

# XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

## METODOLOGIA PARA DEMARCAÇÃO DE FAIXA MARGINAL DE PROTEÇÃO DE CURSO D'ÁGUA (APP DE MARGEM DE RIO) NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

*Maria Clara Xavier<sup>1</sup> & Mauro Carvalho Jr<sup>2</sup>; Magaly Vieira<sup>3</sup>; Giselle Menezes<sup>4</sup>; Guilherme Moreira<sup>5</sup>*

**Resumo** – No Rio de Janeiro, a Faixa Marginal de Proteção – FMP é um instrumento legal de proteção das áreas de preservação permanente dos cursos d'água. Atualmente a atribuição de demarcar FMP/APP nos rios fluminenses é do Instituto Estadual do Ambiente - INEA. Desde 1975 foram concluídos mais de 3.500 processos no estado, porém a metodologia adotada é pontual, sendo a demarcação iniciada quando um requerente, pessoa física ou jurídica, solicita essa demarcação em sua propriedade. Os autores estão desenvolvendo a atualização da metodologia, de modo a permitir a demarcação de FMP/APP dos rios de todo o estado em curto período, utilizando: dados hidrometeorológicos; modelo digital de terreno; mapa de cobertura vegetal e uso do solo; mapa de tipo de solos; e técnicas de geoprocessamento. A metodologia proposta está sendo testada nas bacias-piloto dos rios Bengala, Caceribu, Macaé e Mambucaba. Considerando a importância desse instrumento para o meio ambiente e a segurança da população, os autores propõem ainda que a zona ripária (calha do rio mais as faixas das duas margens) deve ter um tamanho mínimo, sem nenhuma ocupação permanente, suficiente para passagem da vazão de cheia com recorrência de 50 anos.

**Abstract** – In Rio de Janeiro, the “*Faixa Marginal de Proteção*” – FMP (River Bank Protection) is a legal instrument for permanent protection of riparian lands preservation. Today, the state environmental institute (INEA) is accountable for demarcating the FMP areas of Rio de Janeiro rivers. Since 1975, over 3,500 legal motions were finalized, however the adopted methodology is set on a case by case basis, being the demarcation initiated when the claimant, an individual or a firm, requests demarcation in his/her property. The authors are reviewing the methodology in order to shorten FMP demarcation time. The strategy is to use GIS tools to handle spatial information such as hydrometeorological data, DEM, vegetation cover and soil usage maps. The proposed methodology is being tested in four river basins, including Bengala, Caceribu, Macaé and Mambucaba rivers. Considering the importance of such legal instrument for the environment protection and the safety of the population, the authors propose that the riparian zone (which includes the channel and both sides of preservation areas) should have no permanent occupation and must have a minimum size enough for accommodating the 50-years period of the flood stretch.

**Palavras-Chave** – faixa marginal de proteção, APP de margem de rio, Código Florestal.

<sup>1</sup> Hicon Engenharia Ltda. Av. Rio Branco n° 20, 13° andar . Rio de Janeiro - RJ. CEP: 20090-000. Tel./Fax: (21) 2576-6090. [clara@hicon.com.br](mailto:clara@hicon.com.br).

<sup>2</sup> INEA-RJ. Rua Fonseca Teles n° 121 sala 815 Rio de Janeiro - RJ. CEP: 20940-200. Tel./Fax: (21) 2334-8384. [mauromedeiros.inea@gmail.com](mailto:mauromedeiros.inea@gmail.com).

<sup>3</sup> INEA-RJ. Rua Fonseca Teles n° 121 sala 815 Rio de Janeiro - RJ. CEP: 20940-200. Tel./Fax: (21) 2334-8384. [magalyvieira@hotmail.com](mailto:magalyvieira@hotmail.com).

<sup>4</sup> INEA-RJ. Rua Fonseca Teles n° 121 sala 815 Rio de Janeiro - RJ. CEP: 20940-200. Tel./Fax: (21) 2334-8384. [gfmenezes@gmail.com](mailto:gfmenezes@gmail.com).

<sup>5</sup> INEA-RJ. Rua Fonseca Teles n° 121 sala 815. Rio de Janeiro - RJ. CEP: 20940-200. Tel./Fax: (21) 2334-8384. [guilherme.inea@gmail.com](mailto:guilherme.inea@gmail.com).

## 1. INTRODUÇÃO

No Estado do Rio de Janeiro, a Faixa Marginal de Proteção – FMP é um instrumento criado pela Lei Estadual nº 650, de 11 de janeiro de 1983, que dispõe sobre a Política Estadual de Defesa e Proteção das Bacias Fluviais e Lacustres do Rio de Janeiro.

Conforme definido na Lei Estadual, a FMP é um instrumento de controle do sistema de proteção dos lagos e cursos d'água, visando à preservação do meio-ambiente e à utilização racional dos recursos naturais do Estado. Desde sua criação, em 1983, a atribuição de demarcar a FMP nos rios de competência estadual ficou a cargo da Superintendência Estadual de Rios e Lagoas – SERLA. Em 2010, essa superintendência foi extinta e substituída nessa atribuição pelo Instituto Estadual do Ambiente - INEA. Desde 1975, o Estado do Rio de Janeiro tem analisado projetos e emitido autorizações para ocupações de margens de rios e lagoas, desde que respeitadas as restrições legais, tendo sido concluídos mais de 3.500 processos até dezembro de 2010.

Na utilização desse instrumento de controle, por diversas vezes foi questionado se a FMP fluminense e a APP do Código Florestal seriam distintas ou não. Essa resposta está no Artigo 268 da Constituição Estadual de 1989, que define como áreas de preservação permanente, entre outras, as nascentes e as faixas marginais de proteção de águas superficiais. Com isso, a largura da FMP/APP a ser demarcada pelo Estado do Rio de Janeiro precisa respeitar os limites mínimos estabelecidos tanto na legislação Federal quanto na Estadual, assim como atender a outras funções previstas.

E essa tarefa não tem sido nada fácil. Pelo contrário, além dos inúmeros questionamentos políticos e econômicos que envolvem o Código Florestal como um todo e abrangem também a FMP/APP, os procedimentos técnicos adotados para sua demarcação precisam de constante atualização e possuem um forte caráter multidisciplinar, resultando numa atividade bastante complexa. Podemos afirmar, com a certeza de estar esquecendo alguma especialidade, que demarcar uma FMP/APP envolve conhecimentos de biologia, botânica, engenharia florestal, geografia, hidráulica fluvial, hidrologia, hidrogeologia, geomorfologia, pedologia, além de direito administrativo, civil e constitucional.

Este artigo pretende contribuir apresentando a metodologia em uso até o momento no Estado do Rio de Janeiro, as dificuldades técnicas encontradas e uma proposta de atualização desses procedimentos, ainda em desenvolvimento. O INEA faz a demarcação da FMP/APP também em nascentes, lagos e reservatórios, além de outros tipos de APP, porém este artigo trata exclusivamente dos cursos d'água. Por isso, a denominação FMP/APP neste texto se refere sempre à faixa marginal de proteção ou área de preservação permanente de rios, córregos e riachos.

É importante ressaltar que apesar do termo FMP/APP ser tratado aqui como único, por questão de praticidade, a FMP só passou a incorporar o arcabouço legal associado às áreas de preservação permanente com a Constituição Estadual de 1989.

## **2. QUAIS SÃO AS FUNÇÕES DA FMP/APP?**

Ainda que diversas funções da FMP/APP estivessem na intenção de seus redatores e subentendidas no Código Florestal de 1965, elas só ficaram explícitas na legislação federal 36 anos depois, na Medida Provisória nº 2166-67, de 24 de agosto de 2001.

Em 1965, quando foi instituído o Código Florestal, foi estabelecido, em seu artigo 2º, como *de preservação permanente, pelo só efeito daquela Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água, em faixa marginal cuja largura mínima...* Portanto, nessa época, a função declarada da FMP/APP era exclusivamente a proteção da vegetação natural.

Em 2001, a Medida Provisória nº 2166-67, alterou a definição de FMP/APP, que passou para *uma área protegida por lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.* Com isso, a FMP/APP deixou de ser um instrumento aplicável apenas em locais com cobertura vegetal e passou a ser aplicável a todas as margens de cursos d'água. Além disso, outras funções da FMP/APP foram explicitadas no novo texto, tais como biodiversidade e proteção do solo.

Nos 36 anos decorridos entre os dois textos federais citados, o Estado do Rio de Janeiro sentiu fortemente a necessidade de consolidar a FMP/APP como instrumento de gestão, devido à ocorrência de calamidades provocadas por inundações. Por exemplo, em fevereiro de 1988, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro ocorreu uma grande enchente, que criou uma situação de calamidade pública principalmente na Baixada Fluminense, onde ficaram 4.150 pessoas desabrigadas e 18 mortas (Porto, 2001). Como resposta, foi elaborado no mesmo ano o projeto Reconstrução Rio, que previa intervenções em toda a Baixada Fluminense e nas cidades do Rio de Janeiro e Petrópolis, com financiamento do Banco Mundial (BIRD), da Caixa Econômica Federal (CEF) e do Governo do Estado do Rio de Janeiro.

Entre os três principais objetivos do projeto Reconstrução Rio, podemos destacar: *implementar medidas preventivas de ordem física e institucional para reduzir os efeitos de futuras enchentes.* A maioria dos danos de 1988 havia sido provocada pelo extravasamento dos rios, onde as áreas marginais sem vegetação e ocupadas exerceram ao mesmo tempo os papéis de agravadores da tragédia e de vítimas da calamidade.

Certamente esse fato influenciou bastante o enfoque metodológico dado à demarcação de FMP/APP no Rio de Janeiro. A SERLA, desde 1975, estabeleceu critérios hidrológicos e hidráulicos para definir uma seção hipotética ideal para a calha fluvial, que garantiria a passagem do hidrograma de cheia sem extravasamento, contribuindo para assegurar o bem-estar e segurança das populações humanas, citado posteriormente na Medida Provisória de 2001. Na metodologia em uso, a FMP/APP é marcada a partir dessa seção ideal, conforme ilustrado na Figura 1 a seguir.

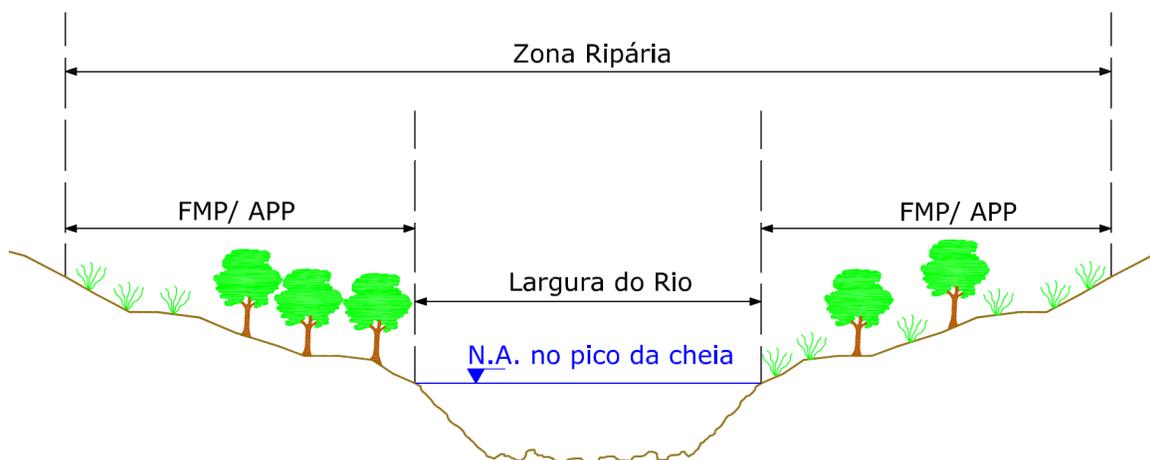


Figura 1 – Seção Hipotética Ideal e Faixa Marginal de Proteção

Além da proteção contra extravasamentos e inundações evitando diretamente perda de vidas humanas e danos materiais, a FMP/APP exerce muitas outras funções, principalmente quando a faixa está coberta por vegetação, nativa ou não.

A presença dessa cobertura vegetal na margem do rio pode contribuir para: aumento do tempo de concentração das águas superficiais, amortecendo os picos de vazão durante as cheias; preservação da morfologia fluvial, funcionando como camada protetora da estabilidade dos taludes fluviais e de redução da velocidade de escoamento no curso d'água; redução parcial do aporte de sedimentos, diminuindo o risco de assoreamento dos leitos fluviais; fornecimento de alimento e proteção do *habitat* para fauna aquática; manutenção de corredores ecológicos, preservando espécies terrestres características de matas ripárias; retenção de nutrientes oriundos de atividade agrícola e outros poluentes, funcionando como um filtro para qualidade da água; interceptação de escombros rochosos, através da presença de árvores que funcionem como uma barreira; criação de paisagens agradáveis e áreas de lazer; sombreamento do curso d'água, regulando a temperatura da água.

Como parte do projeto de Atualização da Metodologia de Demarcação de FMP/APP, em desenvolvimento, foi realizada uma revisão bibliográfica (Hicon/INEA, 2011a) que permitiu identificar vários trabalhos publicados sobre o assunto. Os mais interessantes tratam do nível de eficiência de determinada vegetação ripária, localizada na margem dos rios, em função de sua largura. Através de bacias experimentais ou modelagem matemática, foi pesquisada a largura mais eficiente para a vegetação ripária exercer determinada função.

No entanto, para preservar a vegetação ripária existente ou permitir sua regeneração, precisamos antes demarcar a FMP/APP.

### 3. METODOLOGIA EM USO

A metodologia em uso pelo INEA para demarcação de FMP/APP consiste em seis passos, que são iniciados quando um requerente, pessoa física ou jurídica, apresenta uma solicitação para essa demarcação em sua propriedade.

O 1º passo é a **localização e identificação preliminar da área e dos cursos d'água** através do cruzamento de informações de fotos aéreas, imagens de satélite e bases cartográficas na melhor escala possível. No momento, a única base cartográfica que abrange completamente a área de todo o estado está na escala 1:50.000, no entanto outras bases produzidas por instituições municipais também são usadas para identificação dos cursos d'água existentes na área de interesse. Vale ressaltar que o INEA já dispõe de ortofotos na escala 1:25.000 que estão sendo restituídas, de modo que provavelmente no prazo de um ano haverá uma cartografia nessa escala para todo o estado. Durante essa atividade são identificados, em base cartográfica, os pontos de referência para cálculo de vazão e definição da seção de projeto.

O 2º passo é uma **vistoria do local** para verificação das informações levantadas preliminarmente e observações em campo. Durante a vistoria é preenchida pelos analistas ambientais uma ficha, que contém a localização georreferenciada das áreas de interesse, informações sobre as características do entorno e dos cursos d'água existentes, além de memorial fotográfico. Esta ficha é de extrema importância para elaboração do parecer técnico dos analistas responsáveis pela demarcação da FMP/APP.

O 3º passo é a **delimitação da área de contribuição** da bacia hidrográfica até o ponto de interesse do curso d'água. Esse ponto, denominado exutório, é a seção transversal referente ao local no qual está sendo solicitada a demarcação da FMP. Nesse passo é utilizada a melhor base cartográfica disponível para a região, que pode ser na escala 1:2.000, 1:5.000, 1:10.000 ou 1:50.000. Além da área de drenagem, são levantados outros parâmetros morfométricos utilizados no cálculo da vazão do corpo hídrico, tal como declividade média do curso d'água até o exutório. As

bacias são delimitadas de forma manual com o auxílio do programa ArcGIS, no qual são gerados e armazenados os arquivos no formato shape file.

O 4º passo é o **cálculo da vazão de referência**. Quando o ponto de interesse se localiza em um curso d'água com estações e dados fluviométricos disponíveis, são analisadas as séries históricas de vazões máximas anuais e realizados ajustes de distribuições de probabilidade, com posterior transferência dos resultados. A vazão de referência é calculada admitindo-se um tempo de recorrência (TR) de 10 anos.

Em bacias hidrográficas com carência de dados fluviométricos, são utilizados métodos de transformação chuva-vazão. Para uma área de drenagem menor ou igual a 2 km<sup>2</sup> é utilizado o método racional para a determinação da vazão máxima. Para áreas maiores é utilizado o método do Hidrograma Unitário (HU) do Soil Conservation Service - SCS. Na seleção do coeficiente de escoamento (runoff) ou do curva número (CN) a ser adotado são consultadas imagens de satélite da área de contribuição até o ponto de interesse.

Vale lembrar que o porte das áreas de drenagem dos cursos d'água do estado do Rio de Janeiro é inferior a 2.200 km<sup>2</sup> e, portanto, os métodos citados são aplicáveis. As únicas exceções são três afluentes (Pomba, Muriaé, Dois Rios) e o próprio Paraíba do Sul, além do rio Itabapoana, mas esses rios dispõem de dados fluviométricos.

O 5º Passo é o **cálculo da seção hipotética ideal**. A partir da vazão de referência calculada anteriormente e de informações sobre a seção transversal do curso d'água no local de interesse, fornecida pelo requerente ou estimada com base na vistoria, é definida uma seção hidráulica ideal para o escoamento satisfatório da vazão de referência. Cabe ressaltar que a seção ideal aqui mencionada não tem como fim um dimensionamento hidráulico para projeto, sendo seu objetivo exclusivo a demarcação da FMP/APP. Quando existe levantamento topobatimétrico da seção do rio no local de interesse o mesmo é usado preferencialmente.

O 6º Passo é a **demarcação da FMP/APP propriamente dita**. A largura superficial da seção hipotética ideal é admitida como sendo a largura do rio em seu nível mais alto, conforme ilustrado na Figura 1. A largura da FMP/APP é finalmente demarcada em planta georreferenciada, para ambas as margens do curso d'água, a partir da seção hipotética ideal ou de um levantamento topobatimétrico, quando existente. Por critério adotado pelo INEA, a largura superficial da seção hipotética não deve ser inferior à largura de superfície obtida de levantamento topobatimétrico ou estimada durante a vistoria de campo.

#### 4. DIFICULDADES ENCONTRADAS

Como fica evidente pela descrição anterior, a metodologia em uso para demarcação de FMP/APP é bastante detalhada do ponto de vista hidrológico e hidráulico. Sua aplicação demanda razoável tempo e esforço dos técnicos responsáveis. Até dezembro de 2010, o estado já havia emitido mais de 3.500 autorizações, no entanto, o resultado é pontual, pois se refere apenas ao local de interesse do requerente.

Uma grande dificuldade é gerada pela própria legislação federal e estadual. Do ponto de vista do requerente que solicitou a demarcação da FMP/APP, a faixa significa impossibilidade de aproveitamento de sua propriedade, por isso larguras maiores que os valores mínimos legais precisam ser muito justificadas pelos técnicos. Mas os limites mínimos definidos na legislação resultam numa descontinuidade na faixa demarcada. Por exemplo, se a largura do rio for de 9,9 m, a largura da FMP/APP pode ser de 30,0 m, mas se a largura do rio for de 10,0 m, a FMP/APP deve ter, no mínimo, 50,0 m. Da mesma forma, se a largura do rio for de 49,9 m, a largura da FMP/APP pode ser de 30,0 m, mas se a largura do rio for de 50,0 a FMP/APP deve ter no mínimo 100,0 m. Essa descontinuidade resulta em muitos questionamentos dos requerentes.

Aliás, além das preocupações sobre a preservação do meio ambiente, o técnico responsável pela demarcação da FMP/APP sofre constantes pressões antagônicas relativas à população em geral. De um lado, uma largura maior da faixa pode proteger o cidadão do risco das inundações e de erosões na margem do rio, com perda parcial ou total de seu imóvel e até de sua vida. Por outro lado, essa mesma largura pode ocupar um percentual muito grande de uma determinada área e inviabilizar o uso previsto, seja atividade agrícola, industrial, comercial ou residencial. Uma situação mais delicada ainda surge quando a área já está ocupada e o requerente pretende apenas regularizar sua situação. Esse conflito entre a maior segurança e o menor custo econômico é constante e nem sempre é compreendido pelo cidadão requerente, que se sente frequentemente prejudicado.

No dia a dia, a grande maioria dos requerimentos para demarcação de FMP/APP está relacionada com as áreas urbanas, nas quais essas dificuldades são ampliadas. Demarcar a FMP/APP obedecendo aos limites mínimos exigidos pela legislação em áreas já densamente ocupadas de nossas cidades fluminenses é uma atividade muito complexa. O número de edificações de todo tipo existentes dentro da FMP/APP é tão grande, que provavelmente não existe nenhum tipo de atividade urbana sem uma edificação irregular. Além de prédios residenciais, comerciais e industriais dentro da FMP/APP, existem escolas, postos de saúde, fórum de justiça, e até um prédio da secretaria de meio ambiente de um município. Nosso estado será o único nessa condição?

Nesse sentido, o Decreto Estadual 42.356 de 2010 busca nortear a demarcação em áreas urbanas consolidadas, mas seus critérios são bastante rígidos e sua aplicação requer um conhecimento abrangente da área de interesse.

Para o projeto de Atualização da Metodologia de Demarcação de FMP/APP, foram selecionadas quatro bacias hidrográficas como áreas piloto para aplicação das mudanças propostas. Nessas bacias, as áreas urbanas representam parcelas relativamente pequenas da área total. Na bacia do rio Caceribu, a mais ocupada, a área urbana corresponde a 10,4% dos 815 km<sup>2</sup> da bacia. A bacia do rio Bengala, também bastante ocupada, tem 9,3% de área urbana em 190 km<sup>2</sup>. Apesar da intensa atividade econômica relacionada com o petróleo, a área urbanizada da bacia do rio Macaé é apenas 2,1% da área total de 1765 km<sup>2</sup>. A Figura 2, abaixo, mostra a localização das bacias selecionadas como áreas-piloto e o mapa de uso do solo do estado.

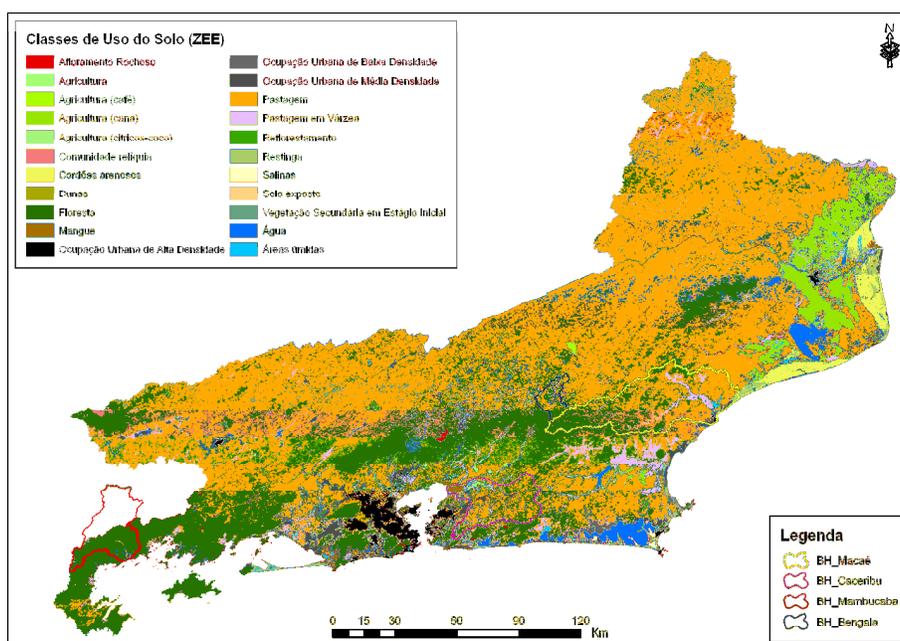


Figura 2: Bacias-piloto do projeto de Atualização de Metodologia de Demarcação de FMP, marcadas sobre o mapa de uso de solo do estado do Rio de Janeiro.

Esses percentuais mostram que, com exceção da densamente ocupada Região Metropolitana da Cidade do Rio de Janeiro, apesar de ser muito maior o número de requerimentos para demarcação das faixas de FMP/APP nas áreas urbanas, em termos de preservação do meio ambiente existe um ganho muito grande na demarcação de FMP/APP nas áreas rurais, que não pode ser desconsiderado.

Outra dificuldade que não pode ser esquecida está relacionada com os processos naturais de alteração da calha fluvial. Em projeto P&D da Usina Termelétrica Norte Fluminense na bacia do rio

Macaé, foram identificados diversos sinais de processo erosivo nas calhas de seus principais cursos d'água (Ecologus/Hicon, 2011). Nos últimos anos, o leito fluvial do próprio rio Macaé sofreu uma alteração significativa em seus meandros, como pode ser visto na Figura 3, a seguir.



Figura 3 – Alteração Recente da Morfologia do Rio Macaé.

A comparação das duas imagens mostra que, num período de apenas sete anos, o leito do rio Macaé sofreu uma alteração acentuada, não somente de suas margens, mas também do seu eixo longitudinal. Por mais detalhados que fossem os cálculos hidrológicos e hidráulicos para demarcação da FMP/APP, uma modificação tão grande dificilmente seria prevista. Além disso, essa alteração morfológica natural exigiria a revisão da faixa georreferenciada e emitida para o requerente, que é um instrumento legal.

## 5. ATUALIZAÇÃO METODOLÓGICA PROPOSTA

Em artigo apresentado na revista *Agroanalysis* da FGV, Miranda *et al.* (2008), pesquisadores da EMBRAPA Monitoramento por Satélite, declararam que existem três grandes dificuldades para mapear e quantificar as áreas de preservação permanente vinculadas à hidrografia.

A primeira é a inexistência de mapeamento homogêneo e detalhado da rede hidrográfica do Brasil, principalmente na Amazônia. A segunda dificuldade é a Resolução 303/2002 do CONAMA, que estabelece como área ocupada pelo rio, para cálculo de sua largura, não o leito inundado de forma permanente, mas a faixa inundável “a partir do nível mais alto”, que é definido pela mesma resolução como o “nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d'água perene ou intermitente”. A terceira dificuldade é o ajuste das faixas marginais, caso a caso. Pela legislação ambiental, a essa área inundável deve-se agregar uma faixa marginal variável de 30 a 500 m de cada lado, em função da largura da área da cheia máxima, também considerada como APP. Isso

implicaria dispor de uma base de dados capaz de estabelecer, de forma precisa, essas diversas categorias para todos os segmentos dos cursos d'água, já que a largura pode ser variável ao longo do trajeto.

No intuito de contribuir para minimizar as dificuldades encontradas até o momento, está sendo proposta uma atualização metodológica para demarcação de FMP/APP, que está fundamentada em alguns princípios listados a seguir.

1. No momento em que a alteração do Código Florestal está em debate a nível nacional, a metodologia proposta precisa ser capaz de absorver com facilidade as eventuais alterações nos limites legais para FMP/APP.
2. Reconhecendo as dimensões continentais e os diversos biomas do nosso país, não existe nenhuma pretensão de que a metodologia proposta possa ser aplicada de forma generalizada em outras regiões brasileiras. Pretende-se apenas obter uma metodologia atualizada e adequada às bacias hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro.
3. Considerando que as áreas de preservação permanente de margens de rios representam os maiores percentuais no total das APPs previstas no Código Florestal, a proposta deve ser possível de ser aplicada com rapidez a todos os cursos d'água fluminenses, contribuindo com eficácia para a preservação do meio ambiente e o bem-estar e segurança da população.
4. O caráter multidisciplinar da FMP/APP existe desde a sua criação, no Código Florestal de 1965, que definiu como de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios (questão biótica), mas estabeleceu a largura mínima da faixa de vegetação a ser preservada com base na largura do curso d'água (conceito físico/hidrológico). A metodologia proposta deve ser capaz de absorver a maior quantidade de informação possível sobre diversos temas em respeito ao caráter multidisciplinar da FMP/APP, tendo como base os conceitos hidrológicos e ecológicos.

Segundo Tucci (2002), a variabilidade das condições hidrológicas é um processo estocástico no tempo e no espaço, que depende da combinação de vários fatores como: precipitação; evapotranspiração; relevo; geologia; geomorfologia; solos; cobertura vegetal e uso do solo; e atividades antrópicas sobre o sistema fluvial. Esse grande conjunto de fatores transforma a estimativa das variáveis hidrológicas num problema complexo dependente das estatísticas de valores conhecidos.

Mendes & Cirilo (2001) enfatizam que uma característica única dos recursos hídricos é a grande variabilidade espacial de suas propriedades. Em geral, amostras destas propriedades são coletadas pontualmente no terreno sendo então assumido, através de uma análise estatística, que elas têm uma distribuição uniforme numa dada área. O problema desta abordagem é que a natureza

apresenta uma complexa distribuição espacial destas propriedades, sendo necessário o uso desta informação distribuída no espaço para permitir uma representação mais realista do meio ambiente.

A metodologia aqui proposta está baseada na utilização de técnicas de geoprocessamento para demarcação da FMP/APP. Geoprocessamento pode ser definido, segundo Teixeira & Christofolletti (1997), como a tecnologia que abrange o conjunto de procedimentos de entrada, manipulação, armazenamento e análise de dados espacialmente referenciados. Na metodologia proposta, o geoprocessamento não é considerado como uma solução milagrosa para a falta de dados fluviométricos básicos, mas como uma ferramenta de apropriação das informações disponíveis e de apoio na definição de prioridades quanto a novos levantamentos e ampliação da rede de monitoramento dos recursos hídricos.

O uso de técnicas de geoprocessamento, em especial do modelo digital do terreno, permite a apropriação das informações sobre o relevo das bacias estreitamente relacionadas com as variáveis hidrológicas e sua distribuição espacial. Essas informações não são pontuais, como os postos hidrometeorológicos, e estão disponíveis para todas as bacias e sub-bacias independente do tamanho da área de contribuição (Xavier, 2007).

Com a utilização do geoprocessamento como inovação metodológica, a demarcação de FMP/APP no Rio de Janeiro será realizada em duas etapas distintas.

Na primeira etapa, a FMP/APP será demarcada em um ambiente SIG abrangendo todos os cursos d'água da bacia hidrográfica, com base em critérios de hidrologia e hidráulica fluvial. Para isso, serão utilizadas as seguintes informações: modelo digital de terreno; mapas de informações hidrológicas e pluviométricas; mapa de uso do solo e cobertura vegetal; mapa de tipo de solos; mapa geomorfológico; mapa das unidades de conservação. Obviamente, os resultados das larguras das faixas deverão respeitar a legislação federal e estadual vigente.

Como conclusão dessa primeira etapa, os limites de FMP/APP de toda a bacia ficarão disponíveis no INEA para consulta.

Numa segunda etapa, a partir da solicitação de demarcação por um requerente (pessoa física ou jurídica), ocorrerá uma verificação da demarcação da FMP/APP com base em observações locais obtidas numa vistoria, para confirmação da faixa demarcada na primeira etapa ou identificação de eventuais aspectos que configurem uma exceção.

Como resultado, o requerente receberá uma autorização/certidão ambiental, com as condicionantes e observações a serem cumpridas e atentadas pelo requerente.

## 6. GEOPROCESSAMENTO NA GERAÇÃO AUTOMÁTICA DE INFORMAÇÕES

Os procedimentos descritos a seguir foram realizados para as quatro bacias piloto. Inicialmente, foram inseridas em um ambiente SIG as diversas camadas de dados a serem utilizadas na demarcação das FMP/APP. Nas atividades de geoprocessamento, foi utilizado o software ArcGIS versão 9.3 com licença ArcInfo, e para algumas edições o software AutoCAD. As extensões Spatial Analyst e 3D Analyst foram bastante empregadas.

O material cartográfico básico utilizado foi a restituição planialtimétrica em meio digital, elaborada pelo IBGE e compilada pelo INEA, na escala 1:50.000 com curvas de nível equidistantes de vinte metros e pontos cotados, disponível para todo Estado do Rio de Janeiro. Uma parte da hidrografia precisou ser atualizada, pois diversos rios de baixada foram retificados depois da data dessa restituição aerofotogramétrica. Para isso, foram utilizadas as ortofotos recentes na escala 1:25.000, cuja restituição está em andamento.

Em relação aos arquivos vetoriais, foram inseridos a altimetria (curvas de nível e pontos cotados) e a hidrografia. As isolinhas (curvas de nível) foram previamente tratadas, o que permitiu a geração de um Modelo Digital de Terreno (MDT) específico para cada bacia piloto. Considerando a escala 1:50.000 da base cartográfica, o valor atribuído ao tamanho da célula do raster foi de 30 m.

A delimitação das áreas de contribuição a cada ponto de interesse dos cursos d'água foi automatizada, com o auxílio das funções constantes da extensão Spatial Analyst denominada Hydrology. Nas áreas mais planas, de declividade muito baixa, não foi possível realizar o cálculo automático da área de drenagem, porque a base cartográfica nessa escala não tem detalhamento de informação suficiente.

Outra informação diretamente relacionada com o escoamento superficial das águas precipitadas na bacia é a declividade do terreno, pois quanto maior a declividade do terreno, menor a infiltração e maior o escoamento superficial. Por isso, foram gerados, de forma automática, mapas de classes de relevo em função da declividade do terreno, conforme classificação definida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. A partir dos mapas de declividade foi possível automatizar o cálculo da declividade média na área de contribuição para qualquer ponto de interesse do curso d'água.

O perfil longitudinal de um curso d'água é uma forma de caracterizar a declividade do rio ao longo de todo seu percurso, assim como os pontos de mudança de declividade. A declividade média do curso d'água é usada no cálculo do tempo de concentração das águas pluviais até o exutório da bacia, que por sua vez é um parâmetro muito utilizado na estimativa das vazões máximas. Já a declividade de um determinado trecho do curso d'água é um fator importante na avaliação da velocidade de escoamento nesse trecho.

Considerando sua relevância, foram obtidos os perfis longitudinais dos cursos d'água principais de cada bacia piloto, e de todos os seus afluentes diretos, utilizando o MDT, mas optou-se por extrair os perfis considerando a hidrografia atualizada a partir das ortofotos, e não as linhas de fluxo geradas automaticamente, por causa dos trechos retificados dos cursos d'água principais, que não são compatíveis com o relevo.

O coeficiente de escoamento, também chamado de coeficiente de runoff ou coeficiente de deflúvio, é definido como a razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado. Existem na literatura técnica, diversos valores ou faixas de coeficientes de escoamento sugeridos, de acordo principalmente com a cobertura vegetal e o uso do solo, para serem utilizados no método racional, que será aplicado em áreas de até 2 km<sup>2</sup>. Considerando a classificação de uso do solo adotada no mapeamento do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) realizado para todo o território do Estado do Rio de Janeiro, foram apropriados valores do coeficiente de escoamento para cada classe de uso do solo. Com isso, foi possível gerar um mapa de coeficiente de deflúvio para todo o estado.

No método do hidrograma unitário do SCS, utilizado para áreas maiores que 2 km<sup>2</sup> sem dados fluviométricos disponíveis, o parâmetro Curva Número (CN) depende de vários fatores como uso e tipo de solo, umidade precedente e grau de saturação do solo.

O SCS agrupou os solos com base na premissa de que os perfis de solo com características semelhantes (espessura, textura, conteúdo de matéria orgânica, estrutura e expansão) respondem de forma semelhante a uma chuva de grande duração e intensidade. Os quatro grupos estabelecidos podem ser definidos como: A (baixo potencial de escoamento); B (moderado potencial de escoamento); C (alto potencial de escoamento) e D (muito alto potencial de escoamento). Lombardi Neto *et al.* (1989) propuseram uma adaptação da classificação americana às características dos solos brasileiros e Sartori *et al.* (2005) fizeram uma extensão dessa classificação hidrológica, utilizando dados do Estado de São Paulo, que pode ser aplicada em todo Brasil, com exceção de regiões muito úmidas ou muito secas, como o Nordeste, o Pantanal e a Amazônia.

Como o mapa de solos disponível para o Rio de Janeiro é oriundo da EMBRAPA e sua nomenclatura corresponde ao novo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, a classificação de Sartori *et al.* mostrou-se adequada, pois define o grupo hidrológico de cada tipo de solo segundo esse sistema. Com isso, foi possível gerar um mapa de grupo hidrológico dos solos para todo o estado.

Admitindo uma condição média de umidade antecedente, os mapas de grupo hidrológico do solo e de cobertura vegetal e uso do solo permitiram a associação de um CN para cada célula do

SIG. Como resultado, foi gerado um mapa de valores de CN para todo o estado. A Figura 4, abaixo, apresenta, como exemplo, o mapa dos valores de Curva Número para a bacia do rio Caceribu.

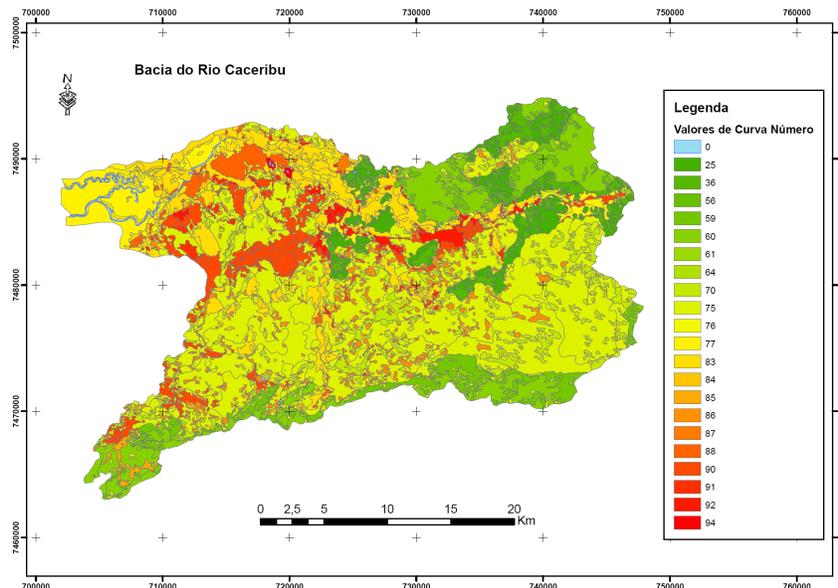


Figura 4 – Mapa dos valores de Curva Número da bacia do rio Caceribu.

## 7. FASE ATUAL DO PROJETO

Com relação à obtenção das vazões máximas nos cursos d'água, o projeto de Atualização da Metodologia de Demarcação da FMP/APP está numa fase de validação. Por exemplo, as vazões máximas simuladas com os dados oriundos do geoprocessamento estão sendo comparadas com vazões registradas em postos fluviométricos, ou obtidas em estudos anteriores pontuais mais detalhados.

Na legislação vigente, e também no Projeto de Lei aprovado pela Câmara dos Deputados em maio de 2011, a largura mínima da FMP/APP é estabelecida com base na largura da linha d'água na seção transversal do curso d'água. E a faixa é demarcada a partir do ponto desse nível d'água na margem (vide Figura 1). Nesse momento, estão sendo estudados procedimentos que permitam inferir a largura do curso d'água, durante o escoamento de determinada vazão, sem a necessidade do levantamento topobatimétrico de seções transversais do curso d'água, nas áreas rurais.

Em áreas urbanas ou mais antropizadas, onde os rios estão retificados e/ou revestidos e as margens ocupadas, o conhecimento das seções torna-se importante, pois as condições naturais de relevo e morfologia fluvial não existem mais.

No Projeto de Lei, a largura mínima da faixa é demarcada *desde a borda da calha do leito regular*. E no mesmo texto, leito regular é definido com sendo *a calha por onde correm regularmente as águas do curso d'água durante o ano*. Do ponto de vista hidrológico, essa

definição carece de uma associação com a permanência ou a recorrência de determinada vazão de escoamento. É a vazão média de longo período ou a vazão média de cheia?

Em fevereiro de 2011, a Secretaria de Biodiversidade e Florestas do MMA emitiu um relatório de inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na região serrana do Rio de Janeiro, com o título “Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco – O que uma coisa tem a ver com a outra?”. Entre outras, o estudo concluiu que *se a faixa de 30 metros em cada margem (60 metros no total) considerada APP ao longo dos cursos d’água estivesse livre para a passagem da água, bem como, se as áreas com elevada inclinação e os topos de morros, monte, montanhas e serras estivessem livres da ocupação e intervenções inadequadas, como determina o Código Florestal, os efeitos da chuva teriam sido significativamente menores.*

Independente do texto final do Código Florestal em revisão, a metodologia proposta para demarcação de FMP/APP no Estado do Rio de Janeiro também não pode abandonar sua principal preocupação em mais de 3.500 autorizações em margens de rio: a segurança da população.

Vamos denominar de zona ripária a calha formada pelo rio e mais as FMP/APP das duas margens, conforme apresentado anteriormente na Figura 1. Independente da permanência ou recorrência da vazão considerada para definir a largura do rio, e independente também das larguras mínimas estabelecidas para as FMP/APP nas duas margens, a zona ripária deve ter um tamanho mínimo, sem nenhuma ocupação permanente, suficiente para passagem da vazão de cheia com recorrência de 50 anos.

É claro que essa condição nem sempre poderá ser respeitada, principalmente em áreas muito planas, mas as áreas de exceção podem ser mapeadas e tratadas de forma diversa, sem comprometimento da idéia geral.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao INEA – Instituto do Ambiente do Rio de Janeiro, em especial à GEHFO – Gerência de Hidrologia, Hidráulica, Faixas Marginais e Outorga.

À UTE Norte Fluminense, em especial à Assessoria de Meio Ambiente & Comunicação.

## **BIBLIOGRARIA**

ECOLOGUS, HICON, UTE NORTE FLUMINENSE (2011). “*Projeto P&D – Assoreamento de Cursos d’Água – Impactos à Geração Termelétrica e Medidas Mitigadoras – O Caso do Rio Macaé*”. Relatório Final. Junho de 2011.

HICON (2011a). “*Revisão bibliográfica sobre zonas ripárias*”. Desenvolvimento de Metodologia para Demarcação das Faixas Marginais de Proteção no Estado do Rio de Janeiro. Nota Técnica INEA 008/2011. Março/2011.

HICON (2011b). “*Proposta de Atualização da Metodologia*”. Desenvolvimento de Metodologia para Demarcação das Faixas Marginais de Proteção no Estado do Rio de Janeiro. Nota Técnica INEA 009/2011. Abril/2011.

LOMBARDI NETO, F.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; GALETI, P. A.; BERTOLINI, D.; LEPSCH, I. F.; OLIVEIRA, J.B. (1989). “*Nova abordagem para cálculo de espaçamento entre terraços*” in Anais do Simpósio sobre terraceamento agrícola. Campinas. Fundação Cargill. p. 99-124.

MENDES, C. A. B., CIRILO, J. A. (2001). “*Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípios, integração e aplicação*”. ABRH, 536 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (2011). “*Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco - O que uma coisa tem a ver com a outra?*”. Relatório de Inspeção. Área atingida pela tragédia das chuvas - Região Serrana do Rio de Janeiro. Secretaria de Biodiversidade e Florestas.

MIRANDA, E. E., OSHIRO, O. T., VICTORIA, D. C., TORRESAN, F. E., CARVALHO, C. A. (2008). “*O alcance da legislação ambiental e territorial*”. AgroAnalysis, FGV. Disponível em: [http://www.agroanalysis.com.br/especiais\\_detalle.php?idEspecial=35&ordem=2](http://www.agroanalysis.com.br/especiais_detalle.php?idEspecial=35&ordem=2).

PORTO, H. R. L. (2001). “*Saneamento e Cidadania: Trajetórias e efeitos das políticas públicas de saneamento na Baixada Fluminense*”. Dissertação de Mestrado em Planejamento Urbano e Regional. IPPUR-UFRJ.

SARTORI, A., LOMBARDI NETO, F., GENOVEZ, A. M. (2005). “*Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação*”. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.10, n. 4, p. 5 - 18.

TEIXEIRA, A. L. A., CHRISTOFOLETTI, A. (1997). “*Sistemas de Informação Geográfica: Dicionário Ilustrado*”. HUCITEC – São Paulo, 244 p.

TUCCI, C. E. M. (2002). “*Regionalização de Vazões*”. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS. Agência Nacional de Águas e Agência Nacional de Energia Elétrica.

XAVIER, M. C. R. (2007). “*Estudo da Distribuição Espacial de Vazões na Gestão dos Recursos Hídricos*”. Dissertação de Mestrado. Engenharia Ambiental. Centro de Tecnologia e Ciências. Faculdade de Engenharia. Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente. UERJ-RJ.