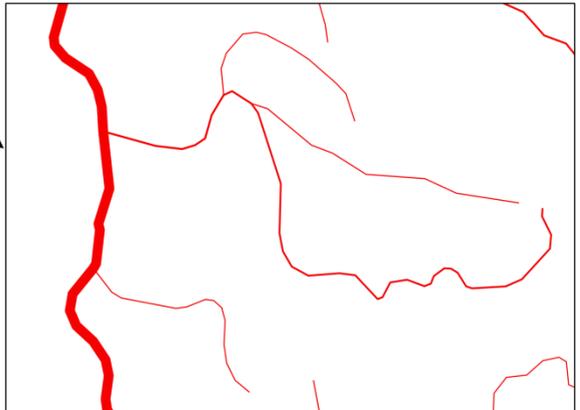
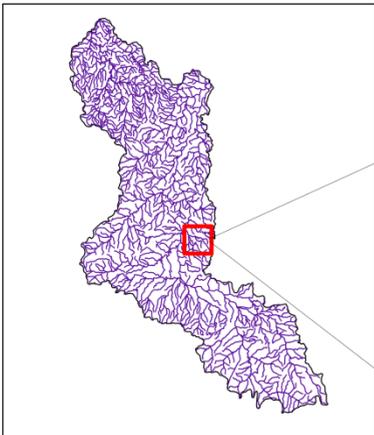


Métodos para estimativa de áreas de preservação permanente nas margens dos cursos d'água em grandes bacias: avaliação para a bacia do Rio Ji-Paraná, RO



Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 9

**Métodos para estimativa de áreas de
preservação permanente nas margens
dos cursos d'água em grandes
bacias: avaliação para a bacia do Rio
Ji-Paraná, RO**

Daniel de Castro Victoria
Júlia Sanguinetti de Mello

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Monitoramento por Satélite

Av. Soldado Passarinho, 303 – Fazenda Chapadão

CEP 13070-115 Campinas, SP

Telefone: (19) 3211 6200

Fax: (19) 3211 6222

sac@cnpm.embrapa.br

www.cnpm.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Cristina Criscuolo*

Secretária-Executiva: *Shirley Soares da Silva*

Membros: *Bibiana Teixeira de Almeida, Daniel de Castro Victoria, Davi de Oliveira Custódio, Graziella Galinari, Luciane Dourado, Vera Viana dos Santos*

Supervisão editorial: *Cristina Criscuolo*

Revisão de texto: *Bibiana Teixeira de Almeida*

Normalização bibliográfica: *Vera Viana dos Santos*

Tratamento de ilustrações e editoração eletrônica: *Shirley Soares da Silva*

Figuras da capa e no documento: *Daniel de Castro Victoria (autor)*

1ª edição

1ª impressão (2010): versão digital

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Monitoramento por Satélite

Victoria, Daniel de Castro

Métodos para estimativa de áreas de preservação permanente nas margens dos cursos d'água em grandes bacias: avaliação para a bacia do Rio Ji-Paraná, RO / Daniel de Castro Victoria, Júlia Sanguinetti de Mello. – Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010.

20 p.: il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 9).

ISSN 1806-3322

1. Área de Preservação Permanente (APP). 2. Bacia do Rio Ji-Paraná, RO. 3. Estações fluviométricas. I. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite (Campinas, SP). II. Título. III. Série.

CDD 333.76

Sumário

Resumo	7
Introdução	6
Material e Métodos	7
Largura constante em toda a bacia de drenagem	9
Largura constante, diferenciada por sub-bacia	9
Largura variável em função da área de drenagem dos cursos d'água	11
Resultados e Discussão	11
Aplicação de largura constante em toda a rede de drenagem.....	12
Aplicação de largura constante, diferenciada por sub-bacia	13
Aplicação de largura variável em função da área de drenagem dos cursos d'água	15
Conclusões	18
Referências	19



BACIA HIDROGRÁFICA

RIO JI-PARANÁ, RO

Métodos para estimativa de áreas de preservação permanente nas margens dos cursos d'água em grandes bacias: avaliação para a bacia do Rio Ji-Paraná, RO

Daniel de Castro Victoria¹

Júlia Sanguinetti de Mello²

Resumo

O Código Florestal brasileiro, juntamente com a resolução Conama nº 303/2002, definiu áreas do território nacional classificadas como de preservação permanente (APP). Essas áreas englobam margens dos cursos e corpos d'água, terrenos com declividade acentuada, bordas de chapadas, topos de morro, entre outras feições. No entanto, a escassez de dados cartográficos em escala adequada e de abrangência nacional dificultam ou até impossibilitam as estimativas do alcance territorial da legislação ambiental brasileira. Um exemplo é a delimitação das APPs nas margens dos rios, que, para identificação correta, requer, além da localização, informações sobre a largura dos cursos d'água na época de cheias, dados raramente disponíveis. Este trabalho utilizou dados provenientes da Agência Nacional de Águas (ANA) para estimar as APPs das margens dos rios pertencentes à bacia do Rio Ji-Paraná, RO, identificados na escala 1:1.000.000, levando-se em consideração as larguras dos cursos d'água. Dados de todas as dez estações fluviométricas presentes na bacia com medidas de cota e perfil transversal da calha foram utilizados para estimar a largura máxima do canal de duas maneiras distintas. A primeira delimitou as sub-bacias definidas pelas estações fluviométricas e considerou que todos os cursos d'água pertencentes à sub-bacia apresentavam a mesma largura observada em seu ponto final. A segunda utilizou a relação empírica obtida entre a área de drenagem e a largura da calha nas nove estações para definir a largura de todos os trechos dos cursos d'água da bacia. Por fim, as APPs nas margens dos rios foram delimitadas seguindo os critérios estabelecidos na resolução Conama nº 303/2002. A título de comparação, foram também delimitadas as APPs utilizando larguras constantes de 100 m, 200 m e 500 m de faixa marginal para toda a bacia. Entre os diferentes métodos utilizados, a APP nas margens dos rios variou de 1.541 km² a 15.876 km² (2,04% a 21,04% da área da bacia, respectivamente). A grande variação na delimitação das áreas marginais deixa claro que estimativas efetuadas para grandes regiões estarão sempre sujeitas a incertezas, de acordo com os métodos utilizados, e que, portanto, é imprescindível o detalhamento dos procedimentos efetuados para esclarecer as vantagens e limitações a que tais estimativas estão sujeitas.

Palavras-chaves: Área de Preservação Permanente (APP), Rio Ji-Paraná, RO, estações fluviométricas.

¹ Doutor em Ciências – Química na Agricultura e no Ambiente, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, daniel@cnpm.embrapa.br

² Bacharel em Geografia, Campinas-SP.

Introdução

A legislação ambiental brasileira, juntamente com a resolução Conama (2002), define as áreas do território nacional consideradas de preservação permanente, as APPs, que incluem topos de morros e montanhas, regiões com elevada declividade, dunas e restingas, bordas de chapadas, margens de corpos d'água, entre outras. Diversos trabalhos têm sido efetuados para identificar tais APPs em regiões de interesse (JACOVINE et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2007; RIBEIRO et al., 2005; SANTOS et al., 2007), porém estimativas de abrangência nacional esbarram em limitações de informações cartográficas adequadas e particularidades inerentes às diferentes regiões do território nacional, as quais devem ser levadas em conta. Tais dificuldades fazem com que avaliações das APPs em grande escala sejam cercadas de incertezas, pois certamente sofrerão problemas relativos à qualidade cartográfica dos dados utilizados e deverão lançar mão de algumas suposições. Este é especificamente o caso das APPs às margens de rios, pois sua dimensão é determinada em função da largura do curso d'água, conforme a resolução Conama (2002), que determina:

Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

- a) trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura;
- b) cinquenta metros, para o curso d'água com dez a cinquenta metros de largura;
- c) cem metros, para o curso d'água com cinquenta a duzentos metros de largura;
- d) duzentos metros, para o curso d'água com duzentos a seiscentos metros de largura;
- e) quinhentos metros, para o curso d'água com mais de seiscentos metros de largura;

A estimativa das APPs nas margens dos rios em abrangência nacional esbarra em duas dificuldades. Primeiramente existe a necessidade de um mapa hidrológico consistente, com cobertura para todo o território nacional. Porém, o mapeamento da hidrografia nacional apresenta pequena escala cartográfica, o que significa que diversos cursos d'água podem não estar representados. Outra dificuldade está na estimativa da largura desses rios, uma vez que tais informações não estão prontamente disponíveis.

Este trabalho teve por objetivo estimar as APPs das margens dos cursos d'água pertencentes à bacia do Rio Ji-Paraná, RO, utilizando procedimentos que tivessem o potencial de ser utilizados para todo o território nacional e que levassem em consideração a largura dos canais. Foram utilizados os mapas hidrológicos na escala 1:1.000.000 disponibilizados pela ANA e dados de cota de descarga e perfil transversal de nove postos fluviométricos localizados nos rios da bacia, a fim de estimar a largura dos cursos d'água. A utilização das informações de perfil transversal auxilia na redução das incertezas nas estimativas das APPs por meio de uma melhor definição da largura do canal de drenagem.

Material e Métodos

A bacia de drenagem do Rio Ji-Paraná (Figura 1), localizada na porção leste do Estado de Rondônia, possui área de drenagem de 75.400 km² e descarga média anual de 700 m³ s⁻¹. Essa bacia hidrográfica está situada em uma das regiões com a maior taxa de desmatamento da Amazônia (KRUSCHE et al., 2005). As áreas próximas às nascentes do Rio Ji-Paraná apresentam baixo grau de alteração em termos de uso e cobertura da terra, no entanto, grandes extensões do trecho médio da bacia apresentam elevado grau de alteração antrópica e são usadas principalmente para pastagens. Contudo, boa parte da cobertura vegetal no trecho final da bacia ainda está intacta (KRUSCHE et al., 2005).

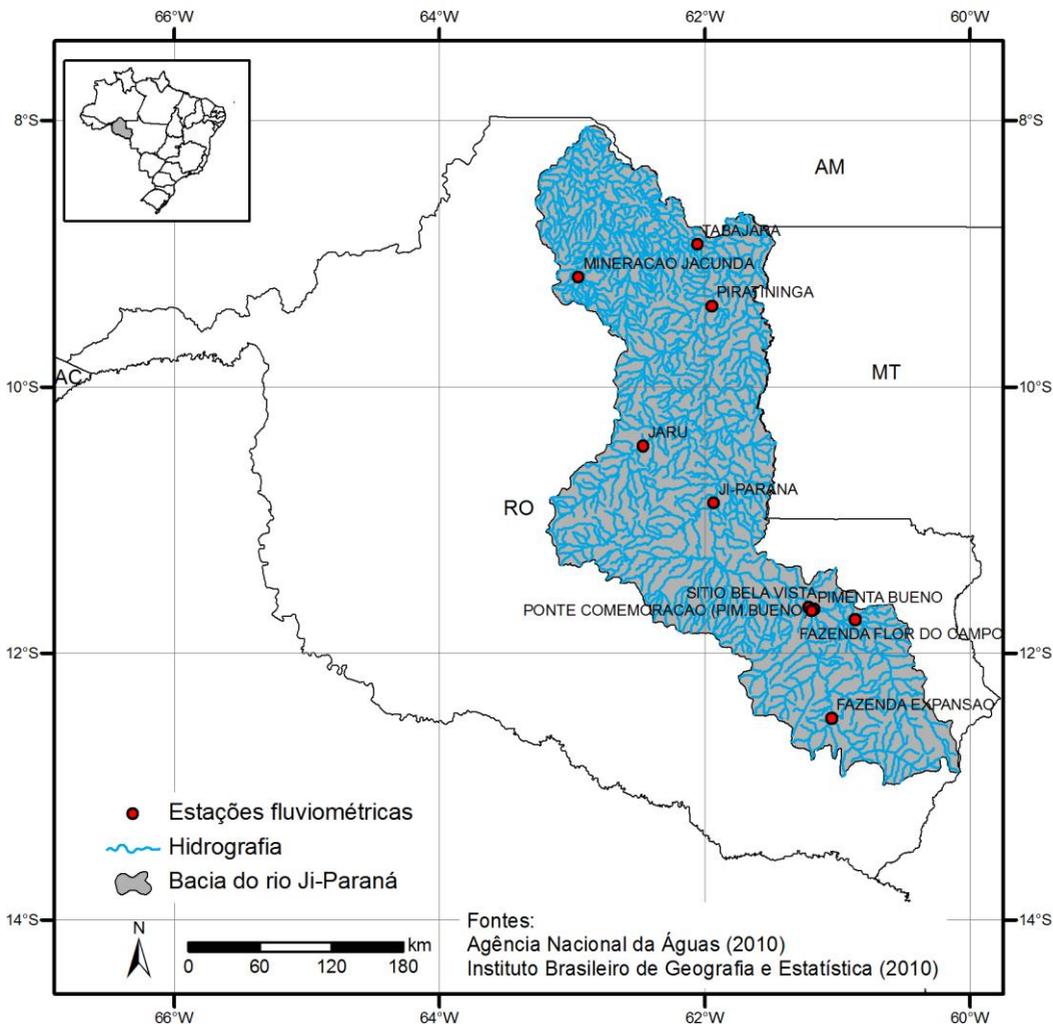


Figura 1. Bacia do Rio Ji-Paraná. Hidrografia na escala 1:1.000.000 e localização das estações fluviométricas da Agência Nacional de Águas.

Neste estudo, foi utilizada a rede de drenagem disponibilizada pela ANA na escala 1:1.000.000 (ANA, 2010). Apesar existirem, as cartas em escala cartográfica mais detalhada (1:250.000) não estão prontamente disponíveis para todo o território nacional. Dessa forma, optou-se pela escala 1:1.000.000 visando o desenvolvimento de um procedimento que pudesse ser aplicado em outras regiões. Além disso, os resultados obtidos a partir das cartas

na escala 1:1.000.000 podem ser comparados com os resultados de outro trabalho de quantificação das APPs em escala nacional (MIRANDA et al., 2008), que também baseou-se nessa escala.

A delimitação de faixas marginais é uma operação simples encontrada nos sistemas de informações geográficas (SIGs) conhecida como *buffer*, capaz de identificar as áreas ao redor de um objeto. A dificuldade está na definição da largura da faixa de proteção, a qual é função da largura do curso d'água. Três formas distintas foram utilizadas para a definição da largura das faixas marginais: 1) largura constante ao longo da rede hidrográfica em toda a bacia; 2) largura constante ao longo da rede hidrográfica, diferenciada de acordo com a sub-bacia; e 3) largura ao longo da rede hidrográfica variável em função da área de drenagem de cada curso d'água. Os diferentes métodos são descritos a seguir.

Largura constante em toda a bacia de drenagem

Esta é a maneira mais simples de definir as APPs ao longo da rede hidrográfica, assumindo que todos os rios se enquadram em uma mesma classe de largura e, portanto, as áreas de preservação em todos apresentam a mesma dimensão. Nesta etapa, foram delimitadas as APPs utilizando faixas marginais de 100 m, 200 m e 500 m. Essas dimensões foram escolhidas por representarem as larguras que devem ser aplicadas, de acordo com a resolução Conama, aos cursos d'água com largura entre 50 m e 200 m; de 200 m a 600 m e acima de 600 m, respectivamente.

Largura constante, diferenciada por sub-bacia

Nesta etapa, as APPs foram delimitadas levando-se em consideração as informações de cota de vazão e do perfil transversal das nove estações fluviométricas inseridas na bacia do Rio Ji-Paraná (Tabela 1). Dados da estação Sítio Bela Vista (código ANA 15559000) não foram considerados, pois a estação encontra-se muito próxima de outras duas, o que dificulta a delimitação da bacia. Para cada estação, foi identificada a cota máxima ocorrida durante todo o período de observação de dados, a qual foi cruzada com o perfil transversal da calha do rio para identificação da largura máxima da calha. As áreas de contribuição de cada estação (sub-bacias de drenagem) foram delimitadas e todos os cursos d'água, considerados como pertencentes às sub-bacias, apresentavam a

mesma largura observada no exutório. A faixa de proteção marginal foi, então, definida para cada área de contribuição, de acordo com a resolução Conama, sendo igual para todos os cursos d'água dentro de cada sub-bacia.

As sub-bacias das estações fluviométricas foram delimitadas a partir do modelo digital de elevação do terreno (MDET) SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission* – (JARVIS et al., 2010), com 90 m de resolução espacial. A delimitação seguiu os procedimentos comumente empregados nos sistemas de informação geográfica, como o preenchimento das falhas do MDET, o cálculo da direção e acúmulo de fluxo, o posicionamento dos postos fluviométricos nas linhas de maior acúmulo de fluxo e, por fim, a delimitação das bacias hidrográficas.

Tabela 1. Estações fluviométricas utilizadas, período com medidas de cota, número de observações no período, cota máxima atingida no período e largura do canal na cota máxima.

Estação fluviométrica	Código ANA	Área de drenagem (km ²)	Período de observação	Número de observações	Cota máxima (m)	Largura do canal
Fazenda Flor do Campo	15552600	4.043	jan./1983 a out./2006	242	578	80
Ponte Comemoração	15552700	5.940	jan./1991 a dez./2006	173	667	87
Fazenda Expansão	15553500	3.623	abr./1983 a abr./1998	125	568	56
Pimenta Bueno	15558000	10.114	jun./1980 a dez./2006	286	916	98
Ji-Paraná	15560000	32.806	jan./1978 a dez./2006	298	1.042	253
Jaru	15565000	3.836	jun./1981 a out./2006	262	877	80
Piratininga	15575000	4.395	abr./1984 a mai./2006	219	824	75
Tabajara	15580000	60.212	jan./1978 a out./2006	295	1.038	306
Mineração Jacunda	15590000	1.125	mar./1983 a set./2006 ³	171	756	136

³ Falha de seis anos nos dados, entre 1997 e 2003.

Largura variável em função da área de drenagem dos cursos d'água

A existência de relações exponenciais empíricas encontradas entre características da geometria hidráulica e da descarga ou área de drenagem de um curso d'água (FINLAYSON; MONTGOMERY, 2003; KNIGHTON, 1999; RASERA, 2005) permite estabelecer equações para a estimativa da largura dos canais. A partir dos dados das estações fluviométricas da ANA, foi estabelecida uma equação, específica para a bacia do Rio Ji-Paraná, relacionando área de drenagem e largura do canal. Essa relação foi, então, aplicada para cada curso d'água representado na rede hidrográfica na escala 1:1.000.000, para obtenção da largura de cada canal. Por fim, foi definida a largura da faixa de preservação em cada canal e foram gerados os mapas das áreas de proteção.

A definição da largura da faixa de proteção foi realizada para duas situações distintas. A primeira delimitou a faixa de proteção em todos os cursos d'água seguindo os valores citados na resolução Conama. Já a segunda procurou contabilizar as áreas ocupadas pela superfície d'água, uma vez que, no mapa da rede hidrográfica utilizado, todos os rios estão representados por linhas simples. Apesar de a superfície d'água não ser uma APP, essa contabilização visou estimar a área da bacia de drenagem que não está disponível para atividades agrícolas. Nesta etapa, a faixa de proteção foi calculada a partir dos valores presentes na resolução Conama acrescidos de metade da largura do curso d'água, estimada pela equação empírica encontrada entre área e largura de canal. Em ambos os procedimentos, foi possível estimar uma faixa marginal variável ao longo da rede de drenagem, com largura menor nos rios de cabeceira e aumentando gradativamente ao longo da rede de drenagem.

Resultados e Discussão

A seguir são apresentados os resultados obtidos a partir dos diferentes métodos de estimativa das APPs hídricas. Um resumo do total de APPs obtido em cada método é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Área de preservação permanente e porcentagem da bacia destinada à preservação, obtida a partir dos diferentes métodos testados.

Método	Área (km ²)	% da bacia
Fórmula	1.541	2,04%
Fórmula + largura rios	1.951	2,59%
Constante (100)	3.207	4,25%
Sub-bacias	5.448	7,22%
Constante (200)	6.400	8,48%
Constante (500)	15.876	21,04%

Aplicação de largura constante em toda a rede de drenagem

Como esperado, as APPs calculadas utilizando faixas marginais constantes apresentaram grande variação em função da largura escolhida. O total de APPs variou de 3.207 km² (4,25% da bacia) a 15.876 km² (21,04% da bacia) para as faixas de 100 m e 500 m, respectivamente. O total de APPs obtido aplicando-se faixas constantes com 500 m de largura é inferior ao total de 30% de APPs nas margens dos rios estimado por Miranda et al. (2008) para o Estado de Rondônia.

A utilização de faixas de proteção constantes ao longo de toda a rede de drenagem consiste em uma operação de fácil realização, que pode ser aplicada a pequenas bacias, onde as dimensões dos canais de drenagem não apresentam grandes variações. No entanto, a delimitação das APPs dessa forma não permite distinguir os rios em função de sua largura. Estima-se que grande parte de uma rede de drenagem seja formada por rios menores, sendo que, para a bacia do Rio Ji-Paraná, os rios de primeira a terceira ordem são dominantes (BALLESTER et al., 2003). Dessa forma, a utilização de faixas de preservação constantes ao longo da rede hidrográfica não é apropriada para a estimativa das APPs em grandes áreas. Caso seja tomado o ponto final da bacia como indicativo da largura do canal, a APP será superestimada, pois serão aplicadas faixas de proteção superdimensionadas aos rios menores, que representam grande parte da rede de drenagem. Por outro lado, tomar a largura dos rios menores para definição da faixa de proteção pode subestimar a APP, que será delimitada erroneamente para os grandes rios da bacia.

Aplicação de largura constante, diferenciada por sub-bacia

A partir do MDET, foram delimitadas as sub-bacias de cada uma das nove estações fluviométricas da ANA (Figura 2). O cruzamento do perfil transversal do canal com a cota de inundação máxima permitiu estabelecer a largura máxima dos canais e da faixa de preservação. Para as sub-bacias Mineração Jacunda, Piratininga, Jarú, Pimenta Bueno, Ponte Comemoração e Fazendas Expansão e Flor do Campo, foram aplicadas faixas de preservação de 100 m. Já para as demais sub-bacias, foram aplicadas faixas 200 m de preservação. Para os rios a jusante da última estação fluviométrica (Tabajara), foi considerada faixa de preservação igual à dos cursos d'água pertencentes à sub-bacia Tabajara (200 m).

O total de APPs estimado foi de 5.448 km² (7,22% da bacia). Esse valor figura entre o total de áreas estimadas a partir das faixas constantes de 100 m e 200 m, respectivamente (Tabela 2), porque uma faixa constante com 100 m foi aplicada a parte da bacia e, no restante, foi utilizada faixa com 200 m. Essa diferenciação entre sub-bacias permite adequar melhor as larguras em cada trecho. No entanto, considerar que todos os rios pertencentes a uma sub-bacia apresentam a mesma largura observada no exutório pode superestimar a APP, pois a mesma largura de APP, adequada ao ponto final da sub-bacia, será aplicada aos rios menores, de cabeceira. Os mesmos problemas identificados anteriormente, na aplicação de faixas de preservação constante, repetem-se neste método, pois, apesar de realizar a diferenciação por sub-bacias, ainda não são efetuadas diferenciações entre rios maiores e menores e, portanto, são aplicadas larguras excessivas nos rios de cabeceira.

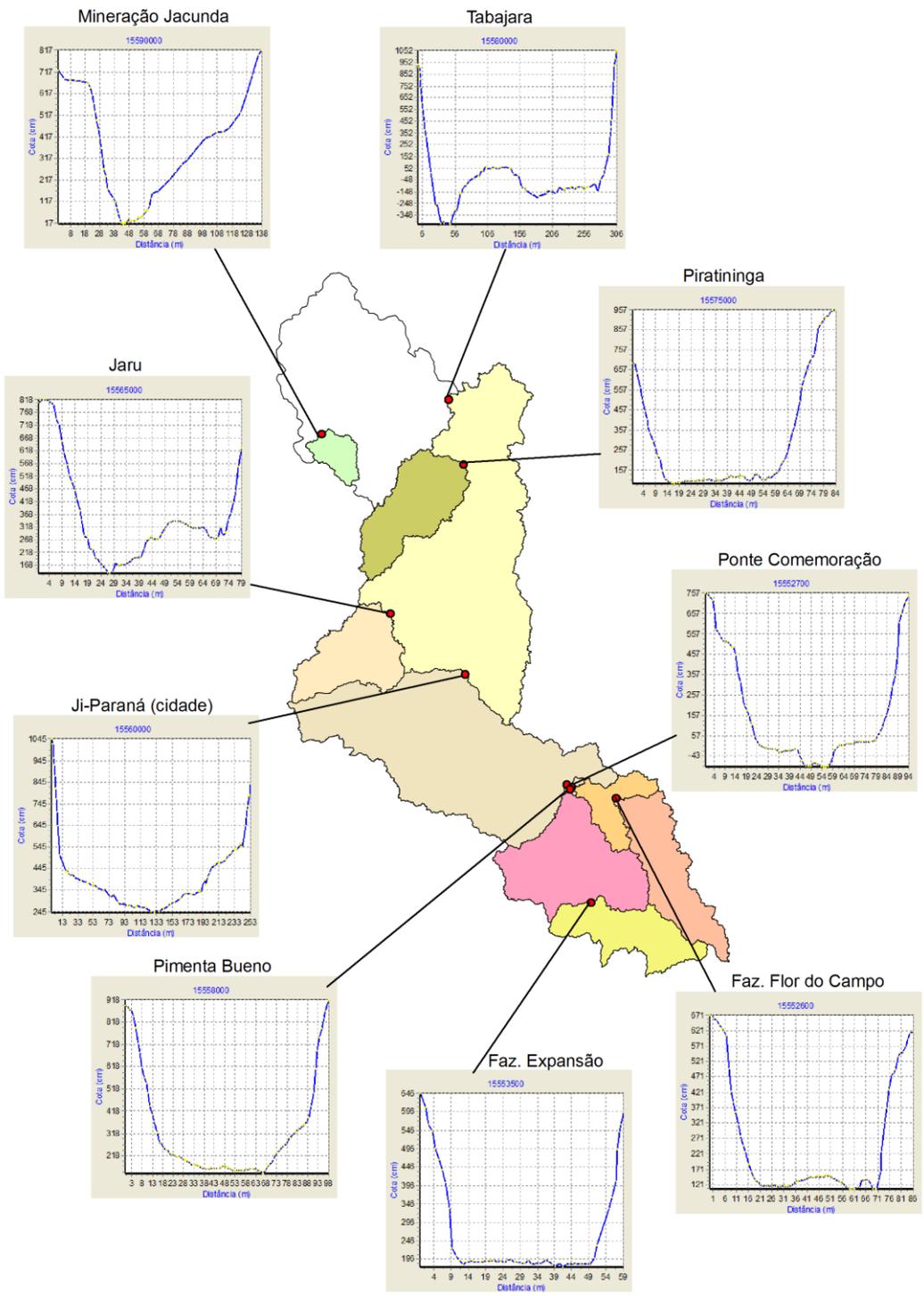


Figura 2. Perfil transversal das nove estações fluviométricas pertencentes à Bacia do Rio Ji-Paraná e suas respectivas áreas de contribuição.

Aplicação de largura variável em função da área de drenagem dos cursos d'água

Dados das nove estações fluviométricas foram utilizados para ajustar uma função de potência (*power function*) que relaciona a área de drenagem com a largura do rio. Funções de potência seguem a forma $f(x) = a * x^b$ ou, em sua forma linear, $\ln(f(x)) = b * \ln(x) + \ln(a)$. Para esta análise, os dados da estação Mineração Jacunda não foram utilizados, pois não permitiam o ajuste de uma equação significativa. No entanto, foi possível inserir na análise os dados da estação Sítio Bela Vista (código ANA 15559000; área de 16.092 m; largura de 140 m), localizada após a confluência dos rios Pimenta Bueno (estação Pimenta Bueno) e Comemoração (estação Ponte Comemoração). A estação Sítio Bela Vista não foi utilizada na análise das sub-bacias por estar muito próxima de outras duas estações fluviométricas. A equação obtida $\text{Largura(m)} = 0,747 * \text{Área(km}^2\text{)}^{0,547}$, mostrou-se significativa ($r^2 = 0,94$; f de significação = $6 * 10^{-6}$). A Figura 3 apresenta a relação obtida e os dados referentes às estações fluviométricas, com destaque para a estação Mineração Jacunda. O fato de esta estação destacar-se das demais pode significar um problema nos dados ou uma diferença na rede de drenagem dessa sub-bacia. Características geomorfológicas da região ditam a forma da rede de drenagem (comprimento dos rios e bifurcações), as quais são representadas na equação empírica. Diferenças na geomorfologia podem fazer com que uma equação, válida para uma região, não possa ser aplicada a outra. Dessa forma, não é possível obter uma única equação capaz de representar todos os cursos d'água do território nacional.

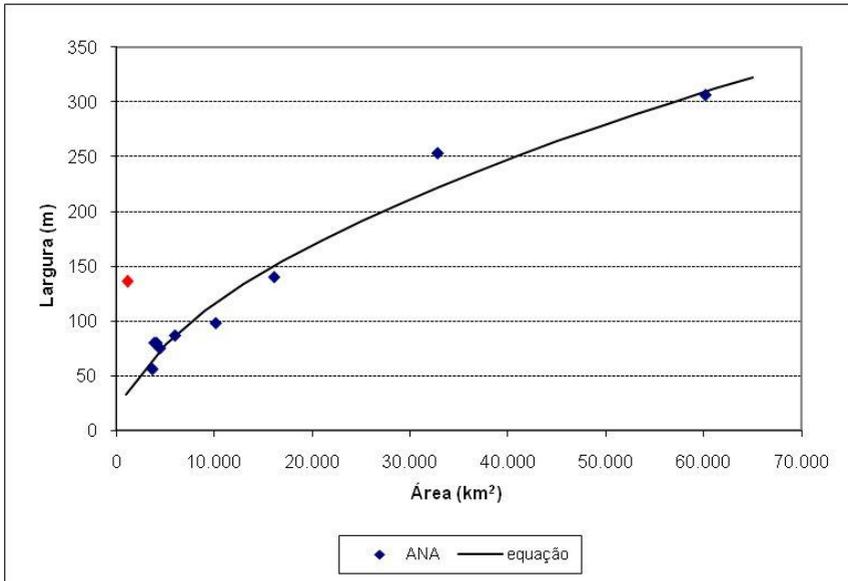


Figura 3. Relação área:largura para as estações fluviométricas presentes na bacia do Rio Ji-Paraná. Dados da estação Mineração Jacunda (ponto vermelho) não foram incluídos na análise. A regressão mostrou-se significativa.

A equação obtida foi utilizada para estimar a largura a partir da área de drenagem dos cursos d'água representados na escala 1:1.000.000. As APPs foram, então, delimitadas de forma variável, ou seja, para cada curso d'água aplicou-se uma largura de faixa de proteção distinta, de acordo com a largura do canal, resultado que difere significativamente da utilização de faixas de larguras constantes (Figura 4). O total de áreas de preservação a partir deste procedimento foi de 1.541 km² (2,04% da bacia). Como os rios na escala cartográfica utilizada são, em sua maioria, representados por linhas simples, sem área, foi também estimada a largura das APPs incluindo a superfície d'água (faixa de proteção = largura APP + ½ largura do canal), o que representaria a área indisponível para a agricultura. O total de APPs calculado dessa forma foi de 1.951 km² (2,59% da bacia). Ambas as estimativas estão muito abaixo do obtido a partir dos métodos que utilizam faixas de preservação constantes ao longo da rede de drenagem (Tabela 2). Dessa forma, a delimitação das APPs nas margens dos cursos d'água em grandes áreas deve levar em consideração a variação na largura dos canais ao longo da rede de drenagem, sob o risco de superestimar a área de preservação.

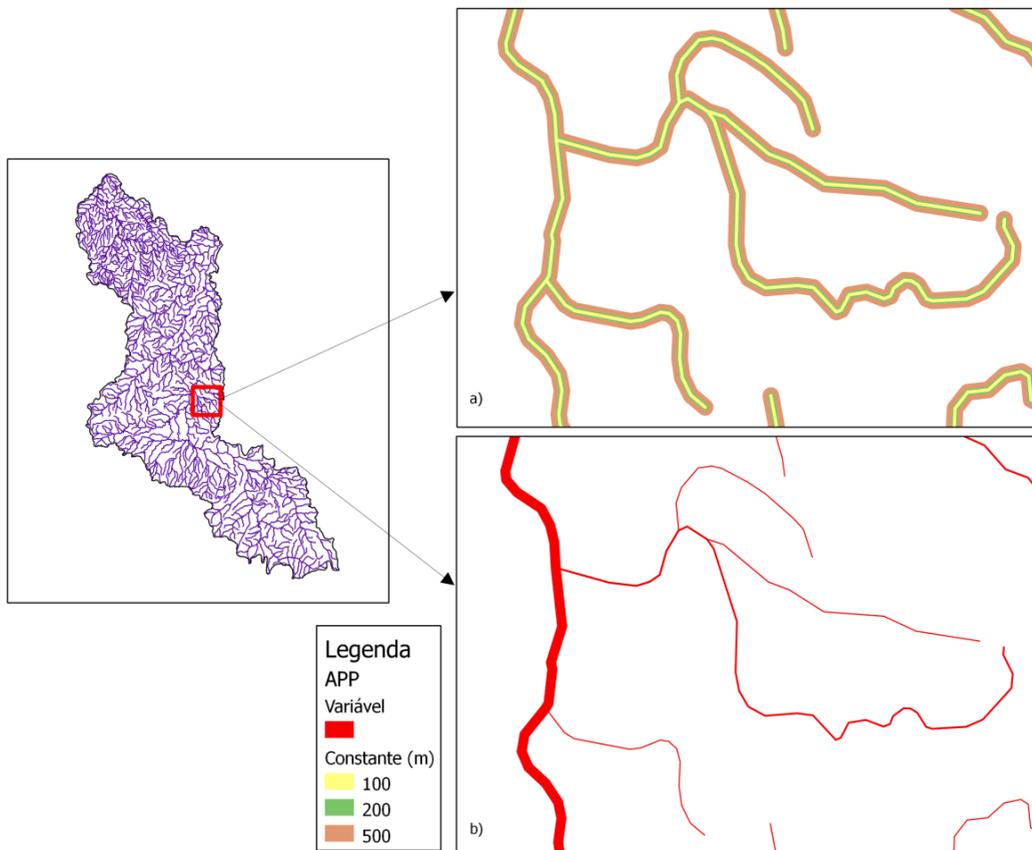


Figura 4. Detalhe das APPs nas margens dos rios: a) estimada a partir de faixas constantes de 100 m, 200 m e 500 m de largura; e b) aplicando faixa de largura variável. Enquanto para os rios maiores não apresentam grande diferença, nos cursos menores a utilização de faixas constantes superestima a área de proteção.

Assim como os métodos apresentados anteriormente, este também contém algumas limitações. A primeira diz respeito à disponibilidade de dados de estações fluviométricas, principalmente em regiões mais remotas, onde o número de estações é reduzido. Além disso, nem todas as estações presentes no banco de dados da ANA possuem registros do perfil do canal de drenagem, o que impossibilita a análise. Outra limitação está no fato de as estações serem preferencialmente posicionadas em locais mais estreitos, onde o rio geralmente não extravasa sua calha, o que pode resultar em

subestimativas da largura dos canais. Avaliações mais detalhadas, que identifiquem a largura dos canais em locais distintos, seriam necessárias para verificar a validade da equação utilizada para a estimativa da largura a partir da área de drenagem.

Conclusões

Três métodos foram testados para a delimitação das APPs nas margens dos cursos d'água para a bacia do Rio Ji-Paraná, RO. A utilização de faixas de preservação constantes ao longo de toda a rede de drenagem resultou em uma superestimativa das áreas de preservação. No caso extremo, em que foram utilizadas faixas de preservação de 500 m de largura para toda a rede hidrográfica, as APPs representaram 21% da bacia, percentual inferior ao relatado por Miranda et al. (2008) para o Estado de Rondônia.

O segundo método aplicou faixas de preservação constantes, diferenciando sub-bacias hidrográficas onde a largura do canal no exutório era conhecida. Esse procedimento apresenta um pequeno refinamento em relação ao primeiro, uma vez que diferencia a largura entre alguns dos cursos d'água. No entanto, ainda aplica aos rios de cabeceira a mesma faixa de proteção utilizada nos rios encontrados no fim das bacias, superestimando a área de preservação.

O terceiro método baseou-se nas relações empíricas existentes entre área de drenagem e largura do canal, possibilitando a variação da faixa de preservação ao longo da rede hidrográfica. Entre os métodos testados, este foi o que apresentou menor área de preservação (~3% da bacia), pois permitiu adequar a largura da faixa de preservação à dimensão do curso d'água.

Nas três avaliações realizadas, a escala cartográfica utilizada não permite representar todos os cursos d'água, o que resulta em incertezas. Nesse sentido, uma avaliação mais detalhada é necessária para diminuir as dúvidas, utilizando escalas maiores, que representem um maior número de cursos d'água e que avaliem melhor a largura dos rios nas cabeceiras. No entanto, os resultados deixam claro que é preciso diferenciar a largura das APPs ao longo da rede hidrográfica, principalmente ao fazer estimativas para

grandes áreas, sob risco de superestimativa das áreas de preservação.

A área de preservação da bacia estimada neste trabalho não representa a APP total da bacia, uma vez que não foram delimitadas as áreas de nascentes, com elevada declividade, e os topos de morro e montanha. Este trabalho serve como comparativo a outras estimativas feitas utilizando a mesma base de dados e evidencia que inferências aparentemente não significativas, como a estimativa da largura dos rios, podem resultar em grandes variações nos resultados finais. Portanto, em trabalhos que avaliem as APPs, a descrição dos procedimentos utilizados e suas justificativas devem ser apresentadas sempre, para que conclusões precipitadas não sejam tomadas.

Referências

ANA. Agência Nacional de Águas. **Base de dados georreferenciadas**. Disponível em: <www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/>. Acesso em: 22 mar. 2010.

BALLESTER, M. V. R.; VICTORIA, D. C.; KRUSCHE, A. V; COBURN, R.; VICTORIA, R. L.; RICHEY, J. E.; LOGSDON, M. G.; MAYORGA, E.; MATRICARDI, E.; A remote sensing/GIS-based physical template to understand the biogeochemistry of the Ji-Parana river basin (Western Amazonia). **Remote Sensing of Environment**, Amsterdam, v. 87, n. 4, p. 429–445, 2003.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). Resolução nº 303, de 20 mar. 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 maio 2002.

FINLAYSON, D. P.; MONTGOMERY, D. R. Modeling large-scale fluvial erosion in geographic information systems. **Geomorphology**, v. 53, n. 1-2, p. 147–164, jul. 2003.

JACOVINE, L. A. G.; CORRÊA, J. B. L.; SILVA, M. L. da; VALVERDE, S. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; COELHO, F. M. G.; PAIVA, H. N. de. Quantificação das áreas de preservação permanente e de reserva legal em propriedades da bacia do Rio Pomba-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 269-278, mar./abr. 2008.

JARVIS, A.; REUTER, H. I.; NELSON, A.; GUEVARA, E. **Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database.** Disponível em: <<http://srtm.csi.cgiar.org>>. Acesso em: 20 out. 2010.

KNIGHTON, A. D. Downstream variation in stream power. **Geomorphology**, v. 29, n. 3/4, p. 293-306, set. 1999.

KRUSCHE, A. V.; BALLESTER, M. V. R.; VICTORIA, R. L.; BERNARDES, M. C.; LEITE, N. K.; HANADA, L.; VICTORIA, D. C.; TOLEDO, A. M.; OMETTO, J. P.; MOREIRA, M. Z.; GOMES, B. M.; BOLSON, M. A.; GOUVEIA NETO, S.; BONELLI, N.; DEEGAN, L.; NEILL, C.; THOMAS, S.; AUFDENKAMPE, A. K.; RICHEY, J. E. Efeitos das mudanças do uso da terra na biogeoquímica dos corpos d'água da bacia do Rio Ji-Paraná, Rondônia. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 2, p. 197-205, 2005.

MIRANDA, E. E.; CARVALHO, C. A.; SPADOTTO, C. A.; HOTT, M. C.; OSHIRO, O. T.; HOLLER, W. A. **A Alcance territorial da legislação ambiental e indigenista.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2008. Disponível em: <<http://www.alcance.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em: 26 out. 2010.

OLIVEIRA, M. Z. de; VERONEZ, M. R.; THUM, A. B.; REINHARDT, A. O.; BARETTA, L.; VALLES, T. H. A.; ZARDO, D.; SILVEIRA, L. K da. Delimitação de Áreas de Preservação Permanente: um estudo de caso através de imagem de satélite de alta resolução associada a um sistema de informação geográfica (SIG). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos, SP: INPE, 2007. p. 4119-4128.

RASERA, M. D. F. F. L. **O papel das emissões de CO₂ para a atmosfera, em rios da Bacia do Ji-Paraná (RO), no ciclo regional do carbono.** 2005. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; OLIVEIRA, A. M. S.; GLERIANI, J. M. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 203-212, mar./abr. 2005.

SANTOS, S. B. dos, R.; ALMEIDA, A. de; DUPAS, F. A. Conflito de uso do solo nas áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço, São Lourenço/MG: uma contribuição para a preservação dos mananciais de água mineral. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos, SP: INPE, 2007. p. 4217-4224.



Monitoramento por Satélite

**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

