

Planejamento de uso das terras de unidade rural com uso de informações digitais geográficas disponíveis gratuitamente

Land use planning of a rural unit based on digital geographic information freely available

Tânia Leidy Zanlorensi¹
Pedro Henrique Weirich Neto^{2(*)}
Higor Patta Butzke³
Carlos Hugo Rocha⁴

Resumo

A sustentabilidade rural depende do conhecimento das potencialidades e limitações dos recursos naturais. Os avanços nos sistemas de informações geográficas (SIG), incluindo programas de uso livre e a crescente disponibilidade de dados georreferenciados gratuitos, pode incentivar a adoção em larga escala destas tecnologias no planejamento agrícola, ambiental e no manejo de propriedades agrícolas. Os custos e a complexidade dos programas SIG e a demanda de tempo para estruturação de banco de dados foram impeditivos para esta adoção. Com o objetivo de testar a utilização de dados obtidos gratuitamente para fins de planejamento ambiental, foi realizado estudo de caso em unidade rural no município de Riachão das Neves, em região de Cerrado do oeste da Bahia, cultivada sob uso intensivo de insumos e mecanização agrícola. Valendo-se do programa SPRING[®] versão 5.2.1 (INPE) e informações geográficas do clima, bioma, vegetação, geologia, solo, relevo, hidrografia, uso do solo e legislação ambiental, obtiveram-se a distribuição espacial da aptidão agrícola, do estado de adequação ambiental e, pela sobreposição destas informações, das áreas com uso em conflito. Considerando a aptidão agrícola e a potencial conectividade entre remanescentes

-
- 1 Engenheira Agrônoma; Regente de aulas de Ciências/Biologia/Física/Química/Matemática na Escola Estadual Dr. José Otávio Couto Mota; Endereço: Rua Vitorinos, s/nº, Centro, CEP: 36260-000, Alto Rio Doce, Minas Gerais, Brasil; E-mail: tania_leidy@yahoo.com.br
 - 2 Dr.; Engenheiro Agrícola; Professor do Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Agrícola, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; Endereço: Avenida Carlos Cavalcanti, 4748 - Bloco F - Sala 4, Uvaranas, Caixa-postal: 195, CEP: 84030-900, Ponta Grossa, Paraná, Brasil; E-mail: lama1@uepg.br (*) Autor para correspondência.
 - 3 Engenheiro Agrícola; Colaborador no Laboratório de Segurança e Ergonomia, LASERG/UFSM; Endereço: Avenida Roraima, nº, 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, CEP: 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil; E-mail: sigagr@hotmail.com
 - 4 Dr.; Engenheiro Agrônomo; Professor do Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Agrícola, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG; Bolsista de Extensão no País do CNPq; Endereço: Avenida Carlos Cavalcanti, 4748, DESOLOS, Uvaranas, CEP: 84030-900, Ponta Grossa, Paraná, Brasil; E-mail: chrocha@uepg.br

Recebido para publicação em 27/01/2015 e aceito em 03/12/2015

Ambiência Guarapuava (PR) v.12 n.4 p. 1015 - 1026 Set./Dez. 2016 ISSN 2175 - 9405
DOI:10.5935/ambiencia.2016.04.nt1

de vegetação de cerrado, recomenda-se novo desenho de uso das terras como estratégia de adequação ambiental, potencializando áreas mais adequadas para cultivo e formação de corredor ecológico. O Geoprocessamento dos dados espaciais obtidos gratuitamente permitiu a análise da unidade rural e formulação adequada de novo zoneamento agroambiental. A crescente disponibilidade de dados geográficos e programas do tipo SIG gratuitos torna acessível para técnicos e empresas prestadoras de serviços agrônômicos o uso em larga escala destas ferramentas para o planejamento ambiental de propriedades rurais.

Palavras-chave: Sistema de Informações Geográficas (SIG); aptidão do solo; adequação ambiental.

Abstract

The sustainability of a rural depends on knowledge of the regions' ecological potential and limitations, and, accordingly, compatible management of natural resources. Advances in geographic information systems (GIS), including free use software and the increasing availability of free georeferenced data, can encourage the widespread adoption of these technologies in environmental planning and management of agricultural properties. The costs and the complexity of GIS programs and the time demand for database structure were impediments to the large adoption. In order to test the use of free data for environmental planning purposes, we performed a case study in a rural unit in the municipality of *Riachão*, in the *Cerrado* of western *Bahia*, cultivated under intensive use of inputs and agricultural mechanization. Drawing on the 5.2.1 version SPRING® program (INPE) and geographical climate information, biome, vegetation, geology, soil, relief, hydrography, land use and environmental legislation, we obtained the spatial distribution of land use capacity, environmental legislation compliance, and, by overlapping of these information, the areas in conflict. Based on land use capacity and the potential connectivity between remnants of cerrado vegetation, we designed a new land use strategy in order to increase suitable areas for intensive cropping and ecological corridor setting. The GIS spatial data, obtained free of charge allowed the analysis of rural unit and adequate formulation of new land use design. The increasing availability of spatial data and free GIS software makes these tools accessible to technicians and agronomic services providers for the necessary environmental planning of rural properties.

Key words: Geographic Information Systems (GIS); land suitability; environmental compliance.

Introdução

Os sistemas intensivos de produção agrícola, típicos da fronteira agrícola no

Oeste do Estado da Bahia, caracterizam-se pelo cultivo de extensas áreas com soja, algodão e milho destinadas à exportação e processamento industrial (Instituto Brasileiro

de Geografia e Estatística - IBGE, 2010). Para mitigar impactos do uso em larga escala de insumos químicos, o manejo dos recursos naturais deve observar a legislação ambiental (LEITE, 1991).

A qualidade do ambiente é afetada pelas relações entre sistemas ecológicos e os processos da sociedade; o equilíbrio entre crescimento econômico e preservação ambiental é a base para o desenvolvimento sustentável (OKUYAMA et al., 2012). A dicotomia “conservação e produção”, presente na agricultura brasileira (SOUZA et al., 2005), continua em destaque, enfatizando-se a substituição do Código Florestal Brasileiro (Lei 4.771/75) pelas Leis 12.651/2012 e 12.727/12 (Brasil, 2012), tema polêmico na esfera da política ambiental e na rotina de agricultores e técnicos.

Com base na legislação conceituam-se as áreas de preservação permanente (APPs) e de Reserva Legal (RLs) exigidas nas propriedades de acordo com a localização e área do imóvel. Enquanto a localização das APPs é definida mais claramente pela legislação, a localização da Reserva Legal fica a critério do proprietário (DELALIBERA et al., 2008, FEIDEN et al., 2011). Estes autores discutem o zoneamento agrícola fundamentados na integração de diferentes perspectivas, incluindo solos, relevo, hidrologia, aptidão agrícola, conservação de fauna e flora, viabilidade econômica e a potencial produção de serviços ambientais.

No planejamento agroambiental ou de uso dos recursos naturais é necessário o levantamento e a representação espacial da aptidão agrícola, do uso atual do solo e conhecimento da legislação aplicável (PEDRON et al., 2006). A partir da espacialização destas informações, por cruzamentos e sobreposições temáticas, pode-

se determinar áreas com conflitos de uso. Através destas operações e representações, é possível definir indicadores que possam ranquear qualidade e vulnerabilidade ambiental, desempenho do sistema gerencial e relação agropecuária-ambiente, com base na unidade territorial em questão e nos objetivos de manejo (LEITE, 1991; PEDREIRA et al., 2009).

A representação espacial permite a organização e visualização de dados, possibilitando análises que auxiliam no processo decisório de atividades. Os sistemas de informações geográficas (SIGs) são ferramentas que auxiliam no georreferenciamento dos dados e permitem o estudo ambiental de aspectos distintos como relevo urbano (BINDA; BERTOTTI, 2008); zoneamento pedoclimático (BÖNISCH et al., 2004); certificação de imóveis rurais (FOLLE, 2008), análise ambiental integrada (DELALIBERA et al., 2008; FAGUNDES; GASTAL JÚNIOR, 2008; CARVALHO et al., 2012), estudo da variabilidade espacial de atributos agronômicos (DELALIBERA et al., 2012), entre outros.

Os avanços nos sistemas de informações geográficas, incluindo programas livres, e a crescente disponibilidade de dados espaciais georreferenciados têm estimulado a adoção de técnicas computacionais no planejamento. Com base neste referencial, foi realizado este estudo de caso fundamentado na organização de banco de dados a partir de dados digitais disponibilizados por instituições públicas e programa livre em uma propriedade agrícola.

Foi objetivo deste estudo analisar unidade rural, localizada no Oeste da Bahia, para compatibilizar o sistema de produção agrícola às exigências da legislação ambiental e parâmetros agronômicos, por meio do uso de técnicas de geoprocessamento e

dados geográficos obtidos gratuitamente. Pretende-se testar a viabilidade da utilização destas informações, em ambiente SIG, como ferramenta de planejamento rural para técnicos e empresas de serviços agrônômicos.

Material e Métodos

Este estudo foi desenvolvido em unidade rural com 1.418 ha, localizada no município de Riachão das Neves-BA, Bioma Cerrado, bacia do rio Grande, afluente do rio São Francisco. A região situa-se em clima AW – Tropical de Savana, altitude média de 780 metros e formação geológica associada às áreas de chapadões do grupo Urucuaia, caracterizado predominantemente por arenitos quartzosos (GASPAR; CAMPOS, 2007).

O banco de dados foi organizado a partir de informações coletadas na unidade rural, valendo-se de receptor geodésico marca Topcon, modelo Hiper. Os dados regionais inseridos na base digital, geográficos e socioeconômicos, foram acessados a partir de sítios da internet, obtidos gratuitamente. Os dados foram processados e georreferenciados no programa SPRING®, versão 5.2.1, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Utilizou-se imagens dos satélites CBERS 2B, com resolução espacial de 30 metros, de 07/04/2008 e do satélite ResourceSat1, com resolução de 24 metros, de 08/08/2012 (INPE, 2008).

Para representação digital do relevo utilizaram-se arquivo SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) SC-23-Y-D disponibilizado pela EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, (MIRANDA, 2005); o mapa de hidrografia foi elaborado a partir do mapa interativo

online GeoBahia (Sistema Estadual de Informações Ambientais e Recursos Hídricos, SEIA, 2012). Para conversão de coordenadas utilizou-se o Sistema de Conversão de Coordenadas – TCGeo, disponibilizado pelo IBGE (IBGE, 2008). Utilizou-se a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) e o Datum SIRGAS 2000.

A partir da organização destes dados primários, procedeu-se em ambiente SPRING a vetorização dos seguintes Planos Informações (PIs), base para análise digital dos dados da unidade rural: a) perímetro; b) isocotas; c) hidrografia; d) vegetação; e) uso do solo; f) legislação ambiental. Estas representações foram classificadas em modelos em acordo a qualificação dos dados (Modelo Numérico do Terreno - MNT, Temático, Cadastral e Rede) e analisadas individualmente através de algoritmos para segmentação e estratificação dos dados. Em seguida foram analisados entre si por meio de operações da função tabulação cruzada do SPRING, que permite calcular a área das interseções entre as classes de PI's temáticos. A tabela 1 apresenta as classes adotadas para unidades de mapeamento conforme categoria de informação.

Através da segmentação e classificação do arquivo de relevo (MIRANDA, 2005) obtiveram-se isocotas com espaçamento de 20 metros. A partir dos arquivos MNT gerou-se o PI declividade, com estratificação por classes sugerida por Lespch (1991). A determinação das classes de solo foi organizada a partir do levantamento detalhado dos solos do município de Riachão das Neves (GURGEL et al., 2013), adaptado pela sobreposição destes dados com as características de relevo da propriedade.

Em relação ao PI vegetação, devido à grande classificação tipológica encontrada no

Tabela 1 - Classes de unidades de mapeamento dos Planos de Informação (PI)

Plano de Informação (PI)		Classes					
Gradiente topográfico (LEPSCH, 1991)	Plano (0-3%)	Suave Ondulado (3-8%)	Moderadam. Ondulado (8-13%)	Ondulado (13-20%)	Forte Ondulado (20-45%)	Montanhoso (45-100%)	Escarpado (>100%)
Solos (GURGEL et al., 2013)	Latossolo		Argissolo		Neossolo		Gleissolo
Vegetação (WALTER, 2006)	Cerradão		Cerrado		Campo/Cerrado		Vereda
Uso do Solo	Lavoura anual			Silvicultura		Vegetação Nativa	
Adequação à Legislação*	APP existente	APP a recuperar	RL existente	RL a recuperar	RL matrícula	Uso alternativo	

Nota: *Bahia (2012); Brasil (2012a); Brasil (2012b).

bioma Cerrado e diferentes nomenclaturas, optou-se pela classificação sugerida por Walter (2006). Por meio das imagens do satélite CBERS 2B, datada de 2008, realizou-se classificação da vegetação através do algoritmo de segmentação de imagens do SPRING. A exploração agrícola da área teve início em 2011 e, portanto, esta imagem retratava o estado natural da vegetação. Para conferência dos dados hidrográficos, altimétricos, pedológicos e de diversidade biológica utilizaram-se mapas interativos SIG-IBGE (IBGE, 2010) e o atlas INPE-Nordeste (INPE, 2009).

De posse da imagem raster da classificação de vegetação, estimou-se a aptidão agrícola considerando a correlação observada no âmbito regional entre os padrões de vegetação e a fertilidade natural do solo (FERNANDES et al., 2008; TOPPA, 2004). Áreas com vegetação mais densa e de maior porte (cerradão) foram classificadas como de maior fertilidade; áreas com vegetação com menor porte e menos densas (campos/cerrado) foram classificadas como de menor fertilidade natural; no caso da vegetação do

tipo vereda, classificou-se como área com menor resposta produtiva se transformada em uso agrícola.

O PI denominado legislação baseou-se nos requisitos da Lei Federal 12.651/2012 e 12.727/12 (BRASIL, 2012a; BRASIL, 2012b), onde foram geradas classes de compatibilidade à legislação, considerando-se uso atual das terras e as áreas de vegetação nativa existentes no imóvel rural. Neste caso, definiram-se as áreas de preservação permanente associadas a rio intermitente, delimitando-se faixa de 30 metros em cada lado do PI hidrografia. Também foi delimitada a área de reserva legal já averbada, equivalente a 20% do total.

No processo de legalização ambiental de uma propriedade é necessário considerar os aspectos que afetam a biodiversidade. Para isto organizou-se sistema hierárquico de acordo com a importância de cada aspecto (Plano de Informação) na definição de zoneamento ambiental da unidade rural. Esta análise por hierarquização de categorias foi realizada na ferramenta de suporte à decisão (AHP) do SPRING. Nesta, os

Planos de Informação (PIs) são comparadas aos pares, até um limite de cinco categorias por AHP. Esta comparação hierarquiza categorias que são levadas à análise final, através de linguagem de programação do SPRING (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico - LEGAL).

Com base nesta ferramenta, o procedimento de análise foi realizado em três etapas. Na primeira associaram-se as categorias isocotas e vegetação (fertilidade natural), para obter a categoria de aptidão agrícola das terras. Na segunda etapa a representação de aptidão gerada foi comparada às categorias da legislação ambiental e uso atual do solo, gerando-se mapa temático de áreas de conflito de uso. A terceira correspondeu à delimitação da área de reserva legal em áreas considerando a formação de corredores ecológicos e a aptidão agrícola das terras (DELALIBERA

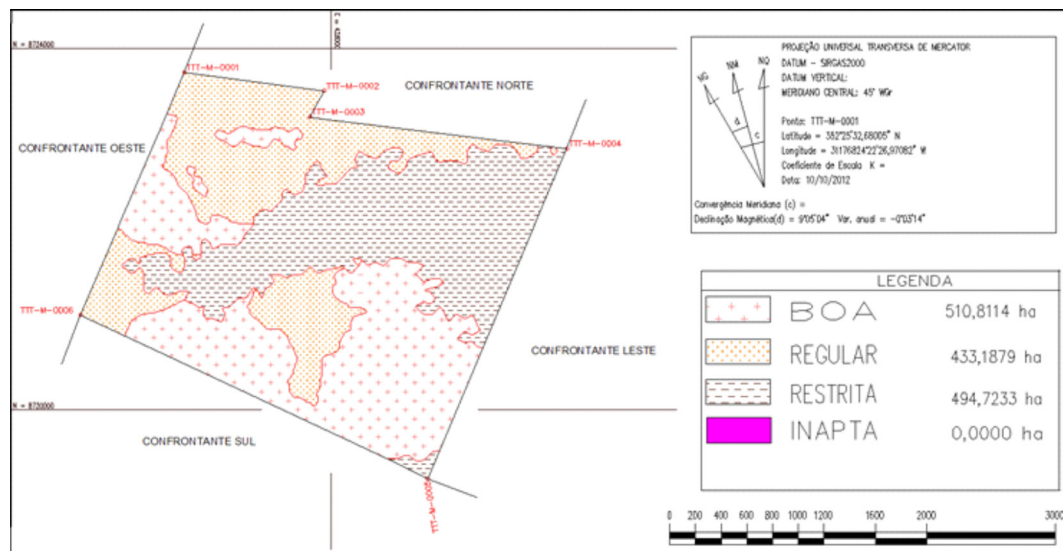
et al., 2008). A definição destas áreas foi interpretada a partir de análise e classificação conjunta dos PI's áreas de conflito, APPs e isocotas.

Resultados e Discussão

O potencial agrícola dos solos no âmbito regional varia entre o restrito e o regular (IBGE, 2008), fato relacionado à textura do solo, em geral muito arenosa, e à baixa fertilidade natural. A análise da paisagem regional em escalas mais detalhadas, revela a existência de manchas de solos com melhor aptidão agrícola. O potencial de uso das terras varia entre restrito, regular e bom, enquadrando-se neste último 510 ha, correspondendo a 35% da unidade rural (Figura 1).

As exigências legais e a falta de práticas de conservação do solo, que permitiriam o

Figura 1 - Aptidão agrícola do solo obtida da primeira etapa da análise em LEGAL



Fonte: Weirich Neto, P. H. et al. (2015).

manejo das áreas mapeadas como de uso restrito, são os principais conflitos de uso de solo. O rio intermitente que passa na propriedade

permanece a maior parte do tempo seco, não constituindo impedimento físico às atividades agrícolas em faixas contínuas. A unidade

rural apresenta gradientes topográficos pequenos, não impondo impedimentos à motomecanização. No entanto, esta condição favorável não exclui a necessidade da adoção de práticas conservacionistas.

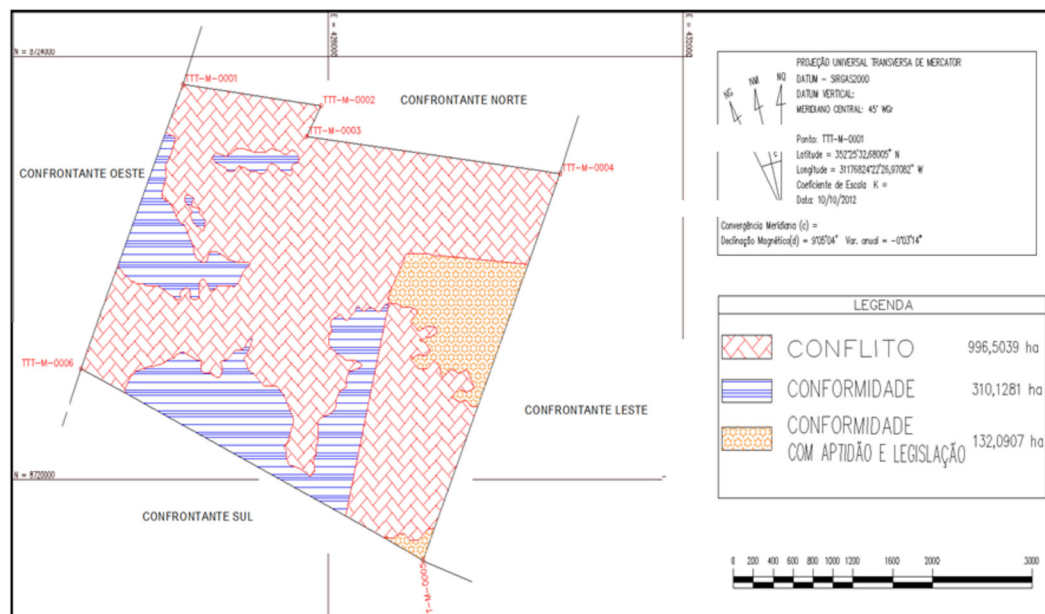
Em acordo à legislação, a propriedade já tem delimitada sua área de reserva legal. No entanto, esta definição não foi a mais adequada no sentido de proporcionar equilíbrio entre glebas de produção e áreas de conservação da natureza, no sentido de utilização mais adequada de áreas potencialmente produtivas e no que concerne ao desenho de uso agrícola mais adequado para a conservação. A figura 2 apresenta a distribuição espacial dos usos conflitantes.

Do total, 1.439 hectares, 887 (69%) foram delimitados como áreas de uso conflitante, incluindo: a) uso agrícola em faixas de preservação permanente; b) área com presença de solos mais profundos

(Latossolos) e com maior fertilidade averbada como reserva legal; c) área com presença de solos pouco desenvolvidos (Neossolos) utilizados para a agricultura sem adoção de práticas de conservação do solo. As áreas adequadas quanto ao potencial de utilização alcançam 22% da área total. Apenas 9% da área da unidade rural apresenta uso dos solos adequado em relação a critérios agrônômicos e de conservação da natureza. Das áreas com aptidão agrícola boa para cultivos anuais, apenas 0,2% localizavam-se em APP.

De acordo com o tamanho da propriedade, cerca de vinte e dois módulos fiscais, torna-se necessário a obtenção de licença ambiental para o exercício de atividades agrícolas (BAHIA, 2012). Devido à interferência em área de preservação permanente e à supressão de vegetação, ocorrida sem licenciamento adequado, são necessários procedimentos corretivos.

Figura 2 - Mapa de conflitos de uso de solo obtida da segunda etapa da análise em LEGAL



Fonte: Weirich Neto, P. H. et al. (2015).

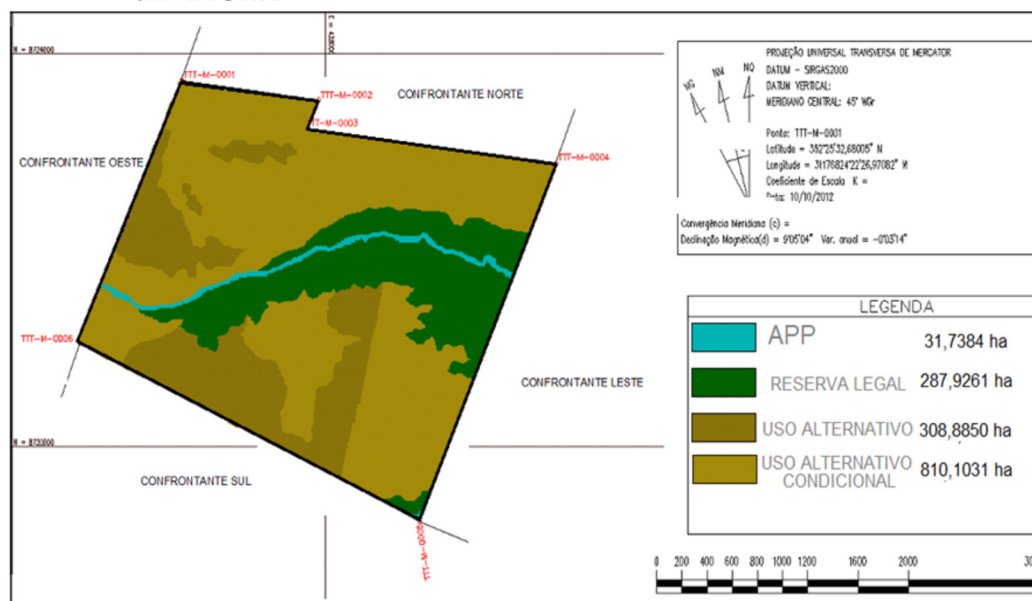
A figura 3 apresenta o zoneamento agroambiental resultante da análise espacial dos dados. Observa-se que a recuperação das APPs aliada à realocação da RL é uma medida voltada para a sustentabilidade da exploração da propriedade. Neste caso fica claro que o novo desenho de uso das terras é adequado do ponto de vista da conservação da natureza, ao favorecer a manutenção e readequação de corredores de biodiversidade, minimizando impactos ecológicos das áreas de produção agrícola. Também propiciará melhores condições para a produção intensiva, objetivo

de manejo desta unidade rural, evitando áreas com uso conflitante.

Segundo a legislação, esta área não se enquadra como área rural consolidada (22 de julho de 2008), portanto o procedimento para adequação legal envolve a recuperação da área total de vegetação, suprimida anteriormente ao pedido de licenciamento de atividade agrícola. Para a realocação da reserva legal, como desenhado na figura 3, primeiramente deve-se iniciar a recuperação para depois realizar o pedido de alteração.

A lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012a)

Figura 3 - Zoneamento agroambiental da unidade rural obtida da terceira etapa da análise em LEGAL



Fonte: Weirich Neto, P. H. et al. (2015).

conceitua como uso alternativo do solo toda substituição de vegetação nativa e formações sucessoras por outras coberturas de solo, como atividades agropecuárias, industriais, ou outras formas de ocupação humana. Para as áreas destinadas à futura

implantação do uso alternativo, definiu-se a divisão em duas classes: a) uso alternativo; b) uso alternativo condicional. A primeira engloba as áreas com maior potencial para utilização agrícola, podendo ser utilizada para sistemas de manejo intensivo,

com investimento em alta tecnologia de produção. A segunda engloba áreas com utilização restrita devido à aptidão ou que necessitam de autorização legal (como realocação de RLs dentro da propriedade) que devem ser tratados de forma localizada.

Nestas áreas, após os procedimentos corretivos e devida autorização legal, sugere-se a divisão de glebas, o cultivo em curvas de nível e a adoção de outras práticas consagradas como o plantio direto e a rotação de culturas. Além do cultivo da soja, principal interesse regional, pode-se implantar culturas perenes como fator de diversificação da paisagem agrícola. Complementar a análise geográfica dos parâmetros para fins de zoneamento, discutida neste trabalho, deve ocorrer o acompanhamento *in loco* da unidade rural.

O planejamento de adequação

ambiental e de uso agrícola do solo pode propiciar vantagens econômicas diretas, como a melhor exploração da fertilidade natural, e indireta, como a observação da legislação ambiental. Este fato fica claro, por exemplo, no desmatamento ocorrido em áreas não adequadas para a exploração agrícola. A visão holística proporcionada pela análise espacial integrada facilita os processos de planejamento ambiental e a tomada de decisão no âmbito das unidades de produção agrícola.

Considerações Finais

A crescente disponibilidade de dados geográficos e programas do tipo SIG gratuitos tornou disponível estas ferramentas aplicadas ao planejamento ambiental para técnicos e empresas prestadoras de serviços agrônômicos.

Referências

ALMEIDA, C. M.; MONTEIRO, A. M. V.; CÂMARA, G.; SOARES-FILHO, B. S.; CERQUEIRA, G. C.; PENNACHIN, C. L.; BATTY, M. GIS and remote sensing as tools for the simulation of urban land-use change. **International Journal of Remote Sensing**, v. 26, p.759-774, 2005.

BAHIA. Decreto nº 14032 DE 15 de junho de 2012. Altera o Regulamento da Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006 e da Lei nº 11.612, de 08 de outubro de 2009, aprovado pelo Decreto nº 14.024, de 06 de junho de 2012. **Diário Oficial [do] Estado**, 16 de junho de 2012. Disponível em: <<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=242363>>. Acesso em: 23 set. 2012.

BINDA, L. A.; BERTOTTI, G. L. Mapeamento de características físicas do relevo da cidade de Guarapuava-PR utilizando técnicas de geoprocessamento. **RA'E GA**. v.16. p. 167-182, 2008.

BÖNISCH, S.; ASSAD, L.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Representação e Propagação de Incertezas em dados de Solos: I - Atributos Categóricos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n.1, p. 21-32, 2004.

BRASIL. Lei nº 12.651, 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 28 dez. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 10 jan. 2013.

BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 18 out. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm>. Acesso: 26 jan. 2013.

CARVALHO, R. G.; KELTING, F. M. S.; AGUIAR, P. F. Diagnóstico ambiental integrado do município de Grossos/RN: subsídios ao planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v.23, p.105-129, 2012.

DELALIBERA, H. C.; WEIRICH NETO, P. H.; LOPES, A. R. C.; ROCHA, C. H. Alocação de reserva legal em propriedades rurais: Do cartesiano ao holístico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.286-293, 2008.

DELALIBERA, H. C.; WEIRICH NETO, P. H.; NAGATA, N. Management zones in agriculture according to the soil and landscape variables. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.32, n.6, p. 1197-1204, Dec. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162012000600021&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17 Dec. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162012000600021>.

FAGUNDES, N. A.; GASTAL JÚNIOR, C. V. de S. Diagnóstico ambiental e delimitação de áreas de preservação permanente em um assentamento rural. **Acta Scientiarum**, v.30, n.1, p.29-38, 2008.

FEIDEN, A.; SILVA, N. L. S.; SILVA, P. C. S.; KLEIN, F. G. Sustentabilidade econômica de propriedades rurais da microbacia Sanga Guabiroba-Nova Santa Rosa-PR. **Comunicata Scientiae**, v.2, p.1-8, 2011.

FERNANDES, L.A. et al. Relação entre o conhecimento local, atributos químicos e físicos do solo e uso das terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1355-1365, 2008.

FOLLE, F. P. **O georreferenciamento de imóvel rural e o registro de imóveis**. Porto Alegre: PUCRS, 2008. 36p.

GASPAR, M. T. P.; CAMPOS, J. E. G. O Sistema Aquífero Urucuaia. **Revista Brasileira de Geociências**, v.37, p.216-226, 2007.

GURGEL, R. S.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; GUIMARÃES, R. F.; MARTINS, E. S. Relação entre a evolução do uso da terra com as unidades geomorfológicas no município de Riachão das Neves (BA). **GeoTextos**, v. 9, p.177-201, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal - PAM**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 91p. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2010>>. Acesso em: 21 out. 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências; aplicativos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acesso em: 10 abr. 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Interativos, ferramentas, SIG-IBGE, aplicativos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/interativos/ferramentas/sig-ibge-aplicativo>>. Acesso em: 20 abr. 2013.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Imagens em alta resolução**. São José dos Campos - SP: INPE - Divisão de geração de imagens, 2008. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/imgdia/index.php?ini=0>>. Acesso em: 20 jan. 2013.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Grupo de Geoprocessamento do CRN**. Natal: INPE/CRN, 2009. Disponível em: <<http://www.nctn.crn2.inpe.br/>>. Acesso em: 26 mar. 2013.

KRAEMER, M. E. P. Contabilidade ambiental como sistema de informações. **Contabilidade Vista & Revista**, v.12, p71-92, 2001.

LEITE, C. M. C. Uma análise sobre o processo de organização do território: o caso do Zoneamento Ecológico Econômico. **Revista Brasileira de Geografia**, v.53, p.67-90, 1991.

LEONARDO, V. S. Indicadores de desempenho como instrumento de avaliação da gestão ambiental. **Contabilidade Vista & Revista**, v.14, p.29-41, 2003.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI, J. R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175p.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 6 fev. 2013.

MOLIN, J. P. Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade. **Engenharia Agrícola**, v.22, p.83-92, 2002.

OKUYAMA, K. K.; ROCHA, C. H.; WEIRICH NETO, P. H.; ALMEIDA, D.; RIBEIRO, D. R. S. Adequação de propriedades rurais ao Código Florestal Brasileiro: estudo de caso no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.1015-1021, 2012.

PEDREIRA, B. C. C. G.; SANTOS, R. F.; ROCHA, J. V. Planejamento agroturístico de propriedade rural sob a perspectiva da conservação ambiental. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.741-749, 2009.

PEDRON, F. A.; POELKING, E. L.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C.; KLAMT, E. A Aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine – RS. **Ciência Rural**, v.36, p.105-112, 2006.

SEIA. Sistema Estadual de Informações Ambientais e Recursos Hídricos, Governo do Estado da Bahia. **Mapas Interativos**, 2012. Disponível em: <<http://geobahia.inema.ba.gov.br/geobahia5/interface/openlayers.htm?c2h946a4vd1ss1vqv7v33ump32>>. Acesso em: 20 dez. 2012.

SOUZA, N. M. de; ALMEIDA, D.; ROCHA, C. H.; WEIRICH NETO, P. H.; DELALIBERA, H. C. Agricultura X Preservação: um conflito Brasileiro. In: SIMPÓSIO DE ÁREAS PROTEGIDAS, 3., 2005, Pelotas. **Anais...** Pelotas, UCPel- 2005. CD-ROM.

TOPPA, R. H. **Estrutura e diversidade florística das diferentes fisionomias de Cerrado e suas correlações com o solo na Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP**. 2004. 127f. Tese (Doutorado em) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. 2006. 373 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, UnB, 2006.

XIMENES, A. de C.; ALMEIDA, C. M. de; AMARAL, S.; ESCADA, M. I. S.; AGUIAR, A. P. D. de. Modelagem dinâmica do desmatamento na Amazônia. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v.14, p.370-391, 2008.