

Modelo para delimitação automática de áreas de preservação permanente conforme o Novo Código Florestal: aplicação em três municípios no Bioma Amazônia em Mato Grosso

Weslei Butturi ¹
Vinicius de Freitas Silgueiro ¹
Bruno Diego Cardoso ²
Edgley Pereira da Silva ²

¹ Instituto Centro de Vida - ICV
Avenida Ariosto da Riva, 3473 - 78580-000 - Alta Floresta - MT, Brasil
{weslei.butturi; vinicius.silgueiro}@icv.org.br

² Universidade do Estado de Mato Grosso - Unemat
Campus Universitário de Alta Floresta - 78580-000 - Alta Floresta - MT, Brasil
brunoflorest13@gmail.com; edyps2004@hotmail.com

Abstract. The aim of this paper is to present the characteristics of automated model to delimit the permanent preservation areas (APP) in accordance with actual environmental legislation in Brazil and the results of its application to three municipalities (Alta Floresta, Carlinda e Paranaíta) in the northern of Mato Grosso state. Law 12,651/2012, the "New Forest Code", has considered new variables to define the amount of APP, has to be considered beyond the water resource, the property size and the date the area was degraded. Given the large territory of the municipalities that make up the Mato Grosso northern region is very important to use automated tools to delimitation of the APPs in order to assist in decision making regarding forest restoration activities. The model was built on the ArcGIS platform using the buffer, union, clip, erase and dissolve tools. All database used was produced by the Center of Life Institute (ICV) with a 1: 25.000 scale. With this model, it was possible to calculate the areas of conserved APPs and the areas of degraded APP (APPD) in the three municipalities. Alta Floresta municipality was presented the highest percentage of degraded APPs, with 14,631 hectares, which represents 60% of all APPs to be restored in three municipalities. The model proved to be efficient in the generation of APPs and APPDs and can be replicated to other municipalities. The quality of data obtained using the automated model depends on the quality of the adopted digital cartographic base.

Palavras-chave: geographic information system, automated model, environmental legislation, permanent preservation areas, sistema de informação geográfica, modelo automatizado, legislação ambiental, áreas de preservação permanente.

1. Introdução

No Brasil, as áreas de preservação permanente (APPs) são definidas pela Lei 12.651 de 25 de maio de 2012, que revogou a Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965. Apesar da reforma no Código Florestal, o conceito de APP se manteve o mesmo, sendo definida como a área coberta ou não por vegetação nativa com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

De acordo com Oliveira (2005) a dificuldade para delimitação das APPs no Brasil sempre esteve ligada a complexidade do processo de demarcação, que requer base de dados hidrográficos e altimétricos bastante detalhados e que o mapeamento sistemático brasileiro não possui. Além da escassez de profissionais com experiência no manuseio destas informações e também para levantamentos em campo.

Além disso, no caso da delimitação das APPs de cursos d'água e nascentes em áreas degradadas e/ou alteradas, o novo Código Florestal passou a considerar novas variáveis para definir o quantitativo a ser recomposto. Se antes somente era observado as dimensões relativas ao recurso hídrico em si, a nova lei passou a considerar também o tamanho do imóvel em que a APP está inserida, bem como a data em que a área fora degradada e/ou alterada.

Sobretudo, a regularização ambiental dos imóveis rurais se apresenta como um dos grandes desafios para implementação do Novo Código Florestal. Por meio da análise do Cadastro Ambiental Rural (CAR) deverá ser conhecido o passivo ambiental associado às APPs e áreas de reserva legal (ARLs) dos imóveis rurais.

O Instituto Centro de Vida (ICV), uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP), apoia municípios de Mato Grosso na estruturação e fortalecimento do Sistema Municipal de Meio Ambiente (SMMA), na criação e implementação de políticas públicas e instrumentos de gestão ambiental. O ICV juntamente com outras organizações, secretarias de estado e municípios, construíram o Programa Mato-grossense de Municípios Sustentáveis (PMS), composto por três eixos básicos de atuação: fortalecimento da gestão ambiental municipal, regularização ambiental e fundiária e promoção de cadeias produtivas sustentáveis da agricultura familiar (SESSIN-DILASCIO et al., 2016).

Como subsídio às ações desenvolvidas, o Núcleo de Geotecnologias do ICV tem produzido e compilado bases de dados espaciais de municípios localizados no Bioma Amazônia em Mato Grosso, gerando e fornecendo informações estratégicas para o desenvolvimento sustentável dessa região. Diversas oportunidades de acesso a projetos e recursos tem se configurado para os municípios trabalharem ações relativas aos três eixos do PMS. Nesse sentido, conhecer a dimensão dos passivos ambientais enquanto os resultados da análise e validação dos CAR ainda estão em andamento, é fundamental para a elaboração e execução de projetos por parte dos municípios e sociedade civil.

Dada a grande extensão territorial dos municípios que compõem a região norte e noroeste mato-grossense é de grande valia a utilização de ferramentas automatizadas para delimitação das APPs de forma a auxiliar na tomada de decisão quanto às ações de restauração florestal das áreas em situação de degradação e/ou alteração.

Assim, o Núcleo de Geotecnologias do ICV produziu as bases de hidrografia, cobertura do solo e imóveis rurais e a partir destas bases desenvolveu um modelo para delimitação automática e posterior diagnóstico das APPs de cursos d'água, nascentes e lagoas naturais, conforme as regras estabelecidas pelo Novo Código Florestal.

O objetivo deste trabalho é apresentar as características do modelo desenvolvido e os resultados de sua aplicação para três municípios localizados no bioma Amazônia, ao norte do Estado de Mato Grosso.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Área de Estudo

A área de estudo compreende os municípios de Alta Floresta, Carlinda e Paranaíta localizados entre as coordenadas geográficas 09°09'00" e 10°40'23" Sul e 57°07'45" e 55°34'46" Oeste na região norte do estado de Mato Grosso (Figura 1).

O clima é do tipo Equatorial classificado como *Am* com precipitação média de 2.500 mm/ano segundo a classificação de Köppen (BERNASCONI *et al.*, 2009). A tipologia florestal predominante é apontada como Floresta Ombrófila Aberta, inserida no bioma amazônico. A principal atividade econômica para estes três municípios é a pecuária de corte e leite.

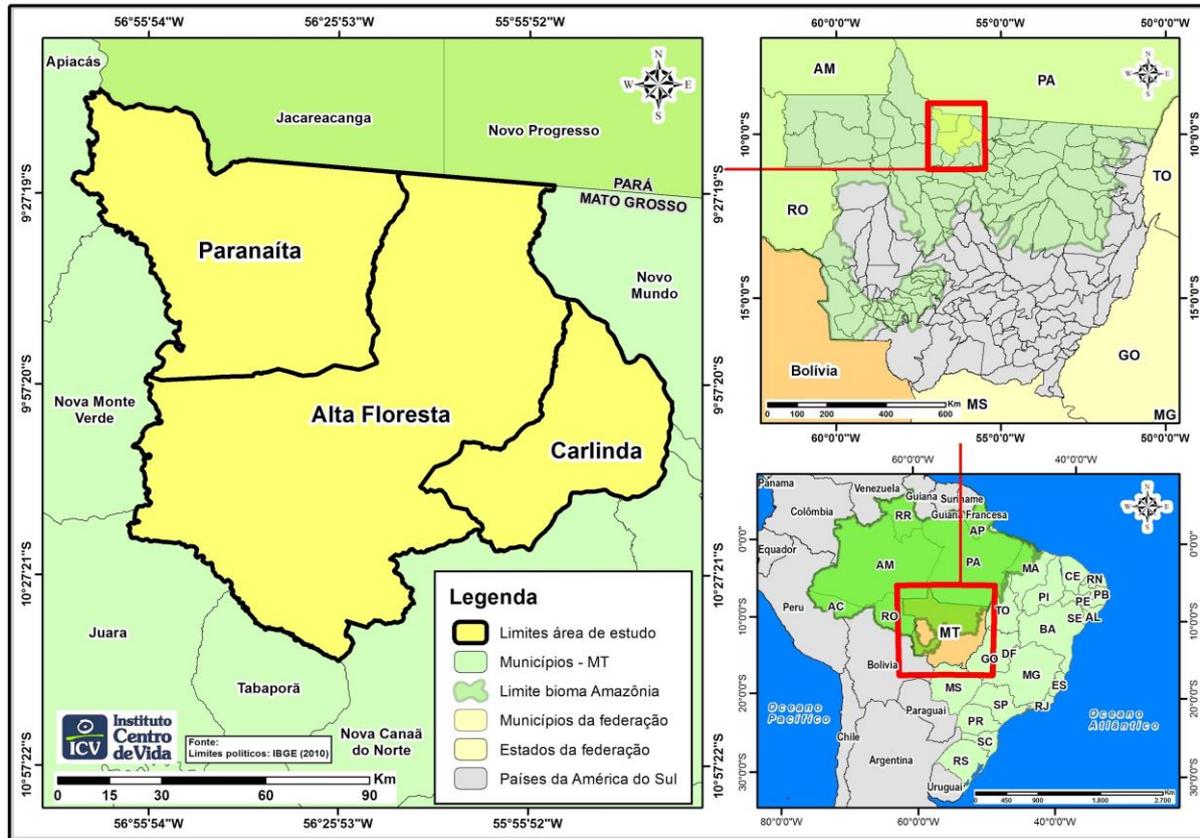


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

2.2. Bases de Dados Necessárias

Além das características da hidrografia, para a delimitação das APPs segundo o Novo Código Florestal são consideradas as seguintes variáveis: o tamanho do módulo fiscal do município, o tamanho do imóvel rural e a data de supressão da vegetação nativa.

O módulo fiscal (MF) é uma unidade de medida agrária usada no Brasil expressa em hectares, variável e fixa para cada município, cujo objetivo é estabelecer um padrão mínimo que expresse a sua viabilidade como unidade produtiva, dependendo da sua localização (BRASIL, 1964). O tamanho do módulo fiscal para os três municípios é de 100 hectares (INCRA, 2013).

Para conhecer o tamanho dos imóveis rurais dos três municípios, foram compilados em uma base única os limites dos imóveis com CAR, com certificação no Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) e outras fontes de informação, como mapas analógicos e levantamentos dos vértices de imóveis realizados a campo.

A base hidrográfica foi mapeada pelo ICV na escala de 1:25.000 e apresenta os seguintes componentes: nascentes, lago ou lagoa natural, reservatório artificial, reservatório para geração de energia, cursos d'água com até 10 metros de largura, cursos d'água com largura de 10 a 50 metros, de 50 a 200 metros, de 200 a 600 metros e acima de 600 metros.

O mapeamento da cobertura do solo foi produzido pelo ICV na mesma escala que a base hidrográfica e de acordo com as classes do CAR, conforme método apresentado por Brugnara et. al. (2016). Dessa forma, essa base apresenta as classes representativas das áreas de uso consolidado (áreas convertidas para uso alternativo do solo até 22 de julho de 2008), áreas desmatadas após 22 de julho de 2008, remanescentes de vegetação nativa, áreas abandonadas ou de pousio, áreas urbanizadas e afloramentos rochosos.

2.3. Construção do Modelo e Processamento

De posse das bases cartográficas digitais necessárias, foi estruturado no software *ArcGIS* 10.4 um encadeamento de ferramentas, conhecido como *Modelbuilder*, para a delimitação automática das APPs de acordo com as regras estabelecidas pelo Novo Código Florestal (Tabela 1). O *Modelbuilder* apresenta a funcionalidade de criar modelos a partir de fluxos que unem uma sequência de ferramentas presentes no módulo *ArcToolbox* e bases de dados. Segundo Medeiros (2014), o *Modelbuilder* permite tanto construir fluxos de rotina de trabalho, quanto criar novas ferramentas.

Tabela 1. Variação da largura de APPs e APPDs em função do tamanho do imóvel, tipo de hidrografia e cobertura do solo segundo o Código Florestal antigo e o novo. (ESTEVA & PEREIRA, 2015 modificada por BUTTURI, 2016)

Classe de APP	Tamanho (Imóvel Rural)	Regra Geral APP (Largura do Rio)	APP (Código Antigo)	APP (Código Novo)	Recomposição Cod. Antigo	Recomposição para Área Consolidada (Art. 61)	
Margem do Rio	Até 1 MF ¹	< 10 m	30m	30m		5m	
	1 a 2 MF ¹	10 a 50 m	50m	50m		8m	
	2 a 4 MF ¹	50 a 200m	100m	100m		15m	
	4 a 10 MF ¹	200 a 600m	200m	200m		20 a 100m	
	Acima 10 MF ¹	> 600m	500m	500m		30 a 100m	
Nascente	Todos	Todos	50m	50m	Toda APP em área degradada	15m	
		Até 1 ha	Sem APP				
Lagoa Natural	1 MF ¹	Espelho < 20ha Área Rural	50m	50m		5m	
		Espelho > 20ha Área Rural	100m	100m		8m	
	1 a 2 MF ¹	Espelho < 20ha Área Rural	50m	50m		15m	
		Espelho > 20ha Área Rural	100m	100m		30m	
	2 a 4 MF ¹	Espelho < 20ha Área Rural	50m	50m		30 a 100m	Definido na Licença Ambiental
		Espelho > 20ha Área Rural	100m	100m			
	> 4 MF ¹	Espelho < 20ha Área Rural	50m	50m		Área Rural	Licença Ambiental
		Espelho > 20ha Área Rural	100m	100m			
Reservatório Artificial	Todos	Todos	15 a 30 Área Urbana			Definido na Licença Ambiental	
	Todos	Todos					

Para inserir os dados no modelo faz-se necessário organizá-los de forma separada. Dos componentes da hidrografia, deve-se separar as nascentes, cursos d'água até 10 metros de largura, cursos d'água de 10 a 50 metros de largura, de 50 a 200, de 200 a 600 e acima de 600 metros de largura, uma camada com todos os cursos d'água reunidos, lago ou lagoa natural com área até 20 hectares e lago ou lagoa natural com área maior que 20 hectares.

Para os imóveis rurais, conforme o tamanho do módulo fiscal (MF)¹ de cada município, separar os imóveis com área total de até 1 módulo fiscal, de 1 a 2 módulos, de 2 a 4 módulos, de 4 a 10 módulos e acima de 10 módulos fiscais, e também uma camada que reúna todos os imóveis de todas as categorias.

Por fim, a partir do mapeamento da cobertura do solo, deve-se separar uma camada com os remanescentes de vegetação nativa, uma camada com as áreas desmatadas após 22 de julho de 2008 e uma com os afloramentos rochosos. Dessa forma, as camadas estarão aptas a serem inseridas no *Modelbuilder* (Figura 2).

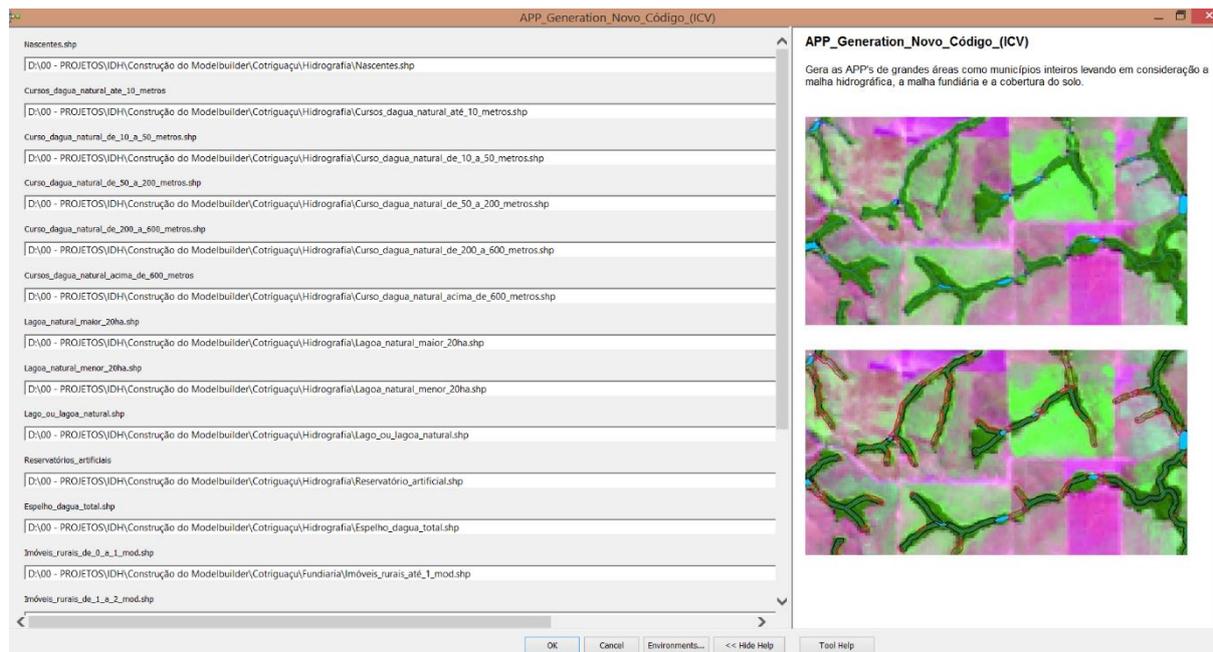


Figura 2. Inserção das camadas no Modelbuilder para geração automática das APPs e APPDs.

Todos os polígonos de APPs que não se sobrepõem com a camada de áreas de remanescente de vegetação nativa serão denominados de APPs degradadas (APPD), sujeitos a restauração florestal. Ao passo que as APPs que incidem sobre remanescentes de vegetação nativa são denominadas de APPs Conservadas.

Para o geoprocessamento das camadas citadas acima foram utilizadas cinco ferramentas da extensão *ArcToolbox ArcGIS 10.4*, sendo elas *buffer*, *union*, *clip*, *erase* e *dissolve*, as quais foram organizadas no *Modelbuilder* a fim de automatizar a geração das APPs e APPDs especialmente para grandes extensões territoriais, como municípios, conjunto de municípios e estados, dependendo da disponibilidade de dados (Figura 3). Após geradas as APPs e APPDs faz-se necessária uma revisão por parte do analista para remover possíveis inconsistências que o processamento automatizado possa ter gerado, conferindo maior qualidade ao produto.

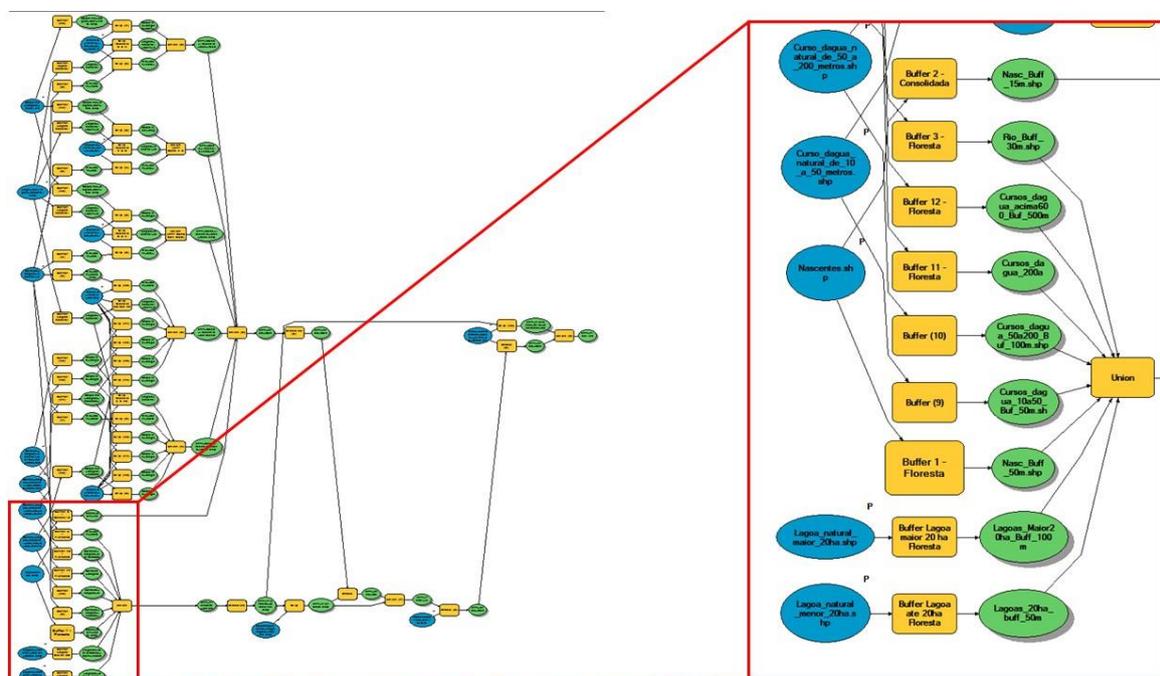


Figura 3. Etapas do processamento organizadas no Modelbuilder para geração automática das APPs e APPDs.

3. Resultados e Discussões

O uso do modelo automatizado se mostrou satisfatório pois com ele foi possível delimitar as APPs de forma relativamente rápida e calcular as áreas das APPs conservadas e as áreas das APPs degradadas nos três municípios objetos da área de estudo.

O produto gerado apresentou algumas inconsistências localizadas em áreas principalmente ao redor de cursos d'água acima de 10 metros (representados por polígonos). São pequenas "nesgas" que podem ser editadas e eliminadas pelo analista responsável.

Não foi possível delimitar as APPs de áreas com declividade acentuada (morros, montanhas, escarpas, divisores de água) devido a falta de insumos que impossibilitaram representar estas feições na escala de 1:25.000.

De acordo com a Lei 12.727 de 17 de outubro de 2012, para a delimitação da largura mínima das APPs para os reservatórios artificiais deve ser adotada a que foi definida em seu licenciamento ambiental. Sendo assim, não foi possível atribuir esta regra para o modelo pela falta de acesso a todas as licenças ambientais de todos os reservatórios artificiais dos três municípios, até porque a maioria deles não possuem licenciamento ambiental.

Como o tamanho do módulo fiscal para os três municípios é o mesmo (100 hectares), foi possível delimitar as APPs simultaneamente. Caso o tamanho do módulo fiscal seja diferente de um município para outro, a geração das APPs precisará ser fracionada.

A tabela 2 apresenta os valores de APPs conservadas e APPDs a restaurar para os três municípios em estudo.

Tabela 2. Número de polígonos, área em hectares e percentual de APPs conservadas e APPs degradadas nos municípios de Alta Floresta, Carlinda e Paranaíta em Mato Grosso.

	Alta Floresta			Carlinda			Paranaíta		
	Nº Pol.	Área (ha)	%	Nº Pol.	Área (ha)	%	Nº Pol.	Área (ha)	%
APP conservada	4967	47691,9	76,5	2571	13901,1	77,5	4302	35206,0	86,3
APP degradada	15244	14631,0	23,5	6503	4030,9	22,5	9161	5580,9	13,7
Total	20211	62322,9	100	9074	17932,0	100	13463	40787,0	100

Dos três municípios analisados, Alta Floresta foi o que apresentou o maior percentual de APPs degradadas, com área de 14.631 hectares para serem restaurados, representando 60% de todas as APPDs (Figura 4) a serem restauradas nos três municípios.

Isso se deve porque Alta Floresta possui uma extensão territorial superior a Paranaíta e Carlinda, como também aos diferentes ciclos econômicos que o município enfrentou: exploração mineral (garimpo), exploração florestal e a pecuária extensiva. Esses ciclos contribuíram para o processo de degradação e fragmentação dos remanescentes de vegetação nativa, inclusive nas APPs (ROSA et al., 2003).

Observa-se também que os valores percentuais de APP degradadas são bem inferiores em comparação aos valores de APP conservadas. Isto pode ser explicado porque as larguras de APPs conservadas, ou seja, cobertas por remanescentes de vegetação nativa, variam de 30 a 500 metros, dependendo da largura dos cursos d'água. Já as APPs degradadas que incidem em áreas de uso consolidado, as larguras a serem restauradas variam de 5 a no máximo 100 metros, dependendo do tamanho do imóvel rural. Todos os municípios analisados possuem mais de 50% de sua área aberta caracterizada como de uso consolidado.

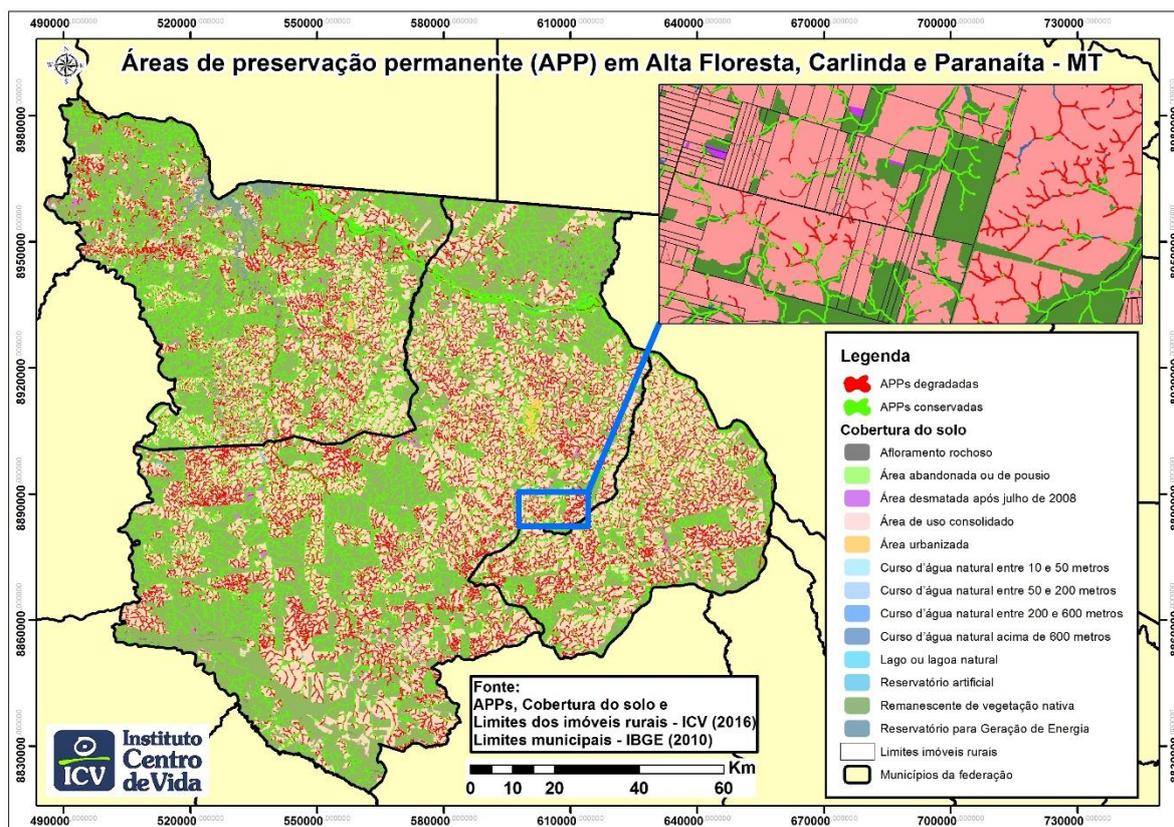


Figura 4. APPs conservadas e APPs degradadas nos municípios de Alta Floresta, Carlinda e Paranaíta em Mato Grosso.

As bases de dados utilizadas influenciaram diretamente nos resultados, havendo, portanto, a necessidade de estabelecimento de padrões de mapeamento, eliminação de sobreposições e erros topológicos, nível de detalhamento adequado a escala dos imóveis rurais e maior atualização possível.

Destaca-se a grande vantagem da utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como fundamental ferramenta no estudo de monitoramento do uso e cobertura das terras nos municípios estudados, aliado a capacidade de sobreposição de diferentes planos cartográficos e detecção de problemas de utilização das terras.

4. Conclusão

O modelo se mostrou eficiente para o diagnóstico das APPs e APPDs para os municípios estudados, podendo ser replicado para outros municípios brasileiros. A qualidade dos dados obtidos através do modelo automatizado depende exclusivamente da qualidade da base cartográfica digital utilizada, a qual não pode ter sobreposições e nem erros topológicos.

O método pode ser complementado visando diagnosticar também as APPs relativas às áreas com declividade acentuada e reservatórios artificiais. Como o tamanho do módulo fiscal varia de um município para o outro, o modelo precisará ser ajustado sempre que o módulo fiscal de um novo município for diferente do último em que foi aplicado o modelo.

Referências Bibliográficas

Bernasconi, P.; Santos, R. R.; Micol, L.; Rodrigues, J. A. *Avaliação Ambiental Integrada: Território Portal da Amazônia*. Alta Floresta - MT: ICV, 2009. p. 11.

Brasil. Lei Nº 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, Distrito Federal. 28. maio. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>.

Brasil. Lei Nº 12.727 de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que 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; e revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2o do art. 4o da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, Distrito Federal. 18. outubro. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm>.

Brasil. Lei Nº 4.504 de 30 de novembro de 1964. Dispõe sobre o Estatuto da Terra, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, Distrito Federal. 30. novembro. 1964. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4504.htm>.

Brugnara, E.; Santos, B. D. C.; Sousa, S. C. C.; Butturi, W.; Silgueiro, V. F.; Wojciechowski, J. C. Mapeamento das classes do Cadastro Ambiental Rural (CAR) em municípios do Território Portal da Amazônia. In: IX Semana da Biologia e I Seminário do Núcleo de Agricultura Familiar e Agroecologia, 2016, Alta Floresta - MT. **Anais...** Alta Floresta: Unemat, 2016. p. 144 - 149. Online. ISBN: 978-85-68739-03-7. Disponível em: <<http://altafloresta.unemat.br/index.php/servicos/eventos/ix-semana-da-biologia-e-i-seminario-do-nucleo-de-agricultura-familiar-e-agroecologia/item/611-anais-da-iv-semana-da-biologia-e-i-seminario-do-nucleo-de-agricultura-familiar-e-agroecologia>>. Acesso em: 24.out.2016.

Estevam, L. S.; Pereira, S. A. As áreas de preservação permanente a luz do novo código florestal. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 17. (SBSR), 2015, João Pessoa, PB, Brasil. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. p. 2301-2308. Online. ISBN: 978-85-17-0076-8. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0470.pdf>>. Acesso em: 19.out.2016.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA. Sistema Nacional de Cadastro Rural, Índices Básicos 2013. SR 13 Mato Grosso. Disponível em <http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/indices-cadastrais/indices_basicos_2013_por_municipio.pdf>. Acesso em: 01.nov.2016.

Medeiros, A. **ArcGIS: Criando um ModelBuilder** - <<http://andersonmedeiros.com/como-criar-modelbuilder-no-arcgis/>>. Acesso em: 08/09/2014.

Oliveira, A. M. S. **Impacto econômico da implantação de área de preservação permanente na bacia do Rio Alegre, município de Alegre - ES.** 53 p. Dissertação de Mestrado em Ciência Florestal - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG. 2002.

Rosa, R. D.; Perin, C. L.; Rosa, R. D. Colonizador e colonos: na fronteira da terra o limite dos sonhos de um futuro promissor. In: **Revista do Programa de Ciências Agroambientais**, v.2, n.1, 2003. Disponível em:< http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol2/6_comunicacao_v2.pdf>. Acesso em: 18.jan.2011.

Sessin-Dilascio, K; Valdiones, A. P. G; Duarte, I. Programa Mato-grossense de Municípios Sustentáveis: uma abordagem de governança para redução do desmatamento nos municípios da Amazônia Mato-grossense. In: IX Semana da Biologia e I Seminário do Núcleo de Agricultura Familiar e Agroecologia, 2016, Alta Floresta - MT. **Anais...** Alta Floresta: Unemat, 2016. p. 155-159. Online. ISBN: 978-85-68739-03-7. Disponível em: <<http://altafloresta.unemat.br/index.php/servicos/eventos/ix-semana-da-biologia-e-i-seminario-do-nucleo-de-agricultura-familiar-e-agroecologia/item/611-anais-da-iv-semana-da-biologia-e-i-seminario-do-nucleo-de-agricultura-familiar-e-agroecologia>>. Acesso em: 19.out.2016.