imagem mostrada no Google Earth.

Por fim foi realizada a reprojeção dos dados para a projeção geográfica e conduzida a articulação entre as cartas 1:250.000 e sua mosaicagem, de acordo com os limites geográficos das 15 sub-bacias ou Unidades de Planejamento e Gestão – UPG do estado, definidas pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Mato Grosso do Sul – PERH/MS, Sema e Imasul (2010). Tais limites geográficos das UPGs também passaram por um processo de refinamento e detalhamento em atividade do projeto GeoMS Silva et al (2011b).

4. Resultados e Discussão

O mapa da **Figura 3** mostra a malha digital atualizada da rede hidrográfica do estado do Mato Grosso do Sul, com o predomínio de drenagens do tipo dendrítico. Ao longo do processo foram realizadas as correções de deslocamento entre os vetores originais e as imagens CBERS onde, em geral, tais deslocamentos encontrados foram resultantes do processo de confecção e digitalização das cartas DSG. No entanto, em muitos casos, especialmente nas regiões mais planas, os deslocamentos foram oriundos das modificações fluviomorfológicas que ocorreram nos últimos 50 anos, resultando em discrepâncias entre a base original vetorial e as imagens CBERS do ano de 2007.

Na maior parte das vezes, a malha digital original apresentava classificação do tipo de drenagem (permanente ou temporária); em outros casos não havia indicação quanto ao seu tipo. Dessa forma, foi conduzida também uma análise para checagem das classificações, tomando-se como referências as cartas DSG originais escaneadas. Além da falta de classificações, alguns vetores originais apresentavam classes não coincidentes com as cartas DSG, sendo estes corrigidos.

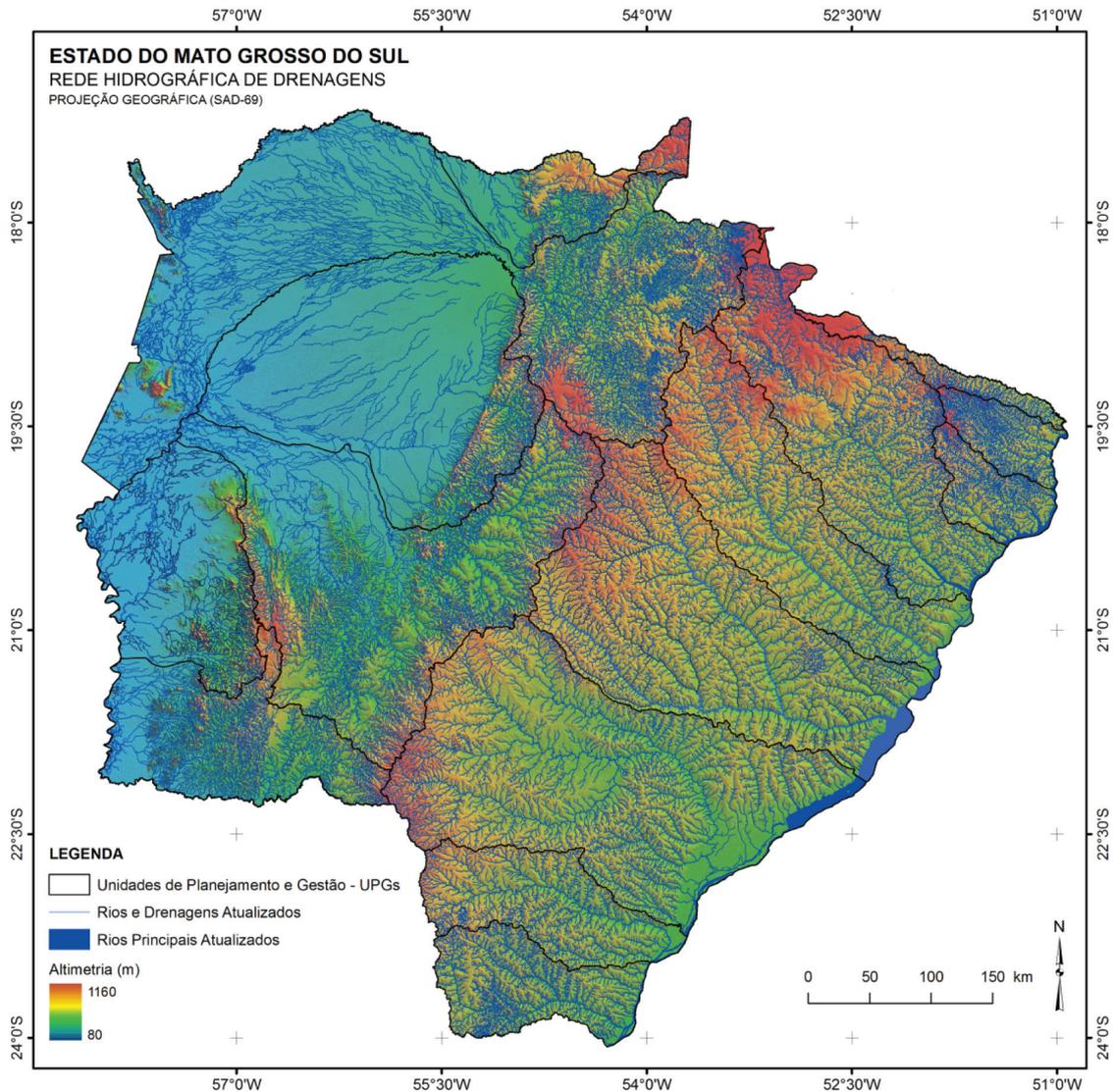


Figura 3. Mapa atualizado da rede de drenagens do estado do Mato Grosso do Sul.

Tendo como base as imagens de média resolução espacial, a existência de matas ciliares ao redor das drenagens foi o fator que mais auxiliou no processo de correção vetorial, cujas feições facilitaram a interpretação das imagens e o correto delineamento dos rios. Neste sentido, o mapa do uso e cobertura do estado auxiliou nesse processo de interpretação.

Nos casos de ausência da mata ciliar, utilizou-se como referência o modelo digital de elevação, de modo a visualizar o formato do terreno e identificar as regiões mais baixas. Nesta etapa, as imagens de alta resolução e o modelo digital de elevação, presentes na base de dados do Google Earth, foram informações de grande importância para a compreensão e interpretação das imagens CBERS. O *plug-in* utilizado para a correspondência instantânea entre o display do SIG e do Google Earth tornou mais fácil e ágil esse processo de consulta.

Pelos recortes espaciais mais detalhados mostrados pela **Figura 4**, pode-se comparar os resultados deste trabalho em relação aos dados originais. Os recortes à esquerda mostram as drenagens antes do processo de correção e os da direita as drenagens corrigidas e atualizadas.

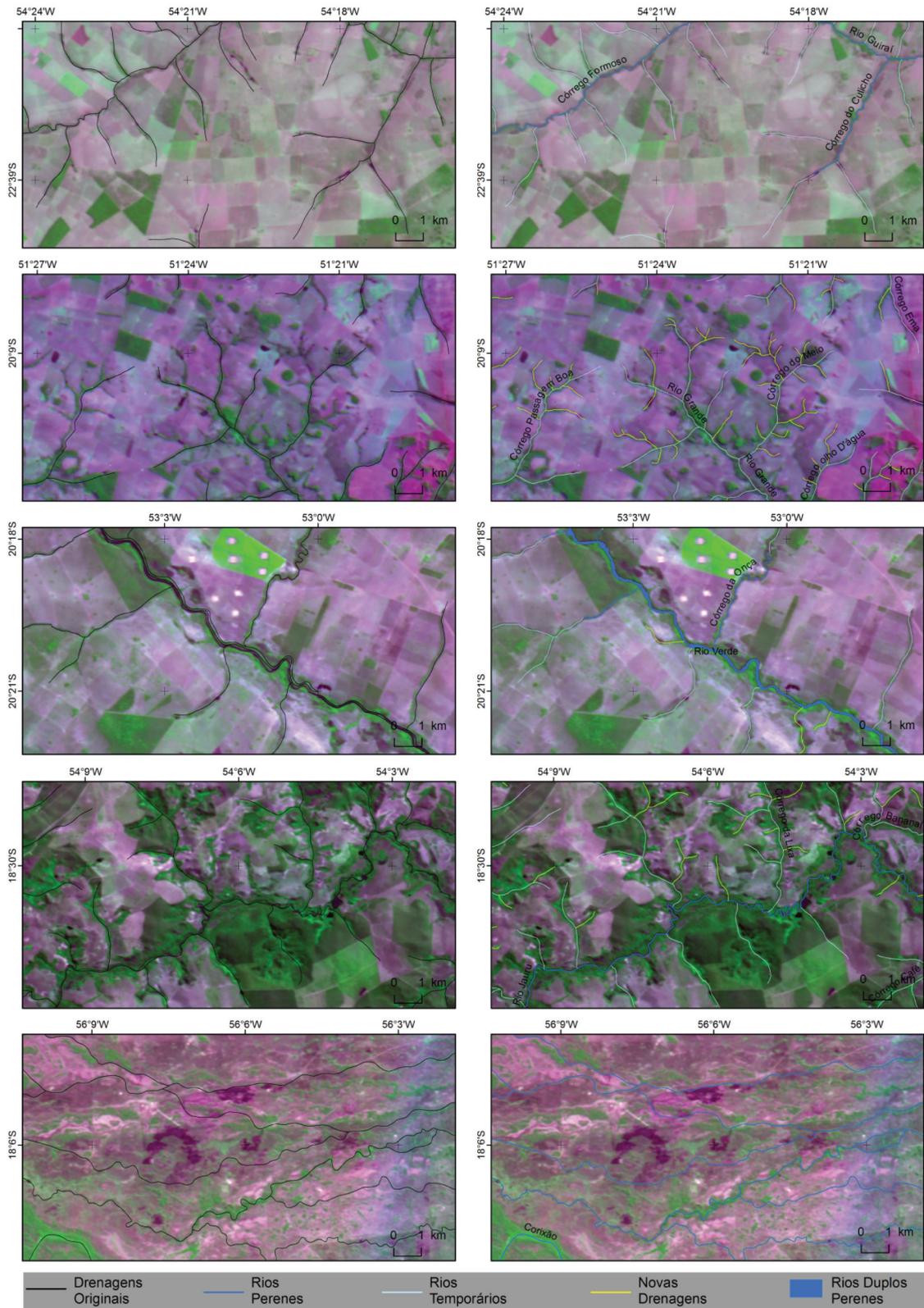


Figura 4. Recortes espaciais com detalhes das drenagens antes do processo de correção e atualização (esquerda) e após o processo (direita).

De acordo com a **Figura 4**, a malha digital atualizada é composta por vetores lineares, representando as drenagens temporárias, perenes e novas, e de vetores poligonais, representando os rios duplos. As drenagens novas, em maior densidade nas **Figuras 4d** e **4h**,

mostradas em linhas amarelas, não estavam presentes na base original e foram mapeadas pela equipe da Embrapa Informática Agropecuária, não recebendo classificação quanto ao seu tipo. Nos arquivos vetoriais das drenagens perenes e temporárias foi adicionada uma tabela de atributos e os nomes dos rios, córregos, corixos, etc., que estavam presentes nas cartas DSG, foram cadastrados. Os rios duplos foram extraídos a partir do mapa do uso e cobertura da terra do estado, onde os limites das margens foram identificados.

Nas áreas planas do Pantanal, ao oeste do estado, e em algumas regiões às margens do Rio Paraná, ao leste, o nível de dificuldade no processo de correção foi maior, por conta da baixa declividade e a impossibilidade de um melhor entendimento acerca do sistema de drenagem dessas áreas alagáveis. Em algumas áreas do Pantanal, conforme ilustram as **Figuras 4i e 4j**, as linhas originais não foram alteradas, dada a dificuldade na interpretação das imagens de satélite. A baixa declividade dessas áreas aliada à ausência de padrões convencionais de drenagem, não permitiram a correção dos dados vetoriais nessas regiões, mesmo utilizando imagens de satélite obtidas em datas próximas ao período de seca do Pantanal.

Considerando a definição de bacias hidrográficas como unidades territoriais para aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a organização e a articulação da malha digital de drenagens em mosaicos de sub-bacias ou UPGs, ao invés de cartas na escala 1:100.000, é também um resultado deste processo, facilitando o manuseio dos dados e o carregamento das informações nos SIGs.

É importante ressaltar que os resultados aqui apresentados foram obtidos a partir da interpretação de imagens de média resolução espacial, cujo detalhamento é inferior às fotografias aéreas que deram origem ao mapeamento realizado pela DSG e que, portanto, são passíveis de erros. No entanto, a acurácia geométrica e a idade das imagens de satélite utilizadas permitiram alcançar uma significativa melhora na qualidade da malha digital de drenagens que o estado do Mato Grosso do Sul tem a sua disposição, apesar das dificuldades encontradas nas regiões alagáveis.

Os mapas digitais gerados serão disponibilizados no SISLA e poderão contribuir na acurácia das análises de entorno e consultas espaciais realizadas pelo sistema para a avaliação de processos de licenciamento ambiental no estado, em especial na definição das APPs ao longo de cursos d'água. Ressalta-se que o processo de atualização de mapas de recursos naturais deve ser contínuo e, neste sentido, o sensoriamento remoto pode ser considerado uma fonte de informações permanente por conta da sua regular atualização e do desenvolvimento de novos sensores com melhores resoluções espaciais.

5. Conclusões

O uso de geoprocessamento e sensoriamento remoto se mostrou apropriado nas atividades de atualização da rede digital hidrográfica do estado do Mato Grosso Sul. Apesar das dificuldades encontradas na atualização das drenagens em áreas alagáveis, os resultados apresentados constituem-se como um avanço na qualidade das informações que o estado do Mato Grosso do Sul tem a sua disposição referentes aos seus recursos hídricos. Sua disponibilização no Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental – SISLA irá contribuir na acurácia das consultas espaciais conduzidas pelo sistema e no processo de licenciamento ambiental.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem aos estagiários do Laboratório de Geotecnologias da Embrapa Informática Agropecuária pela valiosa contribuição no processo de atualização manual

da rede de drenagens do estado do Mato Grosso do Sul e à Gislaime Lima de Brito, do Instituto do Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul – Imasul, pela contribuição no processo de auditoria dos resultados.

6. Referências

SEMA/IMASUL (Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia/ Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul). **Plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, MS: UEMS, 2010. 194p. ISBN: 978-85-99880-24-1.

Silva, J.S.V.; Pott, A.; Abdon, M. M.; Pott, V.J.; Santos, K.R. **Cobertura vegetal e uso da terra do estado de Mato Grosso do Sul**. Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, 64p. 2011a.

Silva, J.S.V.; Speranza, E.A.; Vendrusculo, L.G.; Esquerdo, J.C.D.M. ; Mauro, R.A.; Bianchini, S.L.; Florence, R. O. **Projeto GeoMS: Melhorando o Sistema de Licenciamento Ambiental do Estado do Mato Grosso do Sul**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2011b. 64 p.

Topodata **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>. Acesso em: 10 jul. 2010.

Valeriano, M. M. **TOPODATA: Guia para utilização de dados geomorfológicos locais**. São José dos Campos, SP: INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-15318-RPQ/818). 75 p. 2008.

