

**The text that follows is a REPRINT.
O texto que segue é um REPRINT**

Please cite as:

Favor citar como:

**Fonseca, F.O.R.; P.M.L.A. Graça & P.M. Fearnside.
2014. Estado de conservação das áreas de
preservação permanente às margens dos rios em
Apuí-AM. pp. 357-360 In: C. Lingnau, L.E.O.C.
de Aragão, J.R. dos Santos & E. da Silva Lopes
(Eds.). *Anais do XI Seminário de Atualização em
Sensoriamento Remoto e Sistemas de
Informações Geográficas Aplicados à Engenharia
Florestal-SENGEF 2014, 14 a 16 de outubro de
2014. Instituto de Engenharia do Paraná (IEP),
Curitiba, Paraná. 789 pp.* Disponível em:
[http://www.11sengef.com.br/arquivos/documentos/
anaisonline/SENGEF2014.pdf](http://www.11sengef.com.br/arquivos/documentos/anaisonline/SENGEF2014.pdf)**

ISSN: 2178-8634. D

Copyright: Instituto de Engenharia do Paraná (IEP)

The original publication is available from:

A publicação original está disponível de:

Instituto de Engenharia do Paraná (IEP), Curitiba, Paraná

<http://www.11sengef.com.br/home/>

ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE ÀS MARGENS DOS RIOS EM APUÍ-AM

CONSERVATION STATUS OF PERMANENT PRESERVATION AREAS ALONG WATERCOURSES IN THE MUNICIPALITY OF APUÍ, AMAZONAS, BRAZIL

Frederico Octávio Ribeiro Fonseca¹, Paulo Maurício Lima de Alencastro Graça¹, Philip Martin Fearnside¹

¹Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Av. André Araújo, 2936, 69.060-075 - Manaus, AM, Brasil, fredbioinf@gmail.com, pmlag@inpa.gov.br, pmfearn@inpa.gov.br

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo analisar o estado de conservação das Áreas de Preservação Permanente (APP) das margens dos cursos d'água em Apuí, Amazonas. Para isso foram utilizadas técnicas de modelagem hidrológica para a extração da malha hidrográfica e o estabelecimento das faixas marginais de proteção em conformidade ao Código Florestal Brasileiro de 2012. Após esse procedimento, foram analisadas as perdas de cobertura florestal até 2012 das APP para cada faixa marginal. O município de Apuí apresentou um total de 1.140,6 km² de APP em áreas marginais de cursos d'água, sendo que a maior extensão está concentrada na faixa marginal de 30 m (73,8%). O Projeto de Assentamento (PA) do Juma foi onde se concentrou a perda de cobertura florestal original até 2012, representando 68,2% do desmatamento em faixas marginais de APP. Portanto, espera-se que as novas regras para recomposição da cobertura vegetal (conhecida como “escadinha”) em APP ripárias devam gerar um passivo ambiental significativo em Apuí. Isto, porque o PA do Juma é composto, em sua maioria, de pequenas propriedades que se beneficiarão do afrouxamento das exigências para a recomposição florestal.

Palavras-chave: Desmatamento, modelagem hidrológica, monitoramento, sensoriamento remoto, Amazônia.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the state of conservation of Areas of Permanent Preservation (APPs) along watercourses in the municipality of Apuí, Amazonas state, Brazil. Hydrological modeling techniques were used to extract the hydrological network and delimit buffers for protection along the banks of watercourses in accord with the current Brazilian Forest Code as revised in 2012. After this procedure, the losses of forest cover by 2012 in the APPs were analyzed for each buffer. The municipality of Apuí had a total of 1140.6 km² of APPs along watercourses, with the largest part of this area (73.8%) in the 30-m buffers that apply to smaller rivers. The Juma Settlement Project was where the loss of original forest cover by 2012 was concentrated, representing 68.2% of the deforestation in APPs along watercourses. It is therefore expected that the new rules for restoration of riparian vegetation cover in APPs (known as the “*escadinha*” [“little staircase”]) should generate a significant area that escapes from any requirement to restore areas that were previously cleared in Apuí, since the Juma Settlement Project consists mostly of small properties that will benefit from reduced requirements for recuperation.

Keywords: Deforestation, hydrologic modeling, monitoring, remote sensing, Amazonia.

INTRODUÇÃO

O desmatamento da floresta amazônica causa efeitos ambientais danosos, tais como a perda de biodiversidade, e alterações no regime de chuva e emissão de gases de efeito estufa (FEARNSIDE, 2008). O Amazonas apesar de ser um dos estados mais conservados da Amazônia Legal, com apenas 2,4% de cobertura florestal removida, atualmente vem sofrendo aumento da pressão antrópica na parte sul do estado por influência da proximidade do Arco do Desmatamento. Apuí encontra-se na terceira posição dentre os municípios do Amazonas com maior contribuição ao desmatamento até 2012, alcançando uma área desmatada de 1852,0 km² (PRODES, 2014).

Áreas de Proteção Permanente (APP) em margens de cursos d'água cumprem importante função ecológica em proteger os leitos dos rios contra a erosão do solo, na regulação dos recursos hídricos e na conservação da fauna e flora destes locais. A aprovação do novo Código Florestal Brasileiro (CFB) de 2012² manteve as mesmas faixas marginais de proteção em relação aos cursos d'água estabelecidos no código anterior de 1965, porém, alterou a referência da cota do nível de água para o estabelecimento das faixas de APP, do nível mais alto para a borda da calha do leito regular. A alteração do CFB traz uma expectativa de um aumento futuro nas taxas de desmatamento na Amazônia em consequência do afrouxamento das leis, “anistiando” proprietários que desmataram até 22 de julho de 2008. Estima-se que a área necessária para recomposição florestal (débito ambiental) em APP de margens de cursos d'água, no estado do Amazonas, seja de 120,7 mil hectares, sendo que as novas regras do CFB reduziram estas APP em 52% em relação ao código anterior (SOARES-FILHO *et al.* 2014, Tabela S3). Apesar do novo CFB reduzir as áreas de APP para recomposição florestal, este pode apresentar avanços na conservação ambiental por meio de mecanismos de compensação ambiental, tal como, a Cota de Reserva Ambiental (CRA). A partir do CRA, alguém com excedente de áreas de vegetação nativa em sua propriedade poderia utilizá-lo para compensar a recomposição florestal de outra propriedade dentro de um mesmo bioma. Uma vez implementado este tipo de mecanismo, poderia ser criado um mercado de comercialização de áreas florestadas, dando valor monetário às florestas em pé (SPAVOREK *et al.* 2010; SOARES-FILHO *et al.* 2014).

Estimativas específicas de áreas de preservação permanente para os municípios do Amazonas, assim como, a respectiva área necessária para recomposição florestal ainda não são conhecidas. Existe uma grande dificuldade em realizar a demarcação das APP atualmente, devido à falta de tecnologia apropriada para esta finalidade acarretando em delimitações muitas vezes não confiáveis (PINTO, 2008). Atualmente, o Governo Federal está fazendo um grande esforço para o cadastramento rural para que seja possível obter uma malha fundiária dos imóveis rurais compatível como as normas estabelecidas do Decreto No. 7.830 (MMA, 2014). De acordo com o Art. 2º (inciso IX) deste decreto, a escala mínima para representação gráfica das propriedades e de suas características naturais e artificiais é de 1:50.000. Escalas cartográficas de 1:50.000 ou maiores são necessárias para monitorar APP com faixa mínima de 30 metros (SOARES-FILHO *et al.*, 2010). Enquanto uma base cartográfica territorial compatível com esses pré-requisitos não está disponível, há a necessidade de desenvolver metodologias que supram essa finalidade, tais como, aquelas baseadas na modelagem hidrológica para determinar a largura dos cursos d'água.

Desta forma o objetivo deste estudo foi analisar o estado de conservação das Áreas de Preservação Permanente (APP) em áreas marginais de cursos d'água no município de Apuí (AM), baseado no cumprimento do Código Florestal Brasileiro (2012), para o ano de 2012, utilizando ferramentas de modelagem hidrológica.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização e localização da área de estudo

A área de estudo compreende o município de Apuí, localizado no sudeste do Estado do Amazonas, situado entre as coordenadas geográficas 06°30' e 08°00' de latitude sul e de 59°00' e 60°30' de longitude oeste.

O clima na região de Apuí é classificado como equatorial com variações de temperatura anual média entre 26 °C a 27 °C, apresentando período chuvoso entre os meses de dezembro a maio e o período seco entre junho a outubro. A precipitação média anual está em torno de 2.000 mm (SDS, 2007). A região do município de Apuí é caracterizada por uma vegetação predominante de floresta ombrófila densa e aberta com algumas formações de campinas sobre solos arenosos. De acordo com os dados do RADAMBRASIL (1978), o solo da região é caracterizado pela predominância de Latossolo Vermelho-Amarelo com pequena porção de Argissolos Bruno acinzentados. O município de Apuí possui como base da produção agrícola o arroz, café, feijão, sendo que a atividade econômica predominante é a pecuária bovina. Estima-se que o rebanho bovino seja composto por 86.000 cabeças de gado e com outras criações como caprinos, suínos, ovinos e aves em menor extensão (IBGE, 2010).

² Novo Código Florestal Brasileiro (Lei No. 12.651, 25.05.2012, modificada pela Lei No. 12.727 e Decreto 7.830, 17.10.2012)

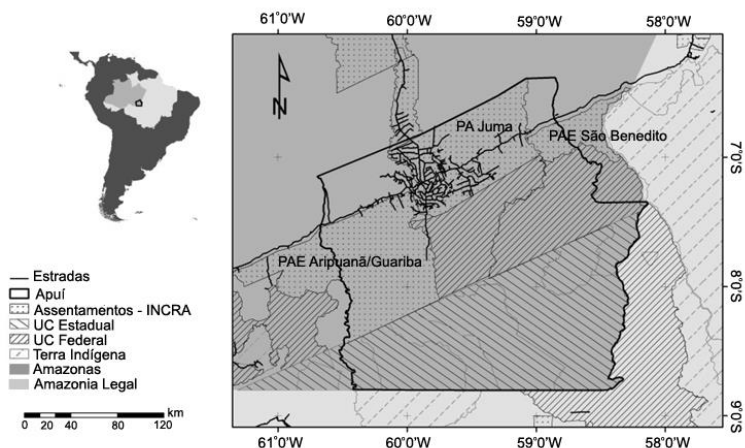


Figura 1. Localização do município de Apuí.
 Figure 1. Location of the municipality of Apuí.

Procedimentos metodológicos

Este estudo foi desenvolvido abordando três etapas. Primeiramente, foram obtidas imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), com resolução horizontal de 90m (<http://www.cgiar-csi.org>) as quais foram armazenadas e organizadas em um banco de dados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) no programa QGIS por meio de um mosaico projetado para a projeção cartográfica Universal Transversal Mercator (UTM 21 S), datum WGS 1984. As cenas do SRTM utilizadas foram as S07W059, S07W060, S07W061, S08W059, S08W060, S08W061, S09W059, S09W060, S09W061. Em seguida, o mosaico SRTM para Apuí serviu como dados de entrada para a modelagem Hidrológica utilizando o programa desenvolvido por RENÓ *et al.* (2008), denominado *Height Above the Nearest Drainage* (HAND). Neste estudo o HAND foi utilizado para extrair a rede de drenagem para obter a malha hidrográfica de Apuí. A malha hidrográfica foi sobreposta às imagens de alta resolução para estabelecer as larguras médias dos cursos d'água utilizadas para determinar as faixas marginais de APP, de acordo com o CFB de 2012. Por fim, uma vez, estabelecidas as faixas de proteção, pôde-se então estimar a perda de cobertura florestal. Para isto, foram obtidos dados de desmatamento a partir do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES) para as cenas 229/65, 229/66, 230/64, 230/65 e 230/66 de acordo com a grade Landsat TM, para resolução espacial de 60 m. Esses dados foram armazenados no programa ARCGIS para realizar a análise da perda de cobertura florestal nas APP ripárias.

Delimitação das APP de cursos d'água em Apuí

Inicialmente, antes de realizar a modelagem hidrológica, foram corrigidos os valores espúrios de *pixels* encontrados no SRTM, utilizando a ferramenta de correção presente no HAND (por exemplo, eliminação de valores iguais a -32767) para evitar inconsistências na rede hidrográfica modelada. Contudo, o resultado da modelagem da hidrográfica, é representado em forma de linhas (vetorial), sem apresentar a largura dos cursos d'água, fator este limitante para estabelecer as áreas de APP às margens dos cursos d'água. Outra característica da modelagem hidrológica é que a rede de drenagem apresenta como resultado dos rios modelados a sua divisão por ordens, que, para Apuí, totalizaram oito ordens diferentes.

Com base nas ordens dos rios resultantes da modelagem hidrográfica foi feita a separação dos rios e a sobreposição em imagens de satélite de alta resolução utilizando-se o programa QGIS acoplado a uma ferramenta denominada *Openlayers*, que permite o uso das imagens disponíveis no banco de dados da *Google*. Para estimar a largura média dos rios, foram sorteados 30 pontos diferentes ao longo do curso de cada rio por meio da ferramenta *random points* no QGIS 1.8. A amostragem foi realizada de acordo com um delineamento amostral estratificado considerando-se a densidade de rios em relação às ordens. Nos locais amostrados, foram feitas seções de 500 m nos rios de maior ordem e de 50 m nos rios de menor ordem de acordo com o tamanho em extensão destes rios. Em seguida, foi realizada a medição da largura das

respectivas seções, estimando-se, posteriormente, a média de largura (Tabela 1). Como resultado da amostragem, foram obtidas as médias de largura dos rios que posteriormente foram utilizadas para a modelagem das larguras dos rios a fim de calcular suas respectivas faixas de distância de APP com base no com base no Código Florestal Brasileiro.

Tabela 1. Largura média estimada dos rios e as faixas de APP de acordo com o Código Florestal Brasileiro.
Table 1. Estimation of mean of river widths and buffer-width APP according to the Brazilian Forest Code.

Ordem	Largura de rios (m)	APP (m)	N SEC	N RIOS	Largura Média (m)	Desv p
1	<10	30	40	10	1,2	2,1
2	<10	30	40	10	3,3	1,9
3	<10	30	40	10	4,9	1,7
4	10 – 50	50	40	10	11,8	2,1
5	10 – 50	50	40	10	21,1	8,9
6	50 a 200	100	359	10	65,9	34,5
7	200 a 600	200	851	8	383,1	152,7
8	>600	500	282	4	920,2	314,9

Desv p (desvio padrão), N SEC (número de seções amostradas), N RIOS (número de rios amostrados). Ordem dos rios classificada de acordo com STRAHLER (1952).

Estimativa de áreas desmatadas em APP em margens de cursos d'água.

Para obter o desmatamento nas áreas de APP, os dados originais do PRODES (60 m) foram reamostrados para uma resolução espacial de 30 m para obtenção do total de desmatamento acumulado até 2012. A perda de cobertura florestal foi associada às faixas de distância para as APP, em conformidade com a largura média estimada dos rios, de acordo com a ordem, baseada nas regras estabelecidas pelo Código Florestal para demarcação dessas áreas, como mencionado no item anterior. Para isso, foi elaborado um procedimento automatizado baseado em operações de álgebra de mapas no dispositivo *model building* do programa ARCGIS para estabelecimento das faixas de APP a partir da malha hidrográfica modelada. Este procedimento realizou o ajuste das larguras dos rios resultante da modelagem hidrográfica feita no HAND. A partir desse ajuste, todo o banco de dados representado somente por linhas passou a ser representado por polígonos, com as áreas dos rios sendo representadas segundo as suas larguras médias. A determinação das larguras dos rios permitiu o estabelecimento de *buffers* para representar as faixas marginais de proteção dos rios conforme os critérios do CFB. Por fim, estes procedimentos permitiram que a hidrografia modelada para a região do município de Apuí e as suas respectivas faixas marginais de proteção permanente fossem sobrepostas aos dados do PRODES. Consequentemente, a inclusão da nova rede hidrográfica acarretou uma pequena redução da estimativa de desmatamento em Apuí (cerca de 1%), pois algumas das áreas classificadas pelo PRODES como “desmatamento” coincidem com a rede hidrográfica modelada. O cálculo da perda de cobertura florestal em APP desconsiderou as unidades de conservação e terras indígenas no município de Apuí, uma vez que as APP são restritas às áreas privadas rurais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mapa da hidrografia modelada de Apuí

Uma das dificuldades para o monitoramento do estado de conservação das APP em margens de cursos d'água é ausência de mapas da rede de drenagem com escala cartográfica adequada e a falta de informação da largura dos rios. Neste estudo foi desenvolvida uma malha hidrográfica específica para Apuí a partir de técnicas de modelagem hidrológica. Um dos motivos para isso foi que a malha hidrográfica disponível pelo Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM)³, derivado da Agência Nacional de Águas (ANA), fornece uma representação da rede de drenagem muito heterogênea para Apuí, evidenciando uma diferença abrupta em seu detalhamento. Esta inconsistência na rede de drenagem foi superada com a extração da rede de drenagem

³ <http://www2.sipam.gov.br/geonetwork/srv/br/main.home>

pela modelagem hidrológica. O mapa resultante mostrou-se mais coerente, apresentando uma malha hidrográfica mais homogênea do que aquela presente no banco de dados do SIPAM (Figura 2).

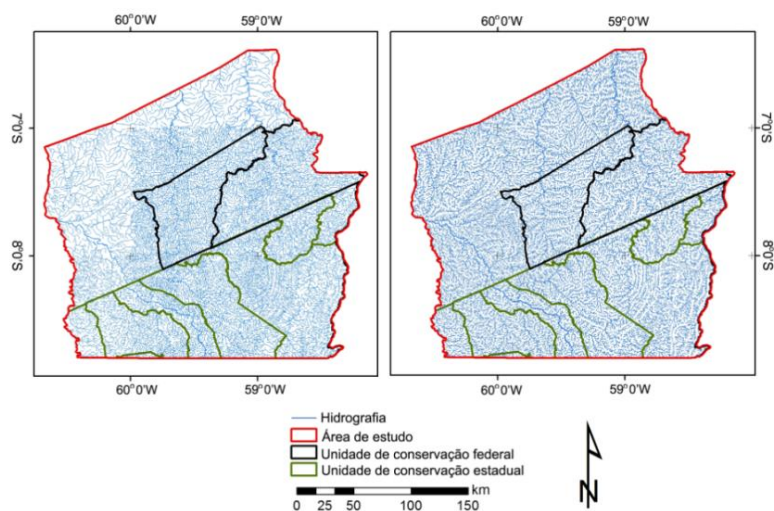


Figura 2. a) Malha hidrográfica de Apuí apresentando inconsistências na base de dados do SIPAM; b) Malha hidrográfica resultante da modelagem hidrológica.
 Figure 2. a) Hydrographic network of Apuí showing inconsistencies in the SIPAM database; b) Hydrographical network resulting from hydrological modeling.

Adicionalmente, o método utilizado neste estudo permitiu a representação da estimativa da largura dos rios necessária para estabelecer as faixas de proteção permanente em conformidade ao CBF (Figura 2). No entanto, ainda há a necessidade de uma maior quantidade de coleta de pontos de referência em campo para que se possa avaliar o nível de concordância entre a malha da hidrografia gerada pelo modelo com aquela verificada no local de estudo.

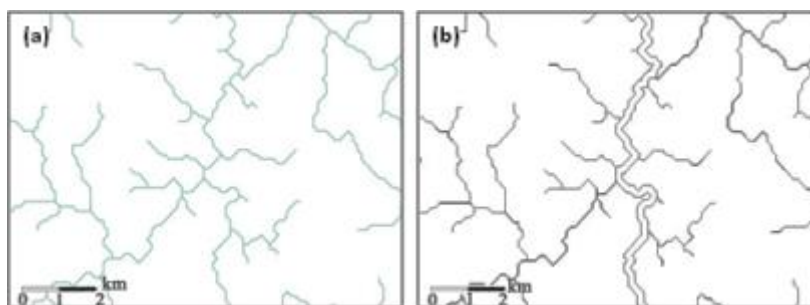


Figura 3. Representação da hidrografia em forma de linhas obtida pelo modelo hidrológico HAND (a) e a representação hidrográfica ajustada para polígonos, resultante do método utilizado para a estimativa de largura médias dos rios (b).
 Figure 3. Representation of the hydrography in polyline format obtained from the HAND hydrological model (a) and the hydrographic representation converted to polygons by means of the method used to estimate the mean width of rivers (b).

Perda de cobertura florestal nas áreas de APP em margens dos cursos d'água

O município de Apuí apresentou um total de 1.140,6 km² de APP em áreas marginais de cursos d'água, sendo que a maior extensão está concentrada na faixa marginal de 30 m (73,8%). Esse resultado expressa a densa rede de drenagem nesta região, onde grande parte dos cursos d'água possui largura igual ou inferior a 10 m. A perda de cobertura florestal original em APP em Apuí foi de 9,6%, representando uma área desmatada até 2012 de 10,9 mil hectares. Apesar da maior extensão de APP em faixas marginais de 30 m, percentualmente a faixa que apresentou maior perda de cobertura florestal foi a de 100 m (14,4%), logo seguida pela faixa marginal de 500 m (14,3%) (Tabela 2).

Tabela 2. Perda acumulada de cobertura florestal em APP no município de Apuí em relação às faixas marginais de cursos d'água.

Table 2. Cumulative losses of forest cover in APPs in the municipality of Apuí for marginal buffers of watercourses.

Faixas marginais de APP	Área original (km ²)	Área desmatada (km ²) até 2012	Percentual de perda de cobertura florestal (%)
30 m	841,4	80,7	9,6
50 m	164,2	14,8	9,0
100 m	54,0	7,8	14,4
200 m	43,2	0,34	0,8
500 m	37,8	5,4	14,3
Total	1140,6	109,1	9,6

A perda de cobertura florestal em APP marginais aos rios em Apuí foi concentrada nas áreas de assentamento rural (projetos de assentamento [PA] e projetos de assentamento extrativista [PAE]). No entanto, a maior contribuição foi do PA do Juma que representou 74,6% do total desmatado em APP de 30 m no município, correspondendo a uma área de seis mil hectares. Adicionalmente, apenas o PA do Juma também representou uma perda de 89,7% da cobertura florestal em APP de 100 m. nas PAE de Aripuanã-Guariba e São Benedito às áreas desmatadas em APP nas margens de rios foram pouco expressivas, exceto a faixa marginal de 200 m. Nesta faixa de proteção, a PAE Aripuanã-Guariba representou 92% do desmatamento acumulado até 2012 em Apuí, porém em termos de área totalizou apenas 31 ha (Tabela 3). As áreas de PAE são ocupadas por populações tradicionais que, em sua maioria, habitam as margens dos rios e têm o extrativismo como a principal atividade econômica. Portanto, os PAE apresentam menor impacto na remoção da floresta do que os projetos de assentamento tradicionais, tal como o PA do Juma, fundamentados na atividade pecuária. RORIZ (2013) encontrou no município de Boca do Acre, que também é dominado pela atividade pecuária, 1.883,2 km² de APP em margens de rios, equivalente a 9% do município, e destas APP, 294,4 km² (15,6%) encontravam-se desmatadas em 2012. Em Apuí esse percentual foi menor (9,6%) para o mesmo ano, possivelmente porque o desmatamento acumulado até 2012 em Boca do Acre foi maior, sendo considerado o segundo município do Amazonas que mais desmatou até 2012 (total de 2.076,0 km²).

Tabela 3. Perda acumulada de cobertura florestal até 2012 de APP localizadas em áreas de assentamento em Apuí.

Table 3. Cumulative losses of forest cover by 2012 APP located in settlement areas in Apuí.

Faixas marginais de APP	Área desmatada no PA do Juma (km ²)	Área desmatada no PAE Aripuanã-Guariba (km ²)	Área desmatada no PAE São Benedito (km ²)	Perda de cobertura florestal em relação ao total de APP de Apuí (%)
30 m	60,2	4,0	0,12	79,7
50 m	7,1	1,3	0	56,8
100 m	7,0	0,02	0,14	91,7
200 m	0	0,31	0	91,1
500 m	0	1,1	0	20,3
Total	74,4	6,7	0,3	74,6

O PA do Juma apresentou uma área total de 397,1 km² de APP ripárias (78% em APP de 30 m) e, até 2012, havia 322,7 km² (81,3%) de florestas remanescentes nestas áreas. Uma vez que o PRODES não considera a regeneração vegetal, as áreas desmatadas nestas APP representam a perda da cobertura florestal original, e assim, um passivo ambiental "máximo", sem considerar a recomposição da vegetação. No entanto, deve-se notar que com o CFB de 2012, a recomposição de APP em margens de rios para desmatamentos anteriores a 2008, segue uma nova regra, apelidada de "escadinha", que estabelece a recomposição das faixas de proteção de acordo com o tamanho da propriedade, definido por módulos fiscais. Como o PA do Juma, é em sua grande maioria, formada por pequenas propriedades (1 a 4 módulos fiscais), é esperado um passivo ambiental significativo para o município de Apuí, uma vez que as faixas marginais obrigatórias para recomposição foram reduzidas para propriedades deste tamanho. A faixa de recomposição para rios com

larguras inferiores a 30 m alcança, no máximo, 15 m para pequenas propriedades (2 a 4 módulos fiscais). SOARES-FILHO *et al.* (2014) estimaram uma redução de 8 milhões de hectares em APP em margens de rios no Brasil devido a esta nova regra no CFB de 2012. No Amazonas, os mesmos autores, estimaram uma redução de 52% para as APP ripárias (totalizando 120,7 km² de APP em margem de rio pelo CBF 2012).

As áreas restantes fora dos limites de áreas protegidas (unidade de conservação e terras indígenas) e de projetos de assentamento contribuíram com 25,3% para redução da cobertura florestal (área desmatada de 26,7 km²) do total das APP do município de Apuí. É importante ressaltar que, nestas áreas, é possível encontrar propriedades não cadastradas localizadas em terras não destinadas da União, mas que neste estudo foram consideradas no computo das APP, uma vez que não foi possível certificar a condição fundiária destas áreas.

CONCLUSÕES

A modelagem hidrológica mostrou-se uma ferramenta útil para extração da rede hidrográfica e para a estimativa da largura dos rios para o estabelecimento das faixas de APP nas margens dos cursos d'água em consonância com o CBF. Os resultados mostraram que, no município de Apuí, a perda de cobertura florestal acumulada até 2012 se concentrou no Projeto de Assentamento do Juma. As novas regras para recomposição da cobertura vegetal em APP ripárias devem gerar um passivo ambiental significativo em Apuí, uma vez que grande parte do desmatamento nestas áreas se concentra em rios menores do que 30 m e em pequenas propriedades no PA do Juma (1 a 4 módulos fiscais). O desenvolvimento de técnicas de geoprocessamento para a determinação das faixas marginais de APP ripárias, assim como, a utilização de imagens de satélite de alta resolução espacial (<5 m) se tornarão essenciais para o monitoramento ambiental destas áreas.

REFERÊNCIAS

- FEARNSIDE, P.M. Amazon forest maintenance as a source of environmental services. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 80, n. 1, pp. 101-114, 2008.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades. Apuí - AM. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 30 jun., 2010.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES). Disponível em <http://www.obt.inpe.br/prodes/>. Acesso em 12 fev., 2014.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA), disponível em <http://www.car.gov.br/#/legislacao>. Acesso em 15 maio, 2014.
- PINTO, B.P. Mapeamento das áreas de preservação permanente de cursos d'água e nascentes por meio de um sistema de informações geográficas (SIG). Monografia (Graduação em Gestão Ambiental) – Escola Agrotécnica Federal Inconfidentes, 2008. p. 55.
- PROJETO RADAMBRASIL. Folha no. SB 20 Purus: geologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro, Brasil, 1978. 566 p.
- RENÓ, *et al* (2008). HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazônia. *Remote Sensing of Environment*, v. 112, pp. 3469-3481, 2008.
- RORIZ, P.A.C. Como o novo código florestal (lei n° 12.651/2012) afeta o desmatamento no município de Boca do Acre - AM. Dissertação (mestrado), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2013. 88 p.
- Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SDS). Unidade de Conservação de Uso Sustentável do Juma – Baixo rio Aripuanã/Amazonas. Governo do Estado do Amazonas, 2007. 66 p.
- SOARES-FILHO, B.S. *et al.* Cracking Brazil's Forest Code. *Science*, v. 344, n. 6182, p. 363-364, 2014.
- SPAVOREK, G. *et al.* The revision of the Brazilian Forest Act: increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? *Environmental Science and Policy*, v. 16, p. 65-72, 2012.
- STRAHLER, A. N. Dynamic basis of geomorphology. *Geological Society of America Bulletin*, v. 63, p. 923-938, 1952.