

ELABORAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE ADEQUABILIDADE AMBIENTAL PARA PROPRIEDADES RURAIS, UTILIZANDO TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

Rafael Teófilo Meira (*), Débora Zumkeller Sabonaro, Darllan Collins da Cunha e Silva, Eduardo Augusto Braga

* Universidade de Sorocaba (UNISO) – rafaelmeira2009@gmail.com

RESUMO

A demanda mundial por recursos naturais cresce juntamente com a população, causando efeitos diretos e indiretos sobre nas propriedades rurais, principalmente devido a demanda crescente por alimentos refletindo na degradação em muitos caso dos recursos hídricos. Visto isso, esse estudo pretende através de técnicas de geoprocessamento, estudos de vulnerabilidades e requisitos legais propor uma metodologia para elaboração de um Mapa de Adequabilidade Ambiental para propriedades rurais a partir de mapas temáticos de estudo de uso do solo e cobertura vegetal, declividade e pedologia. Com relação à área de estudo, o mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal mostrou que o uso agrícola ocupa 44% da área, seguido pela vegetação nativa (29,1%), enquanto que, o mapa de Declividade revela que 64,8% da área está em classe de declividade entre 6 a 12% e 22,6% na classe de 12 a 20% e, em relação ao mapa pedológico da área de estudo, só foi identificado o Latossolo Vermelho Distrófico. Baseado nas legislações ambientais específicas e recomendações do FSC (2005) para gerenciamento de áreas ripárias foi elaborado o mapa de Usos Restritos, onde se verificou que a APP existente ocupa 22,4% da área, a APP a recompor 0,3%, a RL 18,3% e a área de gestão ripária 9,9%. Os mapas temáticos de declividade, pedologia e usos restritos foram sobrepostos, considerando sua influência, para gerar o mapa de Uso Conservacionista, que demonstra que as áreas mais vulneráveis são as APP's e a Reserva Legal. Este mapa foi cruzado por soma ponderada com o mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal para produzir o Mapa de Adequabilidade Ambiental, que mostra os níveis de adequação da área de estudo, indicando que as áreas de uso agrícola e estradas são as que mais necessitam de ações que visem o uso conservacionista do solo. O método e as técnicas de geoprocessamento se revelaram eficazes e precisos, atingindo os resultados esperados.

PALAVRAS-CHAVE: vulnerabilidade, adequação ambiental; geoprocessamento.

INTRODUÇÃO

A demanda mundial por recursos naturais cresce juntamente com a população, causando efeitos diretos e indiretos sobre os ambientes, principalmente sobre os recursos hídricos. A proteção do solo contra processos erosivos, assim como a conservação das matas ripárias e áreas de preservação permanente (APP) se fazem necessárias para o desenvolvimento urbano, rural e industrial, pois está diretamente relacionada com a conservação dos recursos hídricos. Assim, um ecossistema quando degradado sofre alterações em seu estado de equilíbrio podendo prejudicar seu funcionamento (BATISTA; SILVA, 2013).

Trabalhos como o proposto por Ross (1994) de Análise Empírica de Fragilidade Ambiental preveem estudos não somente das potencialidades dos recursos naturais, mas também de suas vulnerabilidades, enquanto, Messias *et al.*, (2012), afirmam que a utilização de técnicas de geoprocessamento possibilitam relacionar e ponderar essas variáveis concluindo que são ferramentas essenciais para estudos ambientais, por reduzirem o tempo de trabalho e facilitarem a atualização de dados. Já Cardoso e Faria (2010) relatam que a distribuição espacial e estrutural dos ecossistemas, parâmetros bióticos e abióticos podem ser analisados com o uso de técnicas de geoprocessamento, permitindo uma análise ambiental mais rica, aumentando a compreensão do ambiente e incorporando informações antes não incorporáveis.

De acordo com Campanili e Schaffer (2010), é importante seguir duas escalas de trabalho na dinâmica de planejamento de paisagens, sendo uma em nível de imóvel rural e uma outra em nível de paisagem mais ampla, envolvendo assim diversos atores. Bernardi *et al* (2011), ressaltam a importância da adequação de propriedades rurais baseada na legislação em vigor para a conservação dos recursos hídricos.

Deste modo, esse trabalho teve por objetivo desenvolver uma metodologia que possibilite adequar uma propriedade rural, buscando a compatibilidade entre o manejo das atividades agropecuárias com a legislação ambiental brasileira e padrões já consagrados para proteção de matas ripárias e recursos hídricos que é a questão norteadora do presente estudo, contribuindo assim para o uso conservacionista da propriedade rural.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo está localizada no município de São Miguel Arcanjo, interior do Estado de São Paulo, Brasil. A propriedade rural situa-se no Bairro do Capão Rico e ocupa uma área de aproximadamente 17,5 hectares, nas coordenadas 23°55.135' de latitude S e 48°3.443' de longitude (Figura 1). O clima, conforme classificação climática de Koeppen, é considerado como tipo Cwa, caracterizado pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, com possibilidade de geadas fracas e fortes e predominância de inverno úmido, devido às garoas. De acordo com o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura (CEPAGRI), a temperatura média anual é 20,4° C, com máxima média de 26,6°C e mínima média de 14,3°C, com precipitação média anual de 1.396 mm.

Encontra-se no bioma Mata Atlântica, com predominância de formação vegetacional tipo Floresta Ombrófila Densa e está inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Alto Paranapanema – UGRHI 14. O município possui relevo ondulado, com declividade bastante variável, podendo superar os 45° em alguns locais. Afloramentos de rochas podem ser vistos em alguns bairros e possui solos predominantemente argilosos (Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente, 2012).



Figura 1. Localização da área de estudo.

Materiais utilizados

Os materiais cartográficos utilizados constituem de mapas de Relevo e de Solos do Brasil, produzidas pelo IBGE (2006a, 2006b). Por ser uma área relativamente pequena, utilizou-se a imagem do Google Earth (2011). Fez-se um levantamento bibliográfico sobre análise de fragilidade ambiental, adequação de propriedades rurais e áreas de gerenciamento ripário, sendo ainda consultadas as legislações ambientais vigentes. Utilizou-se também GPS Garmin Etrex e para a elaboração dos mapas, o software ArcGis 10.1.

Procedimento metodológico

Para a elaboração do trabalho utilizou-se o método proposto por Tricart (1977) e por Ross (1994), através do uso de uma análise de multicritérios em um ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Neste caso, com o propósito de utilizar o mapa como ferramenta de planejamento ambiental da propriedade, uma série de critérios foram estabelecidos para analisar as condições ambientais, legais e antrópicas, sendo representadas na forma de mapas temáticos. Cada critério dos mapas temáticos foi ponderado segundo o grau de relevância para a sustentabilidade da propriedade rural, adequando-os para ser efetuada uma operação algébrica de mapas.

Elaboração dos mapas temáticos

O *Mapa de Adequabilidade Ambiental* foi elaborado a partir dos mapas temáticos representando as variáveis utilizadas na análise e, para cada mapa, foram estabelecidos os critérios do ponto de vista da vulnerabilidade e adequação ambiental. Neste trabalho, vulnerabilidade e adequação ambiental englobaram os aspectos físicos e ecológicos da área em questão aplicável à legislação ambiental.

Na elaboração do *Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal*, utilizou-se a imagem do Google Earth (2011) e georreferenciada no ArcGis pelo sistema de coordenada UTM no Datum SIRGAS. No ArcGis, os elementos da paisagem foram avaliados e interpretados na imagem com posterior comprovação e validação em campo. Foram estimados os níveis de fragilidade do solo para cada tipo de uso e cobertura vegetal, atribuindo valor maior para usos e coberturas que possuem menor grau de proteção do solo na perspectiva dos processos erosivos (Tabela 1), conforme Ross (1994).

Tabela 1. Fragilidade ambiental frente à proteção do solo e dos recursos hídricos.

Níveis de fragilidade	Tipos de uso e cobertura vegetal	Classes de declividade (%)	Tipologia de solo	Classes de uso restrito
1 - Muito baixa	Vegetação nativa, reservatórios	Até 3	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho escuro e Vermelho amarelo, textura argilosa.	
2 - Baixa	Vegetação mista, silvicultura	3 a 6	Latossolo Amarelo e Vermelho amarelo, textura média/argilosa.	
3 - Média	Infraestrutura, plasticultura	6 a 12	Latossolo Vermelho amarelo, Aluvissoles, neossolos textura média/argilosa.	
4 - Alta	Área agrícola	12 a 20	Neossolos, Cambissolos, textura média/arenosa, Cambissolos.	Reserva Legal, Zona gerenciamento ripário
5 - Muito alta	Solo exposto, estradas	Acima de 20	Neossolos com cascalho, litólicos e Neossolos Quartzarenicos.	APP's, Zona de Reserva Ripária

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Considera-se que as áreas correspondentes à área agrícola com cultivos de ciclo curto e ainda, solo exposto e estradas, propiciam baixa proteção aos solos, sendo assim foram atribuídos os maiores pesos a essas classes. Já para a classe silvicultura de bambu e vegetação mista, considerou-se que é capaz de propiciar boa proteção do solo. A vegetação mista é a formação florestal que compreende as espécies exóticas e nativas juntas numa mesma área. A vegetação nativa proporciona proteção muito forte ao impacto das chuvas erosivas, motivo pelo qual foi atribuído baixo grau de fragilidade.

Para o *Mapa de Classes de Declividade* foi utilizado o Mapa de Relevo do Brasil, produzido pelo IBGE (2006a). O mapa foi gerado pelo módulo slope do software e reclassificado para apresentar as classes de declividade 0 – 3%, 3 – 6%, 6 – 12%, 12 a 20% e >20%. Essa classificação foi estabelecida conforme utilizado nos intervalos de classes já consagrados nos estudos de Capacidade de Uso/Aptidão Agrícola (Tabela 1).

Com relação ao *Mapa de Solos*, foram identificados os tipos encontrados na área de estudo com base no Mapa de Solos do Brasil (IBGE, 2006b). As classes de fragilidade foram determinadas conforme Ross (1994), que se baseiam nos índices de erodibilidade dos solos (Tabela 1).

Além das variáveis que representam os aspectos físicos do ambiente, neste trabalho foram inseridas a legislação ambiental sobre florestas e recomendações de instituições renomadas para gestão de áreas ripárias, visando a adequação ambiental da propriedade rural com foco na conservação dos recursos hídricos. O *Mapa de Usos Restritos*, assim chamado, foi elaborado com base na Lei Federal n.º 12.651 (BRASIL, 2012), que determina as Áreas de Preservação Permanente (APP), Reserva Legal (RL) e suas faixas de vegetação a serem preservadas e recompostas. A inclusão da legislação como critério na análise é importante, pois pode se estabelecer fisicamente as restrições impostas por ela,

possibilitando uma tomada de decisão baseada em análise integrada da legislação com os aspectos ambientais. Visando a conservação de recursos hídricos na propriedade, além das impostas pela legislação, foi utilizada a recomendação da Forest Stewardship Council (FSC, 2005) para Área de Gestão Ripária. Esta área é dividida em duas zonas, a Zona Reserva Ripária (ZRR), que visa a preservação da vegetação nativa em sua totalidade; e a Zona de Gerenciamento Ripário (ZGR), que permite manejo de baixo impacto da área, como os sistemas agroflorestais. Estas áreas são extremamente importantes para a redução de diversos efeitos ambientais nos recursos hídricos provenientes do uso e ocupação do solo, tal como minimizar a entrada de sedimentos e nutrientes. Para a classificação dos usos restritos, entendemos que a legislação florestal e as recomendações do FSC são equivalentes nos princípios para determinação das áreas: as áreas a serem integralmente preservadas são previstas na legislação (APP) e FSC (Zona de Reserva Ripária), bem como as áreas que permitem manejo sustentado de baixo impacto, que na legislação é a Reserva Legal e pelo FSC a Zona de Gerenciamento Ripário. Assim, as classes de uso restrito foram definidas (Tabela 1), sendo consideradas de fragilidade muito alta as APP's e a Zona de Reserva Ripária e fragilidade alta a Reserva Legal e Zona de Gerenciamento Ripário.

Para identificar as áreas mais vulneráveis do ponto de vista ambiental e legal na conservação dos recursos hídricos foi produzido o *Mapa de Uso Conservacionista*, através da sobreposição dos mapas de Declividade, de Solo e de Usos Restritos. A escala varia de vulnerabilidade muito baixa (1) a muito alta (5) e os pesos dados a cada mapa foram estabelecidos com base na relevância ambiental e legal para a conservação dos recursos hídricos (Tabela 2). Por se tratar de uma área relativamente pequena, o mapa de Declividade teve seu peso ponderado em 20% e de Solos em 10%. O mapa de Usos Restritos teve seu peso estabelecido em 70%.

Tabela 2. Distribuição dos pesos entre os mapas temáticos na geração do Mapa de Uso Conservacionista.

Mapa temático	Peso (%)
Declividade	20
Solos	10
Usos Restritos do Solo	70

Por fim, os mapas de *Uso Conservacionista* e *Uso do Solo e Cobertura Vegetal* foram sobrepostos através do módulo de soma ponderada do software ArcGis, onde o primeiro teve peso 2 (duas vezes maior que o segundo, gerando o *Mapa de Adequabilidade Ambiental*. O peso maior dado ao mapa de Uso Conservacionista é justificado pelo fato de que a conservação dos recursos hídricos e o atendimento à legislação florestal são as questões norteadoras do presente trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados verificados no *Mapa Uso do Solo e Cobertura Vegetal* (Figura 2) mostram que a área total da propriedade é de aproximadamente 17,56 hectares. A área agrícola ocupa 7,72 hectares e representa 44% da área estudada (Figura 3), evidenciando que o principal uso está ligado à agricultura, que se configura como uma importante atividade econômica da região. As principais culturas agrícolas produzidas na área são: pimentão, repolho, brócolis, tomate, pepino e pimenta.

A vegetação nativa ocupa uma área aproximada de 5,10 hectares, representando 29,1% da área. A vegetação nativa apresenta grau muito alto de proteção do solo. Já a vegetação mista, representa 14,5% da área, com 2,55 hectares e possui grau alto de proteção do solo, assim como a silvicultura de bambu, que ocupa uma área de 0,40 hectares e 2,3% da área estudada. As áreas com vegetação nativa e mista representam quase 45% do território da área estudada, revelando que a área tem grande potencial para certificações orgânicas e outras que primam pelas práticas agrícolas conservacionistas. Os solos expostos possuem área aproximada de 0,53 hectares (3%) e as estradas 0,44 hectares (2%). Estas tipologias são suscetíveis a processos erosivos, tendo grau muito baixo de proteção ao solo (ROSS, 1994).

Na área de estudo foram identificados dois reservatórios, sendo um de formação natural e outro artificial. O reservatório natural possui uma área de superfície de 0,12 hectares. Já o reservatório artificial possui área aproximada de 0,37 hectares, sendo que este foi formado por atividade de extração de areia, cessada há mais de 25 anos. Também foi identificada uma nascente na propriedade, que deságua no Rio Turvo. As casas, barracões e casas de bombas foram agrupadas como infraestrutura, ocupando uma área de 0,06 hectares e possuem grau médio de proteção ao solo.

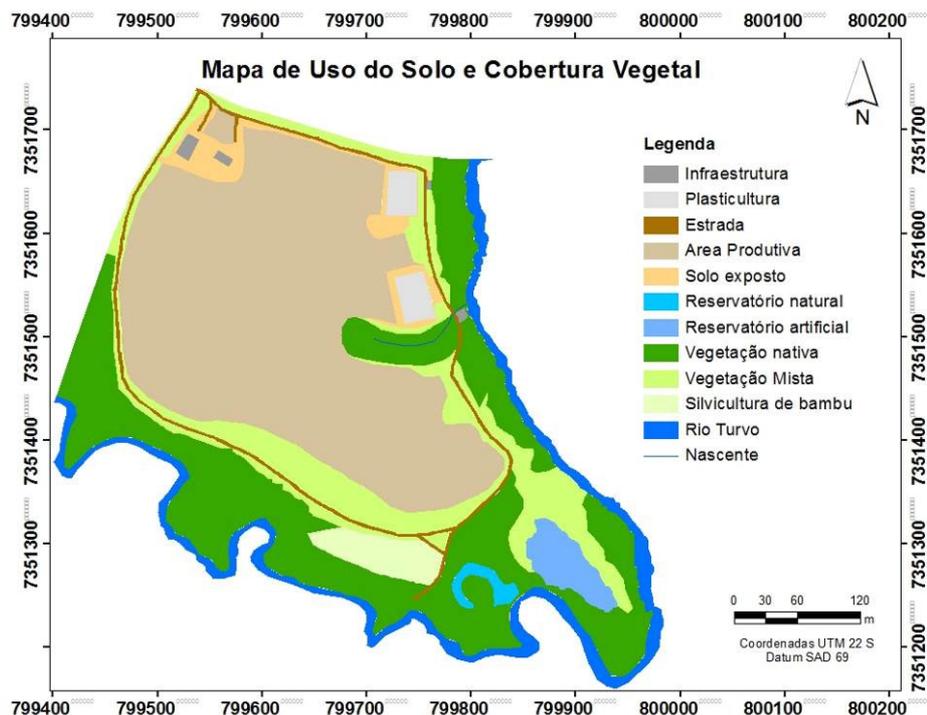


Figura 2. Mapa Uso do Solo e Cobertura Vegetal.

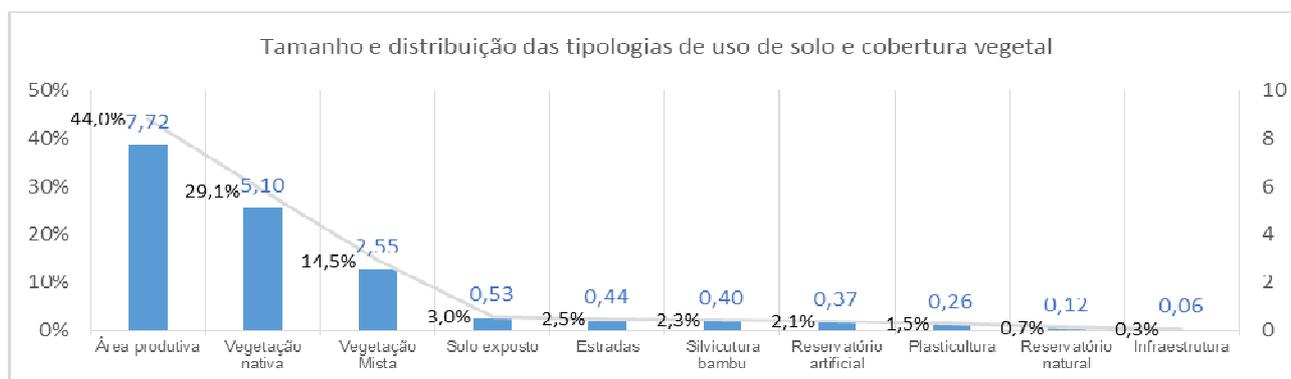


Figura 3. Tamanho (hectares) e distribuição (porcentagem) das tipologias de uso do solo e cobertura vegetal.

A declividade do terreno (Figura 4) foi avaliada pela relação entre a diferença de altitude entre dois pontos e a distância horizontal entre esses pontos. Pelos resultados, pode-se dizer que a área de estudo tem grau médio de fragilidade ambiental com relação a declividade, onde 10,84 hectares estão entre 6 a 12% de declividade (Figura 5), ocupando quase 62% da área total. A classe de declividade entre 12 a 20% possui grau alto de fragilidade ambiental e ocupa 22,6% da área - ou 3,97 hectares. As classes até 6% de declividade possuem grau baixo de fragilidade ambiental e, juntas, representam 15,6% da área total.

A declividade é um fator importante para mecanização da área produtiva, visto que declives acima de 12% não é recomendado o uso de máquinas agrícolas. Outro fator importante com relação a declividade é a perda de solo causado por processos erosivos onde, quanto mais alta a declividade, maiores serão as perdas naturais de solo.

Avaliando o Mapa de Solos (Figura 6), verificou-se que na área é encontrado somente os Latossolos Vermelhos Distróficos. Estes solos de baixa fertilidade, muito profundos, bem drenados, friáveis ou muito friáveis, de textura argilosa ou muito argilosa e média. Estes ocorrem, predominantemente, em áreas de relevo plano e suave ondulado e são bem susceptíveis a compactação. Respondem por grande parte da produção de grãos do país (EMBRAPA, 2013). Esta classe de solo é pouco suscetível a erosão, classificada como grau muito baixo de fragilidade (ROSS, 1994), apoiando a ponderação dada ao Mapa de Solos.

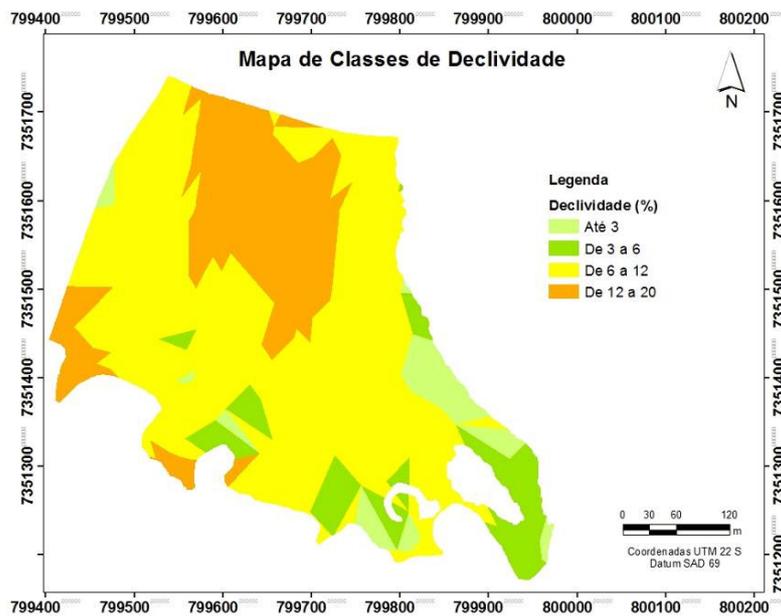


Figura 4. Mapa Classes de Declividade.

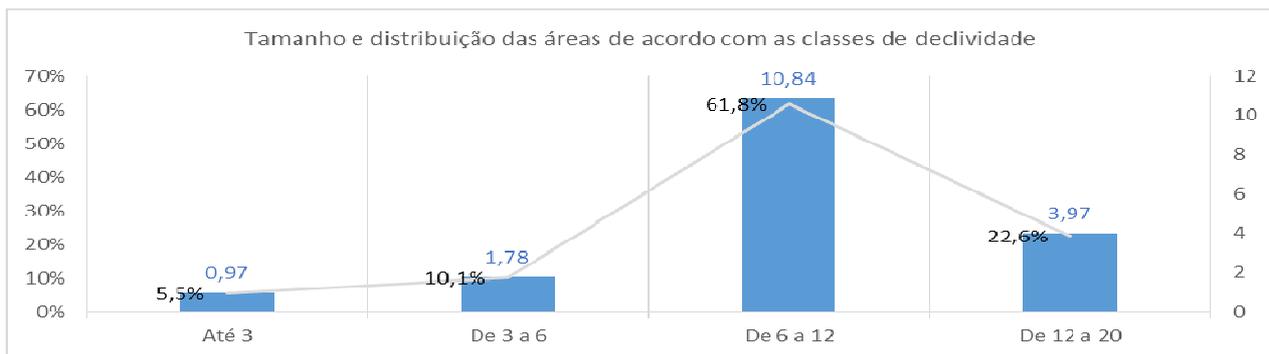


Figura 5. Tamanho (hectares) e distribuição (porcentagem) das classes de declividade.

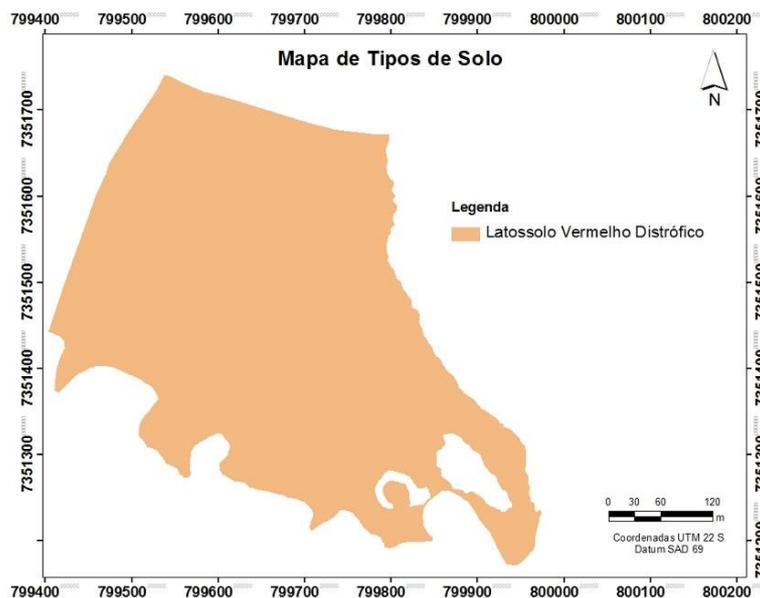


Figura 6. Mapa de solos.

O Mapa de Usos Restritos do Solo (Figura 7) foi elaborado com base na consulta da Lei Federal n.º12651 (BRASIL, 2012) e padrões do FSC (FSC, 2005) para zonas ripárias. Pela lei, os cursos d'água com até 10 metros de largura devem ter 30 metros de largura de APP a partir da borda do leito regular. Os reservatórios naturais com até 1 hectare de superfície não necessitam de APP, e nas nascentes deve-se respeitar um raio de 50 metros. Já os reservatórios artificiais que não decorram de barramentos de cursos d'água não será exigida APP. Com esses parâmetros da legislação, foram determinadas as APP's existentes na área de estudo, que representam 22,4% da área total da propriedade, com total de 3,94 hectares (Figura 8).

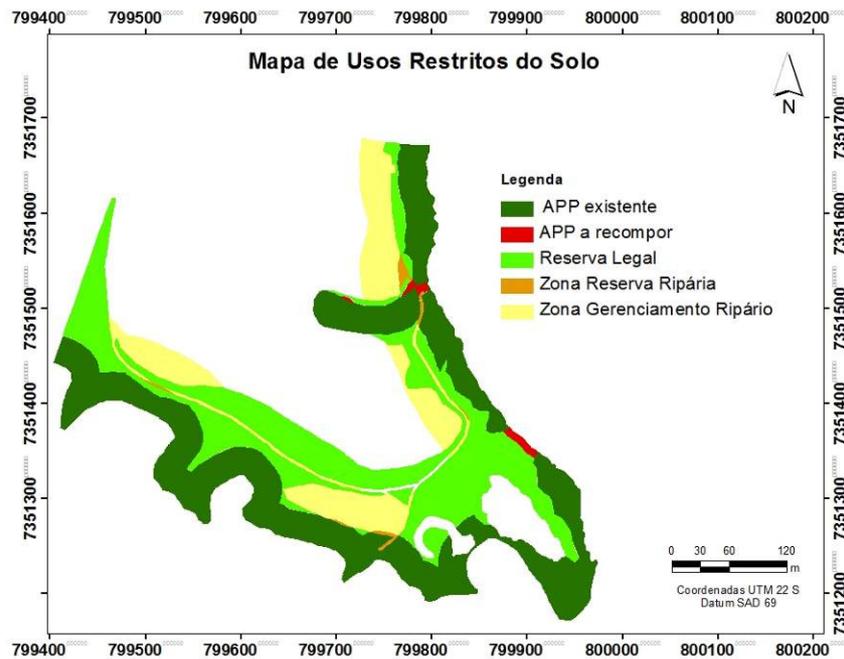


Figura 7. Mapa de Usos Restritos do Solo.

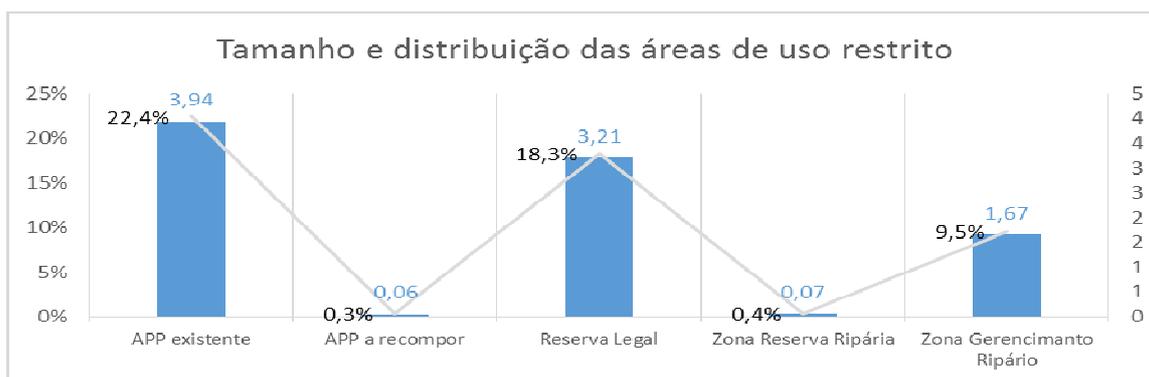


Figura 8. Tamanho (hectares) e distribuição (porcentagem) das áreas de uso restrito.

Para determinar as APP's a serem recompostas, foi necessário verificar o número de módulos fiscais da propriedade, pois, pela lei, este critério é utilizado na regra de recomposição das APP's. O número de módulos fiscais de um imóvel rural é obtido dividindo-se a área total do imóvel pelo módulo fiscal do município de localização do imóvel rural. Para tal, houve a necessidade de consultar a Instrução Especial Incra N.º 20/80 (INCRA, 1980), onde especifica que 1 (um) módulo fiscal no município de São Miguel Arcanjo equivale a 16 hectares. Sendo a área total da propriedade de 17,56 hectares e, dividindo esse valor pelo módulo fiscal equivalente do município (16 ha), chegou-se ao número de 1,1 módulos fiscais. Pela lei florestal, propriedades rurais entre 1 a 2 módulos fiscais, a APP a ser recomposta nos cursos d'água com até 10 metros de largura devem ser de 8 metros de largura e, para a nascente, raio de 15 metros. O tamanho da APP a ser recomposta é de 0,06 hectares e representa menos de 1% da área total.

A lei ainda determina que a área destinada para a conservação da Reserva Legal deva representar 20% da área total da propriedade que, neste caso, deve ser de 3,51 hectares. Para atender essa exigência, a área de vegetação nativa excluída às APP's existentes (1,16 ha) foi destinada a composição da RL. Outra parte, com 2,05 hectares de vegetação mista também foi destinada, totalizando uma área destinada à RL de 3,21 hectares. Esta área foi escolhida por se encontrar em bom estágio de regeneração e ainda estar próxima dos recursos hídricos e da vegetação nativa. O tamanho total da área destinada a Reserva Legal (18,3%) não atingiu o tamanho exigido, devendo o proprietário recorrer ao artigo 15 da lei, que admite o cômputo das APP's no cálculo do percentual da RL, desde que se enquadre nos requisitos exigidos no artigo.

A Zona de Reserva Ripária foi definida em 30 metros de largura para o Rio Turvo e 15 metros para o reservatório natural (FSC, 2005), a partir da borda, totalizando 0,07 hectares (0,4%). A Zona de Gerenciamento Ripário, com 1,67 hectares (9,5%), teve sua faixa de proteção determinada em 40 metros de largura para o Rio Turvo e 15 metros para o reservatório e o córrego da nascente. As ZGR's do Rio Turvo e reservatório natural foram contabilizadas a partir da borda das ZRR's; para o córrego da nascente, foi estabelecida a partir da borda do leito regular do córrego. Destacando que, para chegar a Área de Gestão Ripária final, foram descontadas as APP's existentes, APP's a recompor e RL, pelo motivo destas áreas serem protegidas por lei.

Com os mapas temáticos sobre Declividade, Tipo de Solo e Usos Restritos do Solo, foi possível gerar o Mapa de Uso Conservacionista (Figura 9) através de uma álgebra de mapa ponderada disponível no software ArcGis. Pelos resultados, a área com vulnerabilidade alta e muito alta situa-se em maior parte nas APP's e em áreas com alta declividade, com área total de 8,18 hectares, ou 46,6% (Figura 10).

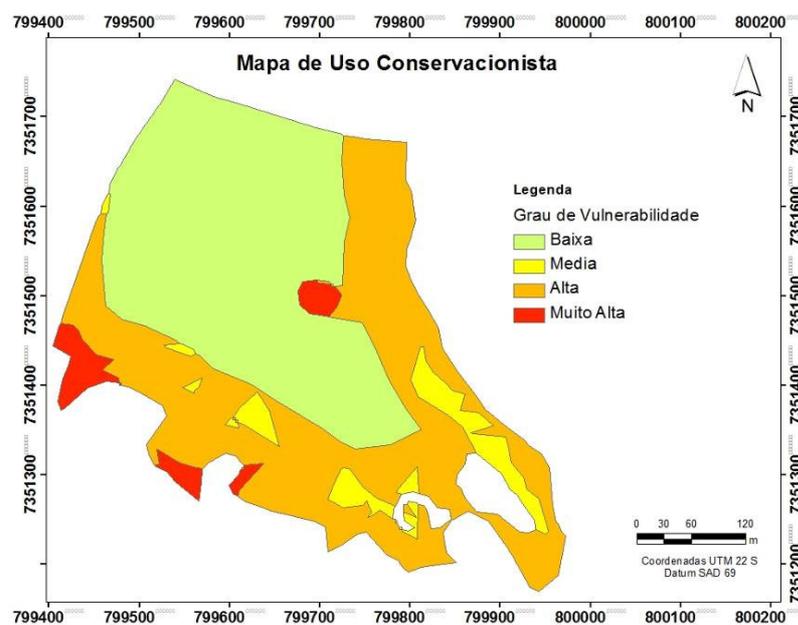


Figura 9. Mapa de Uso Conservacionista.

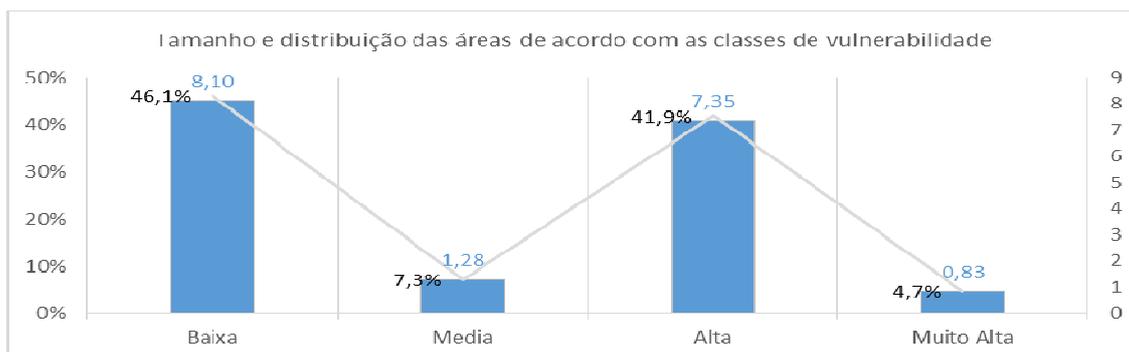


Figura 10. Tamanho (hectares) e distribuição (porcentagem) das áreas vulneráveis.

As áreas com vulnerabilidade média situam-se, predominantemente, nas áreas com baixa declividade e destinada à Reserva Legal, ocupando uma área de 1,28 hectares (7,3%). Já as áreas de baixa vulnerabilidade encontram-se basicamente em locais que não possuem usos restritos, sendo que estas ocupam 8,10 hectares (46,1%). É importante ressaltar que essas áreas, mesmo sendo classificadas como baixa vulnerabilidade podem influenciar nos recursos hídricos com o uso de técnicas de produção inadequadas, na recarga de nascente e escoamento superficial agrícola. Áreas com vulnerabilidade muito baixa não foram identificadas.

O *Mapa de Adequabilidade Ambiental* (Figura 11) destaca os níveis de adequação da área de estudo, baseado nas variáveis e importância (peso) dada a cada mapa. Os valores da somatória variaram de 2 a 7, sendo totalmente adequado (2) ou necessita adequações (7), passando por escalas intermediárias.

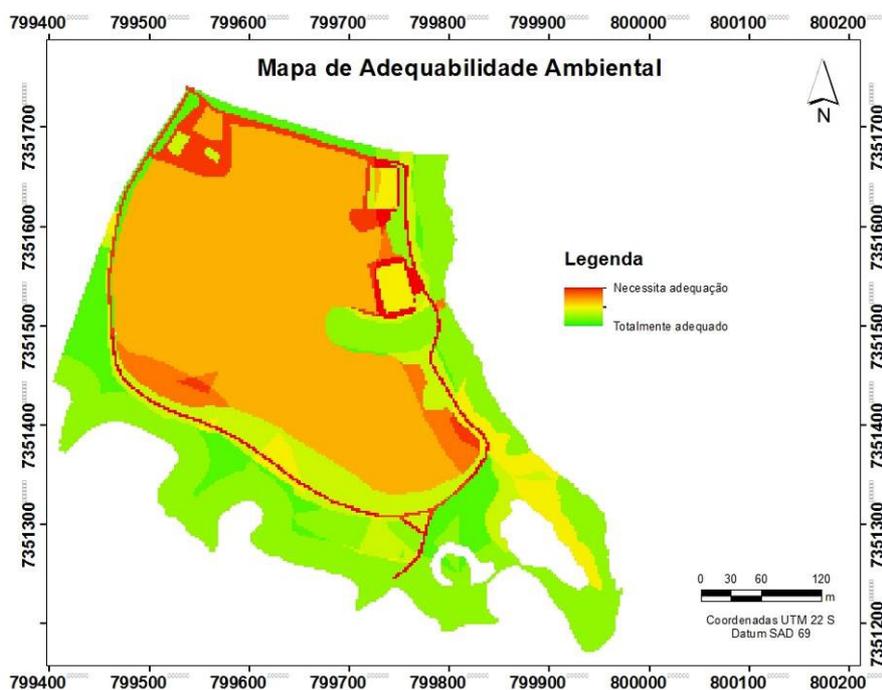


Figura 11 – Mapa de Adequabilidade Ambiental.

As áreas menos necessitadas de adequações situam-se, em maior parte, nas áreas onde ocorrem vegetação nativa, vegetação mista e silvicultura, revelando a importância da manutenção destas áreas para a conservação dos recursos hídricos e atendimento à legislação. Na escala intermediária de adequabilidade encontram-se, principalmente, as áreas que não possuem vegetação nativa (APP a recompor) e onde ocorre atividade de plasticultura que, neste caso, está localizada na Área de Gestão Ripária. As áreas com maior necessidade de adequação são caracterizadas por estradas, solo exposto, atividades agrícolas e declividade acima de 6%. A área agrícola, solo exposto e estradas apresentam riscos de carreamento de materiais para os recursos hídricos, além situarem em áreas ripárias, por isso enquadram-se em nível alto de adequação. Ressalta-se que, neste estudo não foram consideradas as técnicas de produção agrícolas adotadas na área, bem como as boas práticas para manutenção de estradas rurais.

CONCLUSÃO

Conforme os resultados obtidos, mostrou-se que as técnicas de geoprocessamento aliadas à metodologia proposta atingiram os objetivos do presente estudo, uma vez que, a integração de variáveis ambientais com os requisitos legais se mostrou eficaz para avaliar as áreas potenciais para adequação ambiental, permitindo avaliar com agilidade e certa precisão as características encontradas em campo. Do ponto de vista legal, a propriedade encontra-se quase que totalmente adequada.

Recomenda-se o estabelecimento de níveis de adequabilidade que permitam avaliar com melhor precisão se a necessidade de adequação é legal ou ambiental, bem como diferenciar as técnicas de produção e manutenção de estradas utilizadas a fim de definir níveis de fragilidade menos genéricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BERNARDI, Francieli Helena; LOPES, Carla Limberger; AMARAL, Luciana; FULBER, Vanice. Propostas de Adequação Ambiental de Propriedade Rural. **Revista Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 8, n. 3, 2011, p. 183-195.
2. BATISTA, José Pio Granjeiro; SILVA, Fernando Moreira. AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL NA MICROBACIA DO RIACHO CAJAZEIRAS NO SEMIÁRIDO POTIGUAR-DOI 10.5216/bgg. v33i1. 23632. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 33, n. 1, p. 53-72, 2013.
3. CAMPANILI, Maura; SCHAFFER, Wigold Bertoldo. **Mata Atlântica: Manual de Adequação Ambiental**. Brasília/DF: Ministério do Meio Ambiente/Sociedade Brasileira de Florestas, 2010.
4. BRASIL. Lei n. 12.651, de 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.
5. CARDOSO, Cristiane Abreu Lima; FARIA, Fabiana Silva Ribeiro. O Uso do Geoprocessamento na Análise Ambiental como Subsídio para a Indicação de Áreas Favoráveis a Criação de Unidades de Conservação para o Uso Sustentável do Minhocuçú Rhinodrillus alatus. **E-Scientia**, v. 3, n. 1, 2010.
6. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI). **Informações meteorológicas do município**. Disponível em <http://www.cpa.unicamp.br>. Data: 26 de Maio de 2013.
7. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Latossolos Vermelhos. Disponível em http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r9rz3uhk.html. Acessado em 25/08/2013.
8. Forest Stewardship Council, FSC. Regional Certification Standards for British Columbia. Toronto, Ontario, 2005.
9. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Mapa de Relevo do Brasil**. Escala 1:5.000.000, 2006.
10. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Mapa de Solos do Brasil**. Escala 1:5.000.000, 2006.
11. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Instrução Especial INCRA Número 20, de 28 de Maio de 1980. Estabelece o Módulo Fiscal de cada Município, previsto no Decreto nº84.685 de 06 de maio de 1980.
12. MESSIAS, Cassiano Gustavo; FERREIRA, Marta Felícia Marujo; RIBEIRO, Mária Bruna Pereira; MENEZES, Michele Duarte. Análise Empírica de Fragilidade Ambiental Utilizando Técnicas de Geoprocessamento: O Caso da Área de Influência da Hidrelétrica do Funil - MG. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v. 2, n.4, 2012, p. 112-125.
13. ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. São Paulo: **Revista do Departamento de Geografia**, n. 8, 1994, p. 24-30.
14. Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente de São Miguel Arcanjo (SEMA). Informações recebidas por e-mail em 1/11/12.
15. TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.