

O uso do Sensoriamento Remoto no diagnóstico ambiental ao longo do Rio Formoso, em Bonito - MS, entre os anos de 2004 e 2008.

Marigô Regina Bittar¹
Thais Gisele Torres¹
Jamil Alexandre Ayach Anache¹
Roni Berto Medina Espíndola¹
Antonio Conceição Paranhos Filho²
Ciomara de Souza Miranda¹
Fabiola Moreira Fernandes¹
Diego Lanza Lima¹
Brychtn Ribeiro De Vasconcelos¹

¹ Ministério Público do Estado de Mato Grosso do Sul – Procuradoria-Geral de Justiça
Rua Presidente Manoel Ferraz de Campos Sales, 214, Jardim Veraneio, CEP 79031-907
Campo Grande – MS, Brasil,
{marigo_bittar, thaisgisele_torres}@mp.ms.gov.br; {anache.jamil, roni.espindola,
ciomara.miranda, fabigeo18, lanzalima, brychtn}@gmail.com

² Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - Departamento de Hidráulica e Transportes;
Campus Universitário, S/ Número, Caixa Postal 549, CEP 79060-900
Campo Grande – MS, Brasil,
paranhos@nin.ufms.br

Abstract. The ecological interest in the region along Formoso River in Bonito motivated the creation of Formoso Vivo Project, which was an initiative of the Public Ministry of the State of Mato Grosso do Sul, and consisted of an environmental diagnosis, pretending the adequacy of the farms according to the Brazilian environmental laws. An outsourced company generated the polygons containing the limits of the permanent preservation areas (PPA) and legal reserves (LR) of the country properties in the study area. This data was based on topographical surveys made in field, researches in notary's offices and photo interpretation of satellites images from CBERS-2 of the years 2002 and 2003. Using GIS (Geographic Information System), with images TM/LANDSAT 5, scene 226/75, of the years 2004 and 2008 (INPE, 2008), were made interpretations in the 2008 raster for the verification of the execution of the Behavior Adjustment Terms (TACs) created after the diagnosis of Formoso Vivo Project, as well as the verification of the compliance of the Brazilian Forestry Code (Brasil, 1965). After that, the areas containing remaining vegetation in the years of 2004 and 2008 had been arisen, representing the effects of the project. Finally, according to the National System of Conservation Units (SNUC) (Brasil, 2000) it was found, by photo interpretation, the existence of ecological corridors. Summarizing, by the use of Remote Sensing, it is possible to monitor, in a fast and efficient way, the region along the margins of Formoso River.

Palavras-chave: Formoso Vivo Project, Brazilian Forestry Code, ecological corridors, GIS, environmental interest areas, Public Ministry of the State of Mato Grosso do Sul, Projeto Formoso Vivo, Código Florestal Brasileiro, corredores ecológicos, SIG, áreas de interesse ambiental, Ministério Público do Estado de Mato Grosso do Sul.

1. Introdução

A importância social, ambiental e turística do Rio Formoso, localizado no Município de Bonito, Mato Grosso do Sul, desperta o interesse da sociedade, do poder público e da iniciativa privada em sua preservação. Sendo assim, visando realizar um diagnóstico ambiental pioneiro, o Ministério Público do Estado de Mato Grosso do Sul teve a iniciativa de conceber o Projeto Formoso Vivo, a fim de detectar quais os danos ambientais ocasionados pelas propriedades ribeirinhas, que se encontram em desacordo com a legislação ambiental vigente. Assim, o Ministério Público, na qualidade de fiscal da lei e tutor do direito difuso do

Meio Ambiente, pode contar com valioso instrumento técnico para subsidiar suas denúncias, principalmente por este trabalho ter delineado os problemas combatidos em muitas propriedades ao longo do Rio Formoso. É importante lembrar que a Fundação Neotrópica do Brasil colaborou para o Projeto Formoso Vivo, como parceira nas atividades de execução, idealização e cooperação técnica.

O Rio Formoso faz parte da bacia do Rio Miranda, localizado a oeste de Mato Grosso do Sul (Figura 1). O Projeto Formoso Vivo atuou somente na faixa ripária do curso principal, não se estendendo à totalidade da bacia, pois visava recuperar as propriedades ribeirinhas.

Segundo a obra de Loubet et al. (2007), o Projeto Formoso Vivo, realizado no período de 2003 a 2004, foi dividido em três etapas: a primeira tratou do diagnóstico ambiental das propriedades ao longo do Rio Formoso, totalizando 121 imóveis; a segunda, baseada na etapa anterior, forneceu aos proprietários soluções para os danos ambientais encontrados, bem como a distribuição de mapas georreferenciados dos imóveis, contendo os limites da reserva legal existente ou a recuperar; por fim, a terceira fase preocupou-se em firmar Termos de Ajustamento de Conduta com os indivíduos responsáveis pelas propriedades que apresentavam passivo ambiental, objetivando a recuperação dos danos encontrados.

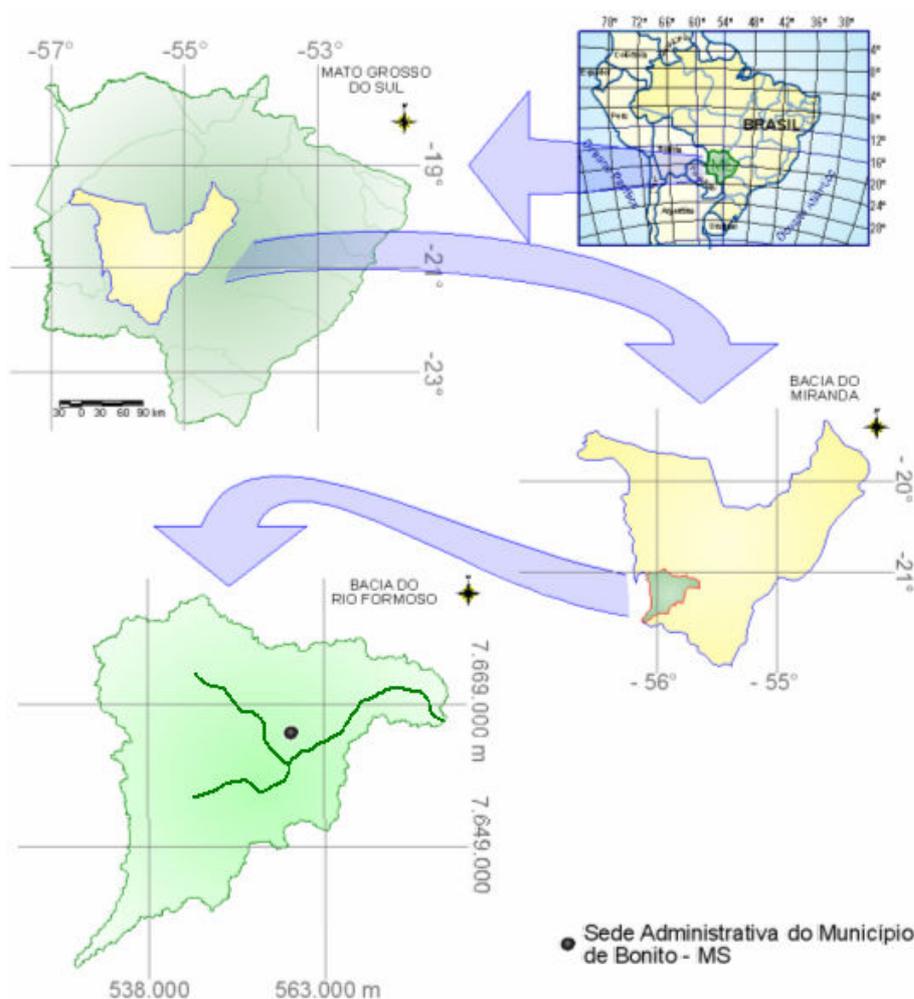


Figura 1. Localização do Rio Formoso.

A fim de medir a efetividade do projeto após o decurso de quatro anos, é imperioso constatar qual a atual situação dos imóveis analisados. Desta forma, dispondo de técnicas de Sensoriamento Remoto foi possível, em alguns casos, diagnosticar a preservação ou não dos recursos florestais, porquanto Santos (2002) afirma que “métodos fundamentados nas técnicas

de Sensoriamento Remoto (SR) e de Sistema de Informação Geográfica (SIG) podem ser utilizados para determinar Áreas de Preservação Permanente e Áreas de Uso Restrito, com a avaliação e detecção da transgressão do Código Florestal”. (negrejamos)

Outrossim, não se pode deixar de mencionar que, em cumprimento ao Código Florestal Brasileiro (Brasil, 1965), deve-se preservar 20% da área da propriedade contendo mata nativa, como reserva legal e manter as áreas de preservação permanente, não desmatando topos de morro, encostas com declividade maior que 45 graus e faixas de matas ciliares ao longo de corpos aquosos, as quais têm sua área definida de acordo com o tamanho e o tipo do corpo d’água.

De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Brasil, 2000), pode-se definir Corredores Ecológicos como sendo “porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais”.

Portanto, o presente trabalho objetiva verificar as propriedades ao longo do Rio Formoso, quanto ao cumprimento do Código Florestal Brasileiro (Brasil, 1965), gerando dados estatísticos, levantando o quantitativo de mata nativa remanescente na área de estudo em 2008, em comparação com o que havia em 2004, além de observar na região dos imóveis se existe a presença de corredores ecológicos, que podem ser considerados como um dos indicadores de preservação ambiental.

2. Metodologia de Trabalho

O Projeto Formoso Vivo analisou 116 propriedades, gerando mapas vetoriais, definindo a reserva legal estimada e as áreas de preservação permanente. Esses diagnósticos foram realizados com base em imagens CBERS-2/CCD de 2002 e 2003. (Loubet et al., 2007).

Desse modo, utilizando a cena TM/LANDSAT 5 da órbita 226, ponto 075, da data 19/08/2008 (INPE, 2008), os vetores de 2004 foram plotados e, com a interpretação visual foi possível a constatação da presença de cobertura vegetal nas áreas delimitadas pelo projeto.

Para a sua utilização neste artigo, as imagens TM/LANDSAT 5 226/75 de 05/06/2004 e de 19/08/2008 foram ortocorrigidas, utilizando o *software* Geomatica OrthoEngine (PCI, 2007) e teve como referência, o modelo digital de elevação SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) versão 3 (USGS, 2008) e a imagem ortoretificada da cena 226/75, do dia 05/06/2001 (GLCF, 2008). Além disso, a imagem foi acurada, utilizando pontos coletados em campo.

A ferramenta utilizada para a visualização das imagens de satélite e para os trabalhos vetoriais foi o *software* Geomatica Focus (PCI, 2007). Os arquivos vetoriais foram convertidos do formato .dwg (original do Projeto Formoso Vivo) para .shp, de modo que o Geomatica Focus pudesse abri-los junto com a respectiva imagem de satélite, além de possibilitar a sua edição.

Depois das análises de cada imóvel, foi elaborada uma tabela contendo a quantidade total de propriedades analisadas, o número de imóveis regulares e irregulares, os quais foram classificados de acordo com o tipo de irregularidade. Assim, foram gerados gráficos mostrando as estatísticas do cumprimento ou não do Código Florestal Brasileiro (Brasil, 1965), ao longo do Rio Formoso.

Outra informação inclusa foi a presença de corredores ecológicos ao longo do Rio Formoso, utilizando-se de dados fornecidos pelo Instituto do Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul - IMASUL (2008). Tais dados consistem nos limites do mosaico das unidades de conservação do Estado de Mato Grosso do Sul; na imagem 226/75, de 19/08/2008 (INPE, 2008), sendo os vetores do IMASUL plotados junto com a delimitação da área do Projeto

Formoso Vivo, utilizando técnicas de foto-interpretação, e os corredores ecológicos encontrados foram vetorizados.

Para estimar a área total de mata nativa remanescente que estaria preservada nos anos de 2004 e 2008 foram traçados polígonos através da foto-interpretação das cenas TM/LANDSAT 5 das datas 05/06/2004 e 19/08/2008 da órbita 226 ponto 75 (INPE, 2008), em uma escala 1:70.000. Com isso, obteve-se o percentual de vegetação preservada, desconsiderando as áreas de preservação permanente, nesses anos e a diferença, caracterizando o total de área desmatada.

3. Resultados e Discussão

3.1. Relativo ao cumprimento do Código Florestal Brasileiro nos imóveis rurais mapeados pelo Projeto Formoso Vivo no ano de 2008

Após analisar cada imóvel rural fornecido pelo Projeto Formoso Vivo, de acordo com a imagem de satélite de 2008, definiu-se a situação de cada um em relação ao cumprimento da Lei 4.771, de 15 de Setembro de 1965 (Brasil, 1965) (Tabela 1).

É válido ressaltar que não foi possível diagnosticar, quanto ao cumprimento da legislação ambiental, todas as 116 propriedades do Projeto Formoso Vivo, haja vista a dependência da resolução espacial da imagem – que, para o sensor TM/LANDSAT 5 é de 30 metros - e do tamanho do imóvel, daí porque o presente artigo analisou 102 imóveis rurais.

Tabela 1. Situação das Propriedades ao longo do Rio Formoso - quanto ao cumprimento do Código Florestal Brasileiro (Brasil, 1965).

Propriedades	Quantidade
Regulares	38
Irregulares sem Reserva Legal	19
Irregulares sem APP	34
Irregulares sem Reserva Legal e APP	11
Total	102

A Figura 2 ilustra a Tabela 1, mostrando em percentuais e gráficos a situação, quanto ao cumprimento do Código Florestal Brasileiro (Brasil, 1965).

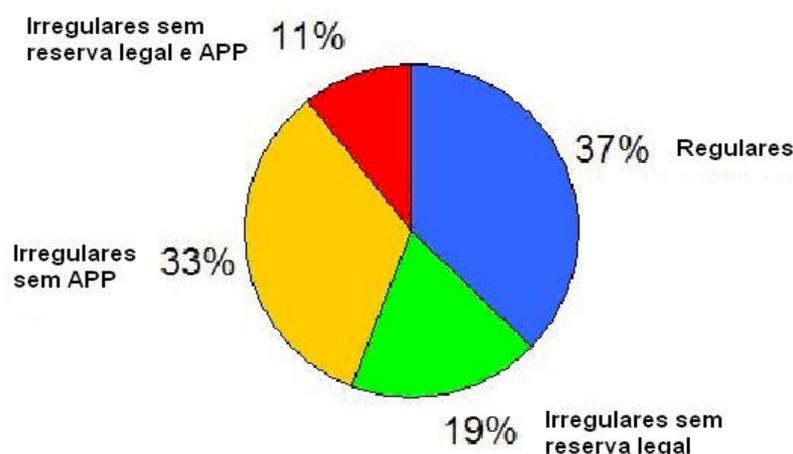


Figura 2. Gráfico da situação das propriedades ao longo do Rio Formoso, quanto ao cumprimento do Código Florestal Brasileiro (Brasil, 1965).

Portanto, com o uso de ferramentas computacionais e imagens obtidas por sensoriamento remoto, o Ministério Público Estadual pode intensificar as fiscalizações em áreas de interesse

ambiental. Ademais, com esta técnica as vistorias em campo são otimizadas, porquanto a comprovação das hipóteses e as tomadas de decisões se tornam mais rápidas e objetivas.

3.2. Relativo à comparação da cobertura vegetal nativa remanescente entre os anos de 2004 e 2008

Delimitando os fragmentos da vegetação nativa remanescente, desconsiderando as áreas de proteção permanente limitadas pelo Projeto Formoso Vivo, foi possível estimar a reserva legal das propriedades levantadas. Metodologia que possibilitou constatar os dados (Tabela 2). É importante lembrar que neste trabalho detectou-se que muitas das propriedades regulares constatadas no tópico anterior tinham áreas de mata preservada superior a 20% de reserva legal, já desconsiderando as áreas de preservação permanente. Situação explicada pelo fato de Bonito-MS ser uma região de interesse ambiental, principalmente turístico, como apresentado na introdução deste artigo.

Tabela 2. Vegetação Nativa Remanescente.

Ano	Área da vegetação	Área total analisada
2004	22733,80 ha	79522,00 ha
2008	22243,60 ha	

Analisando os resultados, houve uma redução de 490,20 hectares, cerca de 1,8% da respectiva vegetação, no período de 2004 a 2008.

Nas Figuras 3 e 4 temos a representação dos polígonos traçados em cima das respostas espectrais que caracterizavam a vegetação remanescente das imagens TM/LANDSAT 5 de 2004 e 2008.

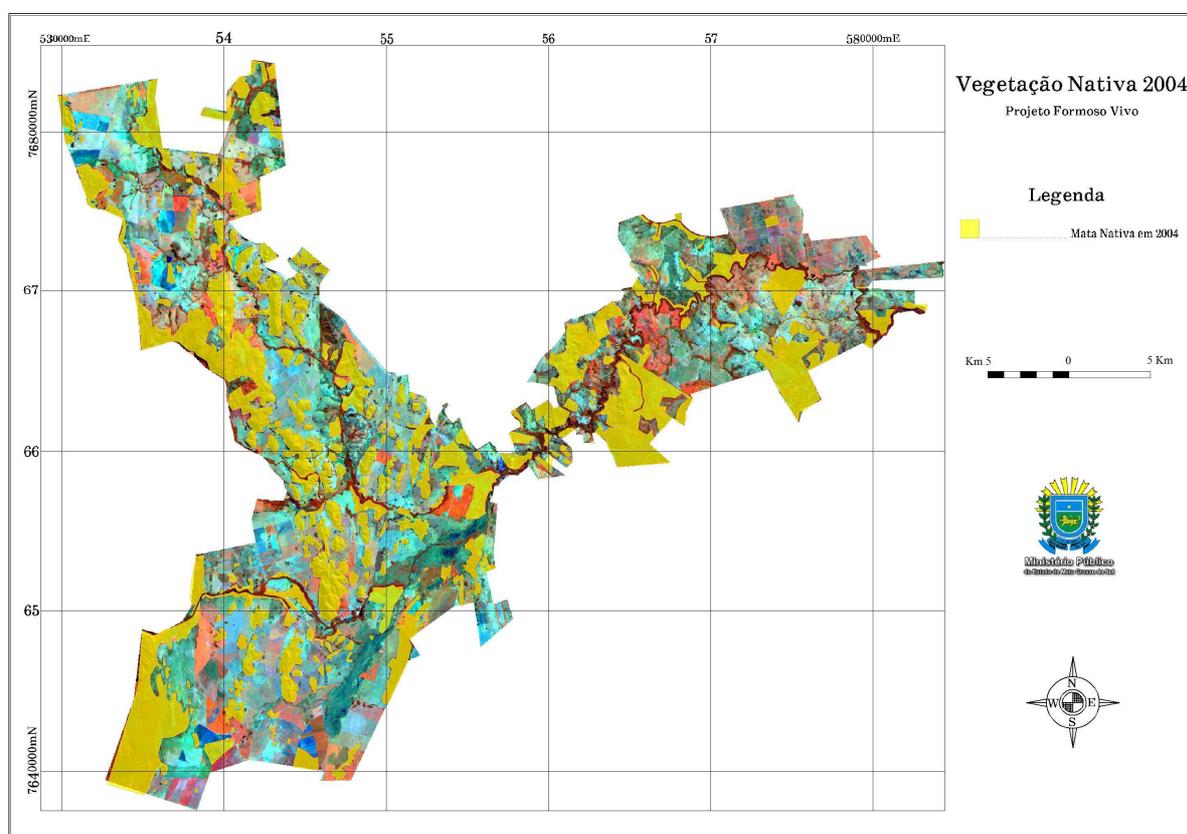


Figura 3. Vegetação remanescente estimada na área do Projeto Formoso Vivo no ano de 2004. Imagem TM/LANDSAT 5 R4G5B3 da órbita 226 ponto 75 do dia 05/06/2004.

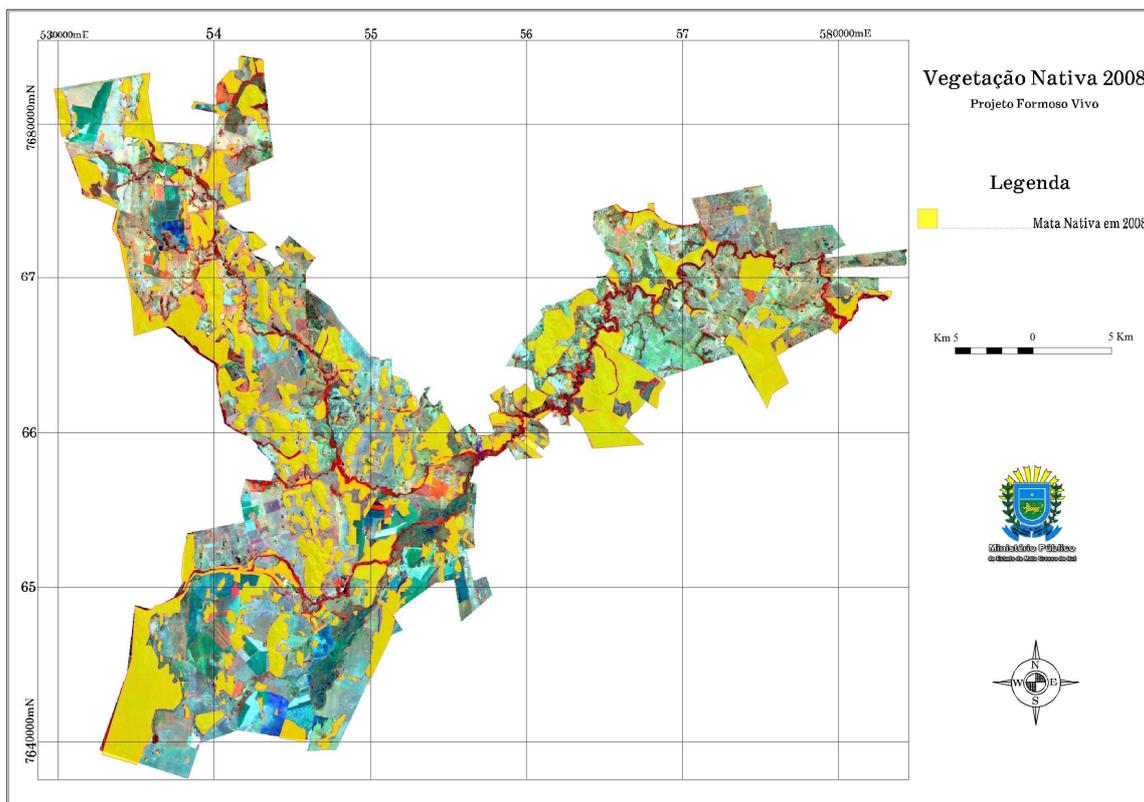


Figura 4. Vegetação remanescente estimada na área do Projeto Formoso Vivo no ano de 2008. Imagem TM/LANDSAT 5 R4G5B3 da órbita 226 ponto 75 do dia 19/08/2008.

Diante do exposto, comprova-se que o uso da técnica de foto-interpretação de imagens de satélite é de grande valia para a quantificação e a visualização dos passivos ambientais. Considerando que para um projeto como este, é muito importante para saber a sua repercussão, traduzida no presente artigo em gráficos, números e imagens.

3.3. Corredores ecológicos encontrados na região do Projeto Formoso Vivo

De acordo com o IMASUL (2008), a região abrangida pelo Projeto Formoso Vivo conta com a presença de algumas Unidades de Conservação, quais sejam: o Parque Nacional da Serra da Bodoquena, o Monumento Natural da Gruta do Lago Azul, a Reserva Particular do Patrimônio Natural São Geraldo e o Monumento Natural do Rio Formoso.

Seguindo a definição de corredores ecológicos do SNUC (Brasil, 2000), foram delimitados os polígonos por meio da interligação das unidades de conservação citadas (Figura 5), o que possibilitou a delimitação das áreas potenciais para a delimitação desse tipo de ecossistema.

Com efeito, constatou-se que as prováveis áreas para corredores ecológicos na região de estudo correspondem, em sua maioria, à mata ciliar do Rio Formoso, corroborando-se, mais uma vez, a importância do Projeto Formoso Vivo para a preservação ambiental da região e das Unidades de Conservação.

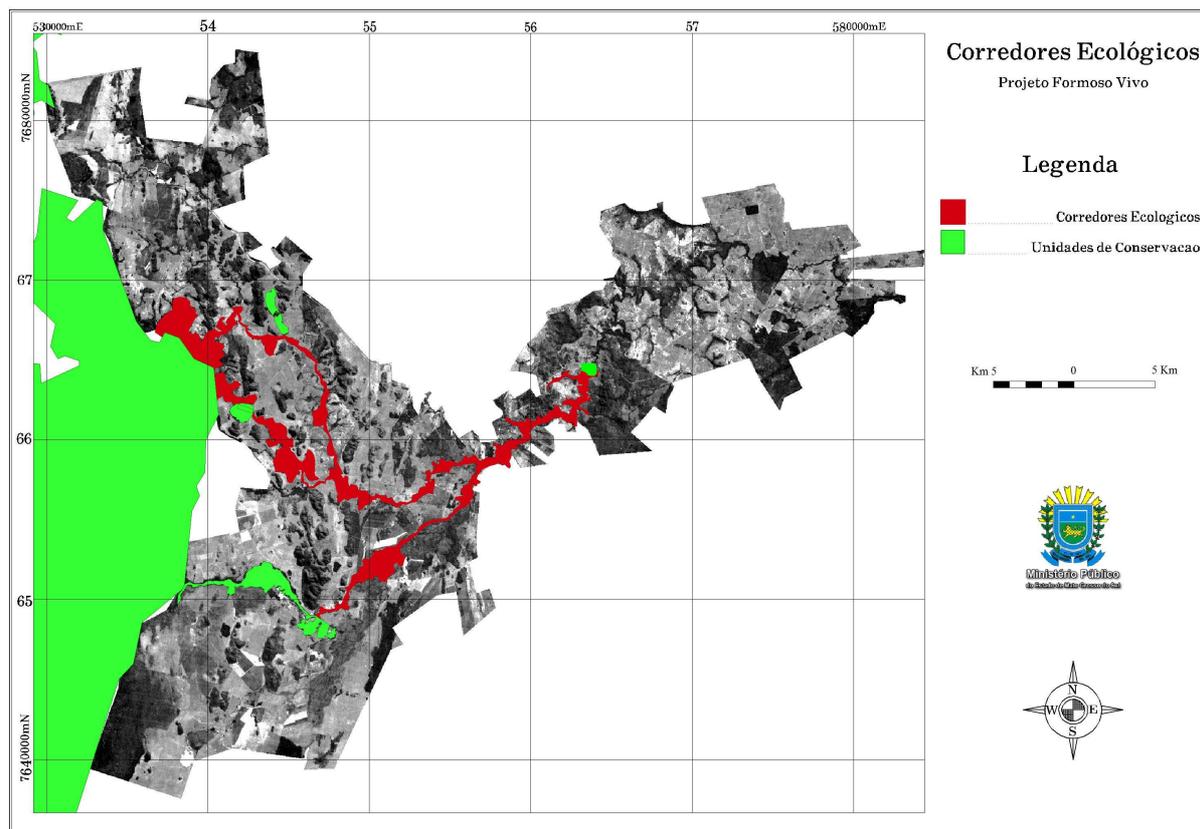


Figura 5. Possíveis corredores ecológicos encontrados ao longo do Rio Formoso na cena 266/75 TM/LANDSAT 5 de 2008 (Imagem em tons de cinza).

4. Conclusões

O presente artigo analisou os efeitos surtidos pelo Projeto Formoso Vivo, considerada uma iniciativa precursora em diagnósticos ambientais. Hodiernamente, o Ministério Público do Estado de Mato Grosso do Sul investe em programas como este, realizando monitoramentos de outros importantes rios do estado, a exemplo do Projeto Rio Miranda e do Programa SOS Rios.

Conclui-se que o uso do Sensoriamento Remoto viabiliza o acompanhamento do andamento destes projetos e programas em um menor período de tempo, considerando que regularmente são disponibilizadas pelo INPE imagens atualizadas de diversos satélites. Ademais, o surgimento do Núcleo de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto do Ministério Público Estadual viabilizou e otimizou os trabalhos de monitoramento.

Constatou-se que o cumprimento do Código Florestal Brasileiro (Brasil, 1965), ao longo do Rio Formoso ainda é desrespeitado. Servindo os resultados dos diagnósticos como instrumentos hábeis para intensificar a fiscalização, de modo que se mantenha o equilíbrio ecológico e a preservação ambiental, que são determinantes no sucesso econômico e social da região, uma vez que o turismo é uma das principais atividades econômicas do Município de Bonito-MS.

Os corredores ecológicos detectados na região compreendem grandes porções de áreas de preservação permanente. Portanto, a recuperação e preservação dessas áreas são de extrema importância para o equilíbrio do ecossistema, uma vez que é por meio dos corredores que se viabiliza a movimentação de espécies, com a conseqüente reocupação das áreas degradadas por animais silvestres e a manutenção das populações.

Por fim, é importante considerar que os meios jurídicos e as ferramentas técnicas aqui descritas, aliadas à atividade do Ministério Público de Mato Grosso do Sul, têm a capacidade

de gerar produtos de extrema relevância para a problemática ambiental do Estado, uma vez que a preservação dos recursos naturais é pauta de discussão mundial, em decorrência da visão macro do Meio Ambiente, onde tudo estaria interligado, visando a preservação da vida no planeta.

Referências Bibliográficas

Brasil. **Lei Nº 4.771 de 15 de Setembro de 1965.** Institui o Novo Código Florestal Brasileiro. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm. Acesso em 22.Out.2008.

Brasil. **Lei Nº 9.985 de 18 de Julho de 2000.** Institui o SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em 22.Out.2008

IMASUL – Instituto do Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Unidades de Conservação em MS.** Disponível em http://200.181.116.50/downloads/dados_complementares/. Acesso em 31.Out.2008.

Landsat ETM+. **Imagem de Satélite Ortorectificada.** Canais 1, 2, 3, 5, 5 e 7. University of Maryland, Global Land Cover Facility (GLCF), Maryland – EUA. Órbita 226 Ponto 75 de 5/6/2001. Disponível em <http://www.landcover.org/>. Acesso em 21.Mai.2008.

Landsat TM. **Imagem de Satélite.** Canais 1, 2, 3, 5, 5 e 7. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Divisão de Geração de Imagens (DGI) Cachoeira Paulista. Órbita 226 Ponto 75 de 5/6/2004. Disponível em <http://www.dgi.inpe.br/>. Acesso em 24.Set.2008.

Landsat TM. **Imagem de Satélite.** Canais 1, 2, 3, 5, 5 e 7. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Divisão de Geração de Imagens (DGI) Cachoeira Paulista. Órbita 226 Ponto 75 de 19/8/2008. Disponível em <http://www.dgi.inpe.br/>. Acesso em 11.Set.2008.

Loubet, L. F.; Paulino, E. R. M; Contantino, R. **Projeto Formoso Vivo – A aplicação do direito ambiental para a conservação da biodiversidade na bacia hidrográfica do Rio Formoso em Bonito/MS.** Disponível em <http://www.mp.ms.gov.br/portal/formosovivo/>. Acesso em 20.Out.2008.

PCI Geomatics. **Geomatica Focus.** Versão 10.1 for Windows. Ontário, Canadá. 7 de Maio de 2007. CD-ROM.

PCI Geomatics. **Geomatica OrthoEngine.** Versão 10.1 for Windows. Ontário, Canadá. 7 de Maio de 2007. CD-ROM.

Santos, J. S. M. **Análise da paisagem de um corredor ecológico na Serra da Mantiqueira.** 2002. 146 p. (INPE-9553-TDI/829). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2002. Disponível em <http://urlib.net/sid.inpe.br/marciana/2003/03.05.15.15>. Acesso em 31.Out.2008.

U.S. Geological Survey (USGS). **SRTM versão 3.** Disponível para *download* no site <http://www.usgs.gov/>. Acesso em 1.Out.2008.