

VULNERABILIDADE NATURAL DA PAISAGEM EM FUNÇÃO DAS ÁREAS DE PLANTIO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Gustavo Ferreira de Souza ¹
Kelson Ribeiro dos Santos ²
Laércio Alves de Carvalho ³
Luciana Ferreira da Silva ⁴

RESUMO

Estudos sobre a exploração do uso dos recursos naturais e do ordenamento do território para a produção de etanol no Município de Rio Brilhante, Mato Grosso do Sul. O objeto de análise deste estudo se deve à recente intensificação do plantio de cana-de-açúcar na região. Investiga as áreas mais vulneráveis para expansão da produção de etanol considerando as características naturais da paisagem. Mostra o limite de áreas para exploração agrícola com maior ou menor risco ambiental a partir de cruzamentos dos mapas físicos temáticos. Utiliza ferramentas de geoprocessamento.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Setor sucroalcooleiro; Vulnerabilidade natural.

¹ Bacharel em Geografia pela Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), Especialista em Planejamento e Gestão Ambiental com ênfase em Avaliação Ambiental Estratégica pela Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS), Mestrando em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Rodovia Washington Luís, km 235 - SP-310, CEP 13565-905, São Carlos, SP. E-mail: gustavosalomoni@gmail.com.

² Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Especialista em Planejamento e Gestão Ambiental com ênfase em Avaliação Ambiental Estratégica pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Rua Canaã, nº 222, Residencial Palmares 2, casa 13 Bairro Monte Castelo, CEP 79.011-020, Campo Grande, MS. E-mail: kelsonsanto@hotmail.com.

³ Graduado em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Mestre em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz e Doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALq/USP). Atualmente é Professor efetivo da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS). Rodovia Dourados/Itahum Km 12, Cidade Universitária, CEP 79804-970, Caixa Postal 351, Dourados, Mato Grosso do Sul. E-mail: icarvalh@uems.br.

⁴ Graduada em Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP Rio Claro), Mestre em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Brasília (UnB) e Doutora em Economia Aplicada pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente é Professora adjunta da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS). Rodovia Dourados/Itahum Km 12, Cidade Universitária, CEP 79804-970, Caixa Postal 351, Dourados, Mato Grosso do Sul. E-mail: lucianafsilva@uol.com.br.

NATURAL VULNERABILITY LANDSCAPE ACCORDING TO SUGARCANE PLANTATION AREAS

ABSTRACT

Studies about the exploration of the use of the natural resources and the order of the territory for the production of ethanol in the city of Rio Brilhante, Mato Grosso do Sul. The object of analysis of this study is due to recent intensification of the plantation of cane-of-sugar in the region. It investigates the areas most vulnerable for expansion of the production of ethanol considering the natural characteristics of the landscape. It shows to the limit of areas for agricultural exploration with greater or minor environmental risk from crossings of the thematic physical maps. It uses geoprocessing tools.

Keywords: Geoprocessing; Sugar and alcohol sector; Natural vulnerability.

INTRODUÇÃO

Os riscos e oportunidades para a expansão do etanol apontam para a necessidade de integração da dimensão ambiental no planejamento da política setorial sucroalcooleira e para a discussão de cenários que determinam um maior controle acerca da apropriação do uso de recursos naturais e do território para a produção do mesmo. O problema investigado por este estudo é a vulnerabilidade natural das regiões de cultivo de cana-de-açúcar em expansão, considerando a relação entre a aptidão e as características naturais do local de estudo com apontamentos das áreas mais apropriadas para o cultivo em relação às de maior vulnerabilidade.

O território geográfico do Município de Rio Brilhante, Mato Grosso do Sul, foi analisado devido à nova dinâmica territorial, ocasionada pela intensificação do plantio de cana-de-açúcar. A produção de cana-de-açúcar é calcada em grandes escalas, assim sua expansão resulta em uma maior pressão sobre o ambiente e potencializa impactos. Para atender às projeções de demanda por álcool no mercado mundial, será necessário intensificar o uso das tecnologias para aumentar a produtividade nas áreas que já executam o plantio e expandir novas áreas de cultivo o que, não havendo cuidado em relação às diferentes características do meio ambiente e às resistências dos fatores físicos ambientais, implicará num desequilíbrio ambiental gerador de inúmeros impactos.

O estudo de vulnerabilidade natural serve como subsídio para tomada de decisão em estudos ambientais como Avaliação de Impactos Ambientais (AIAs), Estudos de Impactos Ambientais (EIAs) e políticas públicas ambientais. De acordo com Egler (2001), o EIA (Estudo de Impacto Ambiental) pode ser considerado como “um procedimento formal de legitimação, ou como um instrumento efetivo de

negociação e mediação”; contudo, além de sua complexidade, o EIA tende a ocorrer muito tarde no processo de planejamento e de desenho de um empreendimento, tornando-se “difícil assegurar que todas as alternativas possíveis e relevantes ao projeto sejam adequadamente consideradas”, com isso, a vulnerabilidade natural pode ser o norteador, contribuindo em estudos prévios ao EIA.

Para a avaliação de informações ambientais, o emprego de cartas de vulnerabilidade natural da paisagem no planejamento ambiental é crescente. Para a construção desses mapas são utilizadas técnicas de geoprocessamento, sistema de informações geográficas e sensoriamento remoto orbital como forma de obter dados. Esses dados são aplicáveis para estudos de impactos ocasionados por produção agrícola, dando subsídios para estratégias de diminuição de impactos e aumento de produção.

O geoprocessamento é utilizado para tratamento e processamento de dados georreferenciados, desde a sua coleta, análise e geração de mapas, relatórios e arquivos digitais, devendo prever recursos para sua estocagem, gerenciamento, manipulação e análise. A integração destes fatores quando em processos que associem rapidez e confiabilidade, como por exemplo, em Sistemas de Informações Geográficas, tornaram-se importantes ferramentas para órgãos governamentais (CÂMARA *et al.*, 2001).

A geração da carta de vulnerabilidade natural visa mostrar a predisposição do ambiente frente a fatores ambientais naturais como: vegetação, geomorfologia, geologia e solos e estabilidade em relação à morfogênese e à pedogênese (GRIGIO, 2003).

Para gerar a carta de vulnerabilidade são utilizadas técnicas cartográficas de *overlay mapping*, ou superposição de mapas, que consistem em um conjunto de procedimentos para a confecção de uma série de cartas temáticas, uma para cada compartimento ambiental, que são utilizadas nos zoneamentos e gerenciamentos ambientais através da localização e avaliação da extensão de impactos, da determinação de aptidão e uso de solo, da detecção ou determinação de áreas de relevante interesse ecológico, cultural, arqueológico e socioeconômico (CUNHA; GUERRA, 2000).

As técnicas de sobreposição são conhecidas como álgebra de mapas e compõem uma linguagem especializada para realizar operações que tem tanto um sentido matemático quanto cartográfico e espacial. O termo “Álgebra de Mapas” é utilizado na literatura de geoprocessamento e sensoriamento remoto para denotar o

conjunto de operadores que manipulam campos geográficos (imagens, mapas temáticos e modelos numéricos de terreno) (BARBOSA, 1997).

Estes procedimentos marcaram uma mudança importante na utilização de mapas, saindo de uma ênfase na descrição física de determinada área para uma descrição espacial, apropriada para o gerenciamento de ações (BERRY, 1987).

Com os dados processados em SIG pode-se diagnosticar os possíveis problemas ambientais ao analisar uma carta de vulnerabilidade, permitindo recomendações para um melhor aproveitamento das atividades de controle e proteção (GRIGIO, 2003).

Neste método, cada mapa de entrada é utilizado como uma evidência que recebe um peso diferente dependendo da importância para com a hipótese em consideração. O resultado será uma carta com áreas que expressam um grau de importância relativa, através dos valores numéricos de saída (CÂMARA *et al.*, 2001).

Com base nas informações preexistentes, foram elaboradas classes temáticas de vulnerabilidade natural do Município de Rio Brilhante, a partir de um Sistema de Informações Geográficas, para espacializar as áreas de plantio de cana-de-açúcar da safra de 2007 sobre a vulnerabilidade natural da paisagem do município.

Este trabalho tem como objetivo utilizar as informações de mapas geoambientais para elaborar a carta de vulnerabilidade natural da paisagem a partir do cruzamento de dados temáticos em SIG e comparar com a distribuição espacial da produção de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODO

Caracterização da área de estudo

A área estudada abrange o Município de Rio Brilhante, Mato Grosso do Sul, localizado entre as coordenadas 591.732/708.400E 7.607.260/7.481.883N, UTM Fuso 21, *datum* WGS84, conforme mostra a Figura 1:

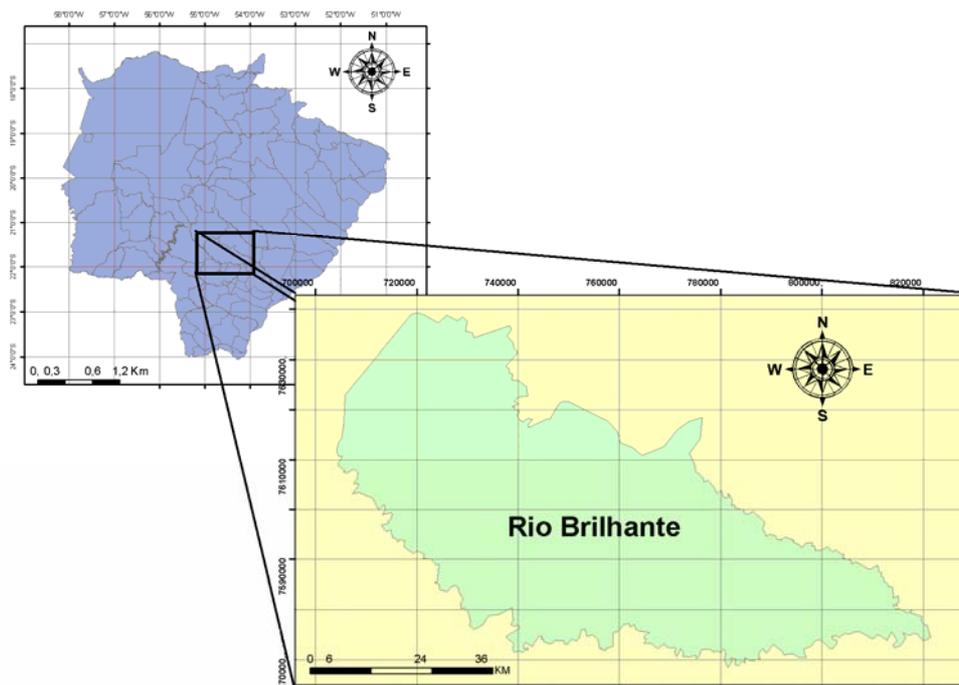


Figura 1. Localização do Município de Rio Brilhante – MS.

Segundo o levantamento do macrozoneamento, escala 1:1.000.000 (MATO GROSSO DO SUL, 1989), a área de estudo abrange:

- Em termos de pedologia, três tipos de solos predominam na região: Latossolo Vermelho-Escuro (LVE), Latossolo Roxo (LR) e Gley Pouco Húmico (HGP);
- Em termos de geologia, a Bacia Sedimentar do Paraná, mais precisamente no compartimento denominado Planalto de Maracaju – Campo Grande, assentado em duas formações geológicas: Formação Caiuá do Grupo Bauru e Formação Serra Geral (Ksg) do Grupo São Bento. Grande parte do extenso planalto do Mato Grosso do Sul está coberto geologicamente pelos sedimentos da Formação Bauru. A Formação Caiuá é composta de arenitos finos a médios e grosseiros, arcoseanos e ferruginosos (BRASIL, 1982);
- Em termos de vegetação, quatro tipos de formações vegetais predominam na região: Savana (Cerrado sentido restrito), Savana (Parque de Cerrado), Floresta Estacional Semidecidual (submontana) e Contato Savana Estépica e Floresta Estacional.

Os mapas de solos, geologia e vegetação foram adquiridas em formato digital do macrozoneamento geoambiental do Estado do Mato Grosso do Sul em escala 1:1.000.000 (MATO GROSSO DO SUL, 1989) disponível para download no SISLA (Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental), no site

<http://sisla.imasul.ms.gov.br>, que pertence ao IMASUL (Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul).

O dados usados podem ser observados nas figuras 2, 3 e 4.

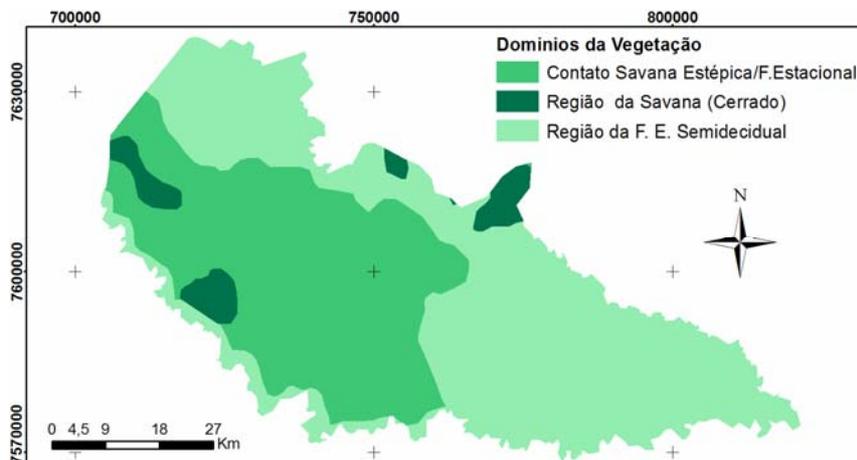


Figura 2. Vegetação do macrozoneamento geambiental.

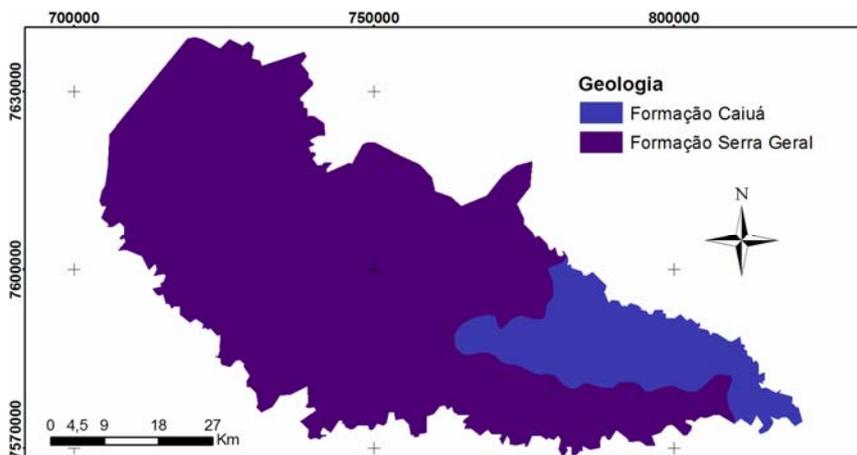


Figura 3. Geologia do macrozoneamento geambiental.

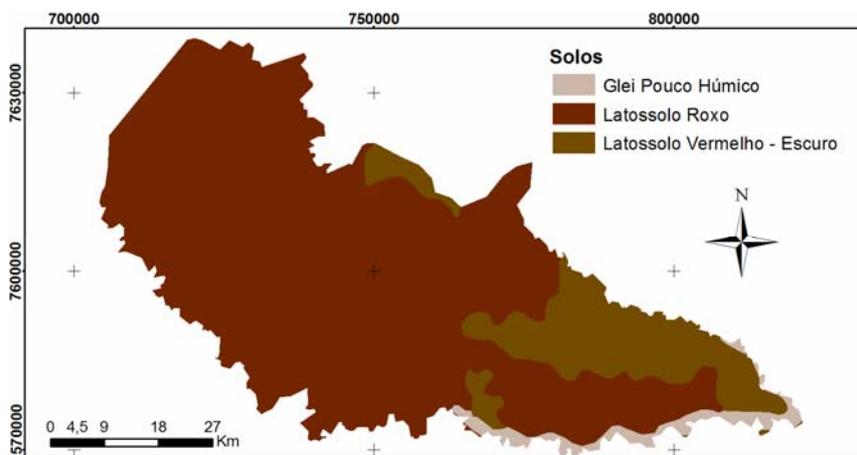


Figura 4. Solos do macrozoneamento geambiental.

Método para elaboração da vulnerabilidade

Os dados físicos utilizados no estudo foram dados digitais de solo, geologia e vegetação do município, no formato vetorial *shapefile*, procedentes do macrozoneamento, que foram inseridos e integrados no aplicativo SIG do ArcView® GIS 3.2 (ESRI, 1998).

A declividade do Município de Rio Brilhante foi elaborada através da entrada dos dados do modelo digital de elevação SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) – fruto de uma missão da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e da NIMA (*National Imagery and Mapping Agency*), com parceria das agências espaciais da Alemanha, a DLR (*Deutsche Zentrum für Luft-und Raumfahrt*) e da Itália, a ASI (*Agenzia Spaziale Italiana*). Seus arquivos MDE (Modelos Digitais de Elevação), gerados a partir de radar, estão gratuitos na Web com resolução 90x90m (Barros *et al.*, 2005; Santos, 2006) e de 30x30m reamostrados por Valeriano (2004) no projeto TOPODATA (Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

O processamento da imagem TOPODATA foi realizado no programa Geomática 10.1 (PCI, 2003) e usado o algoritmo *SLOPE*, que transforma cada pixel com valor altimétrico em declividade em graus ou porcentagem, conforme mostra a Figura 5.

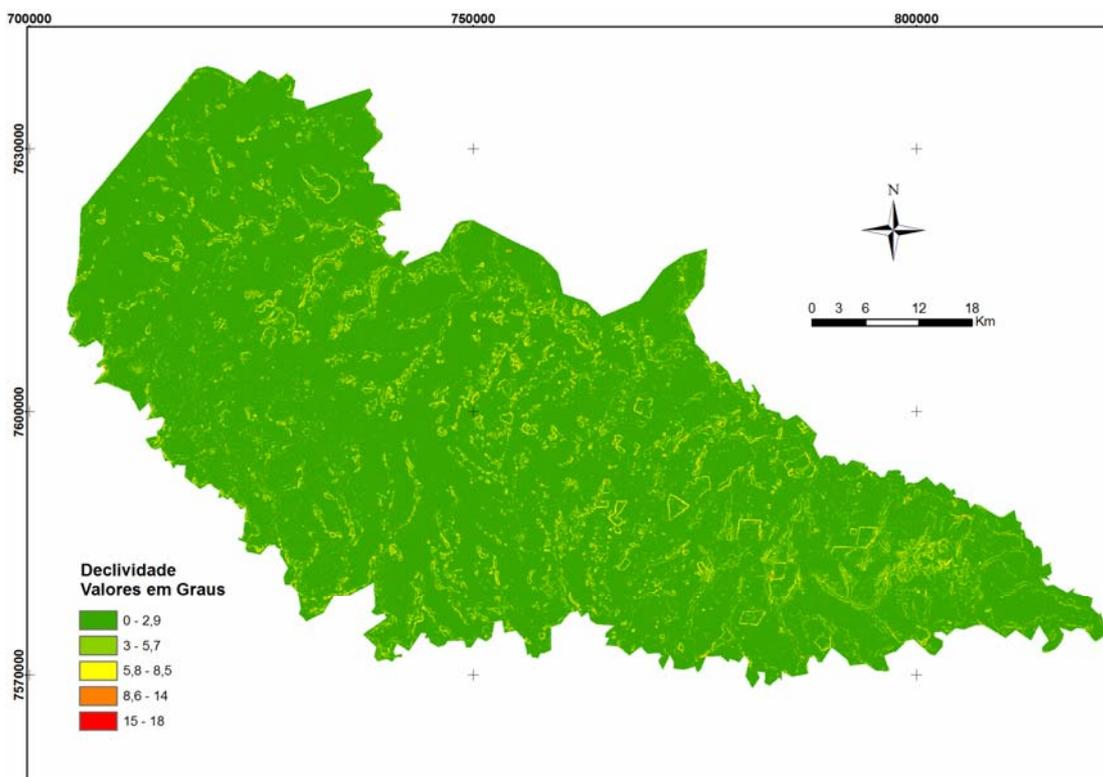


Figura 5. Declividade do Município de Rio Brilhante – MS.

O cruzamento dos mapas foi baseado no conceito de estabilidade de cada unidade considerando-se o conceito de análise ecodinâmica de Tricart (1977), onde a estabilidade é classificada conforme o Quadro 1:

Quadro 1. Valores de estabilidade de unidades de paisagem

Unidade	Relação PEDOGÊNESE/MORFOGÊNESE	Valor
Estável	Prevalece a pedogênese	1,0
Intermediária	Equilíbrio entre pedogênese e morfogênese	2,0
Instável	Prevalece a morfogênese	3,0

Fonte: Crepani *et al.* (1996; 2001) modificada de Tricart (1977).

A integração dos dados temáticos foi feita segundo o modelo utilizado por Barbosa (1998), Crepani e colaboradores (1996; 2001) e Grigio (2003), onde o grau de vulnerabilidade estipulado para cada classe varia em uma escala de 1 a 3 (Quadro 2), com intervalos de 0,5, distribuídos entre as situações de predomínio dos processos de pedogênese, às quais se atribuem valores próximos de 1, passando por situações intermediárias, às quais se atribuem valores ao redor de 2, e situações de predomínio dos processos erosivos modificadores das formas de relevo (morfogênese) às quais se atribuem valores próximos de 3.

Quadro 2. Grau de vulnerabilidade dos mapas temáticos.

Geologia		Grau de Vulnerabilidade
Formação Serra Geral		1
Formação Caiuá		3
Classes de Declividade	Valores	Grau de Vulnerabilidade
Piano	0 – 2,9°	1
Suave Ondulado	2,9° – 5,7°	2
Ondulado	5,7° – 8,5°	3
Muito Ondulado	8,5° – 14°	3
Forte ondulado	14° – 25°	3
Área de Uso Restrito	25° – 45°	3
Área de Preservação Permanente	>45°	Proibitivo
Solos		Grau de Vulnerabilidade
Latosolo Roxo		1
Gley Pouco Húmico		2
Latosolo Vermelho Escuro		3
Vegetação		Grau de Vulnerabilidade
Contato Savana Estépica/F. Estacional.		3
Região da Savana (Cerrado)		2

Fonte: Adaptado de Grigio (2003).

O cruzamento dos mapas foi realizado utilizando-se o módulo Geoprocessing Wizard do software ArcView® GIS 3.2 (ESRI, 1998), que possibilita a sobreposição entre dois mapas. Primeiramente, foi realizado o cruzamento entre os mapas de unidades de declividade e de geologia e, posteriormente, entre os mapas de associação de solos e de vegetação. Em seguida, foram sobrepostos os dois mapas que resultaram dos cruzamentos anteriores e calculou-se a média aritmética dos valores de vulnerabilidade de cada classe, conforme demonstra a Figura 6.

Nos cruzamentos, foi conferida uma maior importância aos dados físicos do solo, já que é esse aspecto que guarda intensa relação com a produção agrícola, pois esta, tendo o solo como base, conseqüentemente sofre grande pressão.

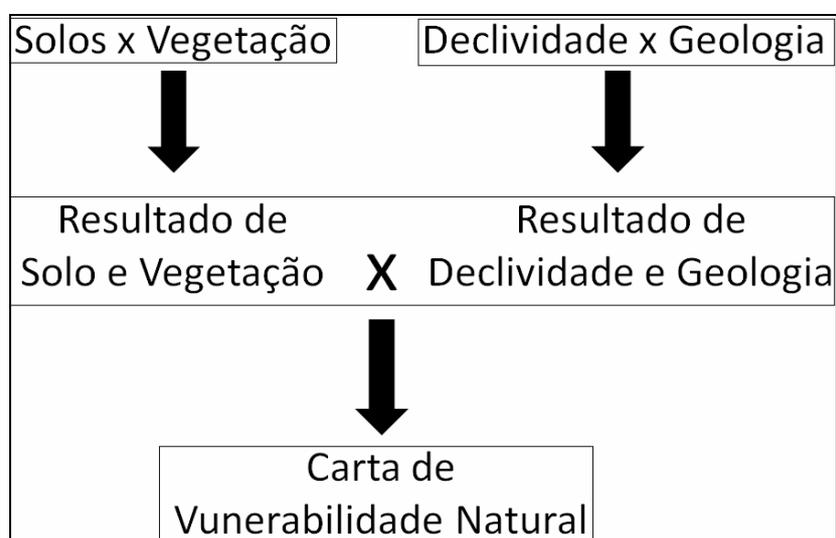


Figura 6. Representação dos cruzamentos dos mapas temáticos.

Após o cruzamento dos mapas, foi inserida a área do município cultivada com cana-de-açúcar sobre as classes de vulnerabilidade natural. Os dados desta área cultivada são provenientes do projeto CANASAT (Mapeamento da cana via imagens de satélite de observação da Terra) do INPE, disponibilizados em arquivo vetorial, formato *shape* (.shp), no site (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todo o processo foi estruturado e manipulado em ambiente SIG, que envolve o uso de algoritmos matemáticos para o processamento de dados, com base

em informações já predefinidas pelo mapeamento físico ambiental do macrozoneamento do Mato Grosso do Sul para a geração das informações.

A combinação de dados de geologia, declividade, solos e vegetação, considerando o conceito de análise ecodinâmica de Tricart (1977), resulta que cada característica natural do ambiente tem influência na estabilidade, ou seja, as áreas com declividade alta, com solos arenosos e sem vegetação arbórea sofrem uma ação natural de perda de solos e modificação da forma do relevo, onde, se não forem consideradas as características vulneráveis da paisagem, a ocupação antrópica potencializará impactos e acarretará transformações ambientais que podem inviabilizar o uso do solo, assorear rios, afetar o lençol freático e até a qualidade dos corpos hídricos.

Por meio da cartografia geoambiental gerou-se uma carta da vulnerabilidade natural da paisagem do Município de Rio Brillhante com a representação dos riscos de configuração natural que o ambiente possui. A distribuição das categorias (graus) de vulnerabilidade natural foi feita em três níveis: (alto, médio e baixo). Na área de estudo observou-se o comportamento das feições físicas diante dos processos naturais, sem a interferência do meio antrópico, conforme ilustra a Figura 7.

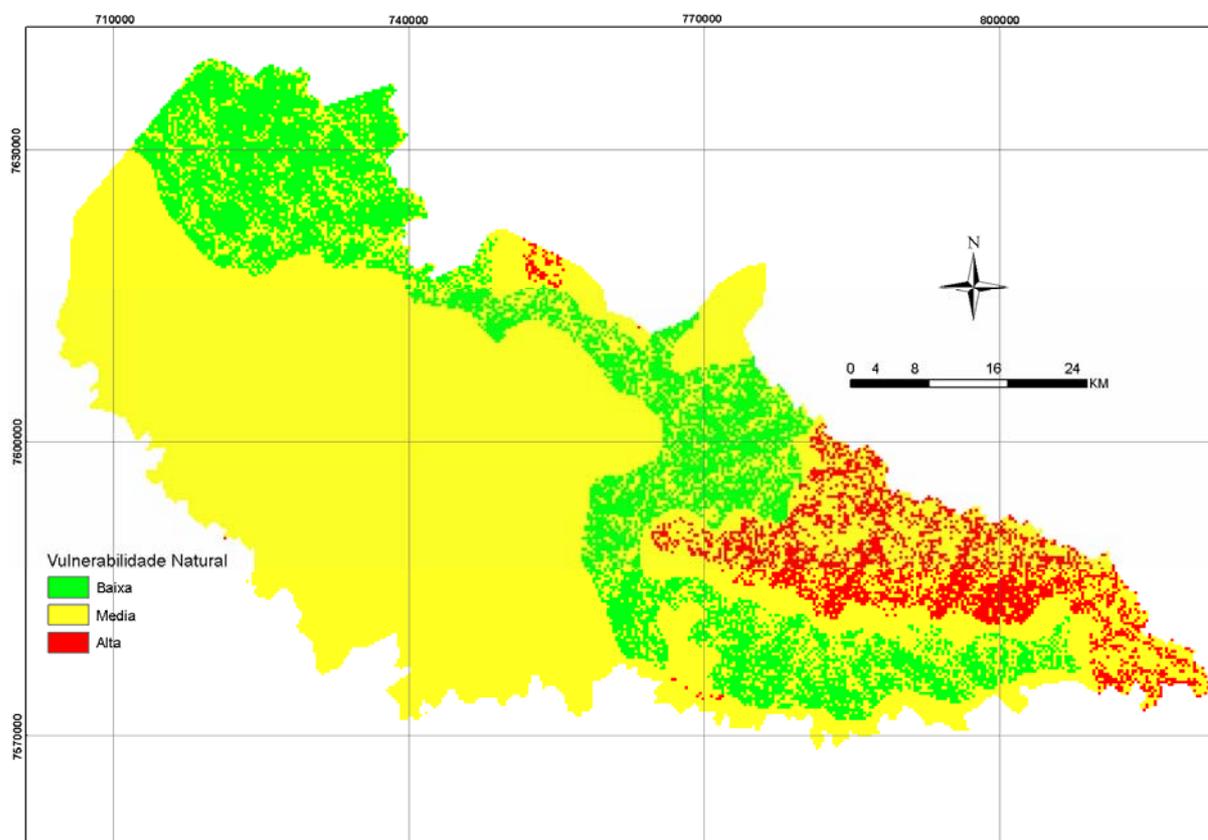


Figura 7. Vulnerabilidade Natural do Município de Rio Brillhante – MS.

O Município de Rio Brillhante teve um intenso uso do solo por práticas agropecuárias, mas atualmente o solo é mais intensamente utilizado para o cultivo de cana-de-açúcar, pois este está entre os vários municípios do Mato Grosso do Sul que produzem etanol e que mais expandem áreas de cultivo para o mesmo fim. Isto requer maiores cuidados sobre a resistência ou a suscetibilidade do ambiente no manejo da produção agrícola.

No contexto da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), a cartografia geoambiental pode ser um dos parâmetros de definição das áreas com potencial para o cultivo e/ou necessidade de prática de manejo adequado de acordo com o grau de vulnerabilidade natural. Por representar o comportamento e as repostas dos processos de uso do solo, os dados de vulnerabilidade natural dão subsídio à tomada de decisão por parte de órgãos governamentais ou privados.

A análise realizada com a sobreposição das áreas de plantio de cana-de-açúcar nas classes temáticas de vulnerabilidade natural (Figura 8) correlacionou a distribuição do plantio de cana-de-açúcar com o grau de vulnerabilidade natural.

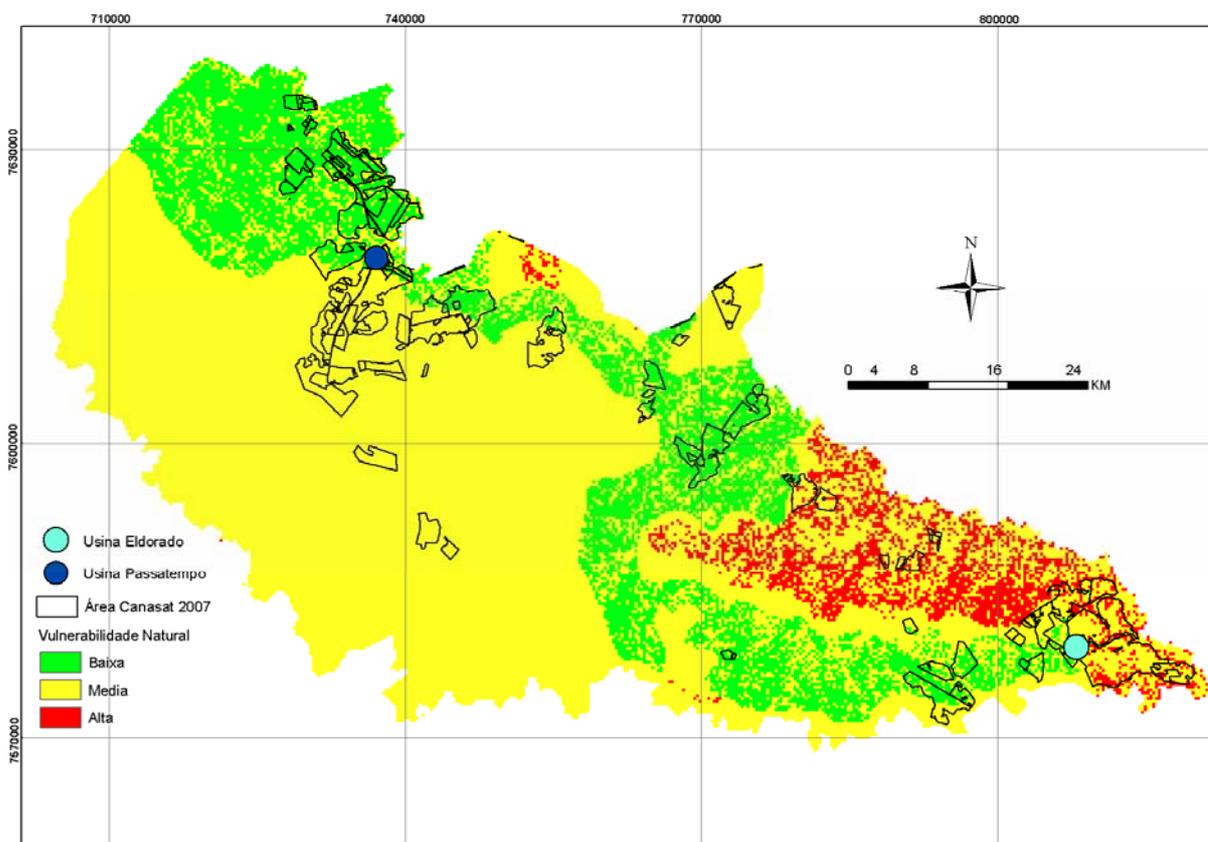


Figura 8. Correlação das áreas cultivadas de cana-de-açúcar com o grau de Vulnerabilidade Natural no Município de Rio Brillhante – MS.

Com essa informação é possível verificar que a maior parte da área cultivada está em áreas de média e alta vulnerabilidade. Assim, os dados mostram que a usina Eldorado está instalada em área de grande vulnerabilidade natural (o plantio em seu entorno está distribuídos nos três níveis de vulnerabilidade, baixa, média e alta, com grandes áreas em alta vulnerabilidade) e a usina Passatempo, que tem áreas de plantio de cana-de-açúcar distribuídas espacialmente em baixa e média vulnerabilidade, não conta com nenhuma área de plantio em área de vulnerabilidade alta.

A área de cultivo de cana-de-açúcar em cada classe de vulnerabilidade natural corresponde, em hectares, a 12.146 (33%) na classe baixa, 22.546 (61%) na classe média e 2.009 (6%) na classe alta.

Este resultado denuncia o não-planejamento ambiental para a localização e instalação de usinas, pois mesmo a usina Passatempo, que está localizada em condições ambientais de menor vulnerabilidade, não demonstra cuidado específico em relação aos riscos ambientais, já que expande seu cultivo em direção a áreas de média vulnerabilidade quando poderia avançar em direção a áreas de vulnerabilidade baixa.

CONCLUSÕES

A metodologia computacional utilizada permite a inclusão de dados complementares ou mesmo a reavaliação das informações temáticas e critérios utilizados. A carta interpretativa, então, poderá se tornar prescritivo, indicando, além das áreas mais vulneráveis ambientalmente, aquelas mais adequadas ao desenvolvimento de projetos específicos. O método utilizado na elaboração da vulnerabilidade apresenta resultados interessantes e condizentes com a realidade, podendo ser utilizados para estudos de planejamento do município e demais trabalhos relativos à questão espacial e ambiental.

As possibilidades de inter-relação entre a carta de vulnerabilidade natural gerado e outras informações são inúmeras, uma vez que fornecem resultados espacializados e georreferenciados, uma ferramenta importante e útil no apoio à decisão dos gestores.

Este resultado revela onde seria mais adequada ocupação dos solos do município em relação a riscos ambientais e evidencia a necessidade de buscar

alternativas mais viáveis, pois estas ocupações não condizem com riscos baixos, sendo necessário cuidado nas práticas de manejo e conservação do meio ambiente.

Embora não haja nenhum estudo indicando onde há maior ou menor risco ambiental, o processo de plantio todo é feito sem considerar as variações geomorfológicas de pedogênese e morfogênese e todo cultivo de cana-de-açúcar envolve uso intensivo do solo: essas ações implicam em impactos que causam afeitos ambientais e econômicos, já que as práticas de manejo do solo ficam cada vez mais custosas em função de sua modificação acelerada, pois não existem controles sobre a capacidade do ambiente.

Os processos de pedogênese e morfogênese, que modificam o relevo e alteram suas características originais, são fenômenos naturais que podem levar milhares ou milhões de anos para modificar uma paisagem, todavia, com o cultivo de cana-de-açúcar, se os fatores ambientais não forem levados em consideração no planejamento da produção agrícola, o processo de modificação do relevo pode se dar de forma desequilibrada, inclusive com a possibilidade de ocorrência de impactos irreversíveis.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, C. C.; CAMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de.; CREPANI, E.; NOVO, E.; CORDEIRO, J. P. C. Operadores zonais em álgebra de mapas e sua aplicação ao Zoneamento Ecológico-Econômico, SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9, Santos, 1998. **Anais...** São José dos Campos: SBRH/INPE, p. 487-500, 1998.
- BARBOSA, C. C. F. **Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento**. 1997. 152 páginas. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) INPE. São José dos Campos, 1997.
- BARROS, R. S. de; CRUZ, C. B. M.; REIS, R. B.; COSTA JR, N. de A. Avaliação do Modelo Digital de Elevação do SRTM na Ortoretificação de Imagens Landsat 7 – área de aplicação: Angra dos Reis, RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, Goiânia, 2005. **Anais...** São José dos Campos: SBRH/INPE, p. 3997-4004, 2005.
- BERRY, J. K.; **Fundamental operations in computer-assisted map analysis**. International Journal of Geographical Information Systems, 1 (2): 119-136, 1987.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Convênio CPRM-SEPROTUR/MS-EGRHP/MS. **Geologia e recursos minerais do Estado de Mato Grosso do Sul**. Programa Geologia do Brasil: integração, atualização e difusão de dados da geologia do Brasil. Campo Grande: CPRM, 2006, 51p.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. Programa de Integração Nacional. **Levantamento dos Recursos Naturais. Folha SF. 21-X-B Campo Grande**. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

CÂMARA, G.; MONTEIRO M. V.; BARBOSA, C.; ALMEIDA FILHO, R.; BÖNISCH, S.; Técnicas de Inferência Geográfica. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; D'ALGE, J. C. L.; FELGUEIRAS, C.; FREITAS, C. C.; FONSECA, L. M. G.; FONSECA, F. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, INPE, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>>. Acesso em: 06 maio 2004.

CARRIJO, M. G. G. **Vulnerabilidade Ambiental: o caso do Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari**. 2005. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) UFMS. Campo Grande, 2005.

CREPANI, E. M.; MEDEIROS, J. S. de; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001 (INPE-8454-RPQ/72). 124 p.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P. & FLORENZANO, T. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. São José dos Campos: INPE, 1996.

CUNHA, S. B; GUERRA, A. T. G. (org). **Geomorfologia e meio ambiente**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

EGLER, P. C. G. Perspectivas de uso no Brasil do processo de Avaliação Ambiental Estratégica. **Revista Parcerias Estratégicas**, v. 11, n. 12, p. 175-190, 2001.

ESRI Inc. **ARC VIEW version 3.2**. Environmental Systems Research Institute Inc. New York. 1998. 1 CD ROM.

EMBRAPA. Agência de Informação Embrapa. Bioma Cerrado. SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. (Autores). **Latossolos**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html>. Acesso em: 03 agosto 2009.

_____. SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. (Autores). **Glei Pouco Húmico / Gleissolo Háplico**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_95_10112005101956.html>. Acesso em: 03 agosto 2009.

_____. RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. (Autores). **Tipos de vegetação do Bioma Cerrado**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_23_911200585232.html>. Acesso em: 03 agosto 2009.

GRIGIO, A. M. **Aplicação do sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do Município de Guaramé (RN): simulação de risco às atividades da indústria petrolífera**. 2003. 230 páginas. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) UFRN. Natal, 2003.

GRIGIO, A. M. **Evolução da paisagem do baixo custo do Rio Piranhas-Assu (1988-2024): uso de autômatos celulares em modelo dinâmico espacial para simulação de cenários futuros**. 2008. 205 páginas. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) UFRN. Natal, 2008.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **CANASAT – Mapeamento da cana via imagens de satélite de observação da Terra**. 2007. Disponível em: <www.inpe.br/canasat>. Acesso em: 05 abril 2009.

LORENA, R. B., SANTOS, J. R., SHIMABUKURO, Y. E., SANT'ANNA, H. M., SANT'ANNA, H. S. S.; MENEZES, R. S. Dados multitemporais de sensoriamento remoto para análise da dinâmica do solo e da cobertura da terra na Região do Peixoto

(AC). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10, Foz do Iguaçu, 2001. **Anais...** São José dos Campos: SBRH/INPE, p. 1653-1656, 2001.

MATO GROSSO DO SUL. Fundação Instituto de Apoio ao Planejamento do Estado. Coordenadoria de Geografia e Cartografia. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Departamento Regional de Geociências em Goiás. **Macrozoneamento geoambiental do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: FIPLAN/MS, 1989. 242 p.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral. **Atlas Multireferencial do Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: SEPLAN/MS, 1990. 28 p.

PCI Geomatics. **Geomatica Versão 10.1 for Windows**. Ontário, Canadá. 16 de dezembro de 2003. 1 CD-ROM. 2003.

SANTOS, P R. A dos. **Avaliação da precisão vertical dos modelos SRTM em diferentes escalas: um estudo de caso na Amazônia**. 2005. 116 páginas. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) IME. Rio de Janeiro, 2005.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1977. 91 p.

VALERIANO, M. M. **Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul**. São José dos Campos: INPE/Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-10550-RPQ/756), 2005, 72 p.