

## XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

# METODOLOGIA E CRITÉRIOS TÉCNICOS PARA PRIORIZAÇÃO EM MACROESCALA DE ÁREAS PARA RECUPERAÇÃO FLORESTAL VISANDO A PRODUÇÃO HÍDRICA

*Eduardo Mariano Neto*<sup>1</sup>; *Evanildo Pereira de Lima*<sup>2</sup>; *Terencio Aguiar Junior*<sup>3</sup> & *Lafayette Dantas da Luz*<sup>3</sup>

**RESUMO** – Neste artigo são apresentadas as bases metodológicas empregadas para a priorização espacial de áreas para recuperação, baseado no potencial de produção hídrica, em escala de bacia hidrográfica. Estas regiões foram definidas como preferenciais para desenvolvimento do “Projeto de Reabilitação Florestal de Áreas de Proteção Permanente do Rio Joanes e Rio Jacuípe - Região Metropolitana de Salvador – BA”, o qual tem por objetivo a reabilitação da vegetação nativa no entorno de 100 nascentes e de 100 hectares de áreas marginais dos referidos rios. Estes são contribuintes diretos aos reservatórios das barragens Joanes I e II e Santa Helena, que integram o sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana de Salvador.

**ABSTRACT**– This paper presents the methodological bases used for the spatial prioritization of restoration areas based on the water production potential at the basin scale. These regions were defined as preferential for the development of the "Forest Rehabilitation Project for Permanent Protected Areas of Joanes and Jacuípe Rivers - Metropolitan Region of Salvador - BA", which aims to rehabilitate native vegetation around 100 springs and of 100 hectares of marginal areas of these rivers. These are direct contributors to the reservoirs of the Joanes I and II and Santa Helena dams, which are part of the water supply system of the Metropolitan Region of Salvador.

**Palavras-Chave** – Restauração ecológica. Reflorestamento. Produção hídrica.

## INTRODUÇÃO

As ações humanas têm alterado o ciclo hidrológico global de forma mais contundente, ou em escala temporal mais imediata, do que as mudanças ambientais naturais. Isso ocorre em função de inúmeras intervenções, como a forma do uso e ocupação dos solos e, marcadamente, pela construção e operação de centenas de milhares de barragens e abstrações hídricas (Lehner et al., 2011). Com isso, tais ações têm alterado significativamente os processos fluviais, levando ao comprometimento das funções dos ecossistemas fluviais e seus serviços, e à redução da biodiversidade.

Locais com concentração populacional e de atividades agrícolas e/ou industriais, impõem demandas hídricas que para seu atendimento dependem das águas acumuladas nas bacias à montante,

1 ) Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, (71)32836528, [marianon@gmail.com](mailto:marianon@gmail.com)

2 ) Empresa Baiana de Águas e Saneamento, (71) 3373-5231, [evanildo.lima@embasa.ba.gov.br](mailto:evanildo.lima@embasa.ba.gov.br)

3) Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, (071) 3282-9792, [terenciojunior@gmail.com](mailto:terenciojunior@gmail.com), [lluz@ufba.br](mailto:lluz@ufba.br)

as quais irão definir a quantidade e qualidade daí disponível. Localidades específicas e suas bacias à montante e à jusante, constituem um mesmo sistema que deve ser entendido na sua integridade quando se pensa em produção hídrica. Para tal produção, as condições de infiltração da água nos solos, de percolação e conseqüente recarga dos aquíferos, que normalmente ocorre em regiões mais elevadas das bacias hidrográficas, tem na presença de florestas um fator particularmente importante nesse processo (Lima et al., 2013). Tambosi *et al.* (2015) nos apresenta uma análise das funções eco-hidrológicas (e também dos efeitos do Código Florestal) das florestas em diferentes elementos da paisagem: topos de morro, encostas, áreas ripária e intervalas. Florestas nos topos de morros interceptam a água da chuva, ao mesmo tempo que a cobertura do dossel e a presença de serapilheira protegem o solo do impacto direto das gotas das chuvas, impedindo a erosão, a lixiviação e a compactação do solo (Giambelluca, 2002; Lima et al., 2013; Sayer, 2006). Também, atuam controlando o volume do escoamento superficial pelas encostas, o que significa maior estabilidade e menores riscos de deslizamentos ou escorregamentos de massa (Silva et al., 2011). O estado de desenvolvimento e as condições das florestas são determinantes para que haja maior interceptação de chuva e infiltração efetiva de águas pluviais no solo (Ferraz et al., 2014). Florestas com dossel denso, presença de sub-bosques e alto teor de matéria orgânica no solo são características de florestas com maior capacidade de infiltração da água no solo (Lima et al., 2013). Por outro lado, florestas degradadas, têm reduzida ou perdem esse potencial, com o que aumenta o escoamento superficial e o potencial erosivo das chuvas. A presença de florestas nativas são, então, associadas com a regulação e produção hídrica e as condições de qualidade dessas águas (Neary *et al.*, 2009), desempenhando diversas funções eco-hidrológicas adicionais, como o controle da erosão e aporte de sedimentos. O controle de sedimentos e matéria orgânica influencia fortemente os parâmetros físicos e químicos dos cursos d'água (Lima et al., 2013). Ainda mais relevante é que o papel das florestas no desempenho dessas funções, depende da posição que elas ocupam no relevo, como aqueles destacados acima, apontados por Tambosi *et al.* (2015).

O Código Florestal Brasileiro (Lei Federal n.12.561/12), define duas principais áreas de conservação: as Áreas de Preservação Permanente (APP) e as Reservas Legais (RL). APP são definidas para a proteção, dentre outros, das florestas em topos de morro, em encostas íngremes e ao longo de cursos d'água. As Reservas Legais (RL), legislam sobre a proteção de florestas nos intervalas. O Código tem sido objeto de controvérsias, tendo sido recentemente modificado, levando à redução na extensão de vegetação nativa a ser conservada em propriedades privadas, além de anistiar desmatamentos realizados anteriormente a 2008. Neste momento, novas tentativas de novas reduções estão em curso por parlamentares ligados ao agronegócio. Para alguns autores essas modificações enfraquecem seu papel na proteção das florestas, com conseqüências na proteção dos recursos hídricos (Tundisi, 2014; Casatti, 2010).

Mesmo com as diretrizes do Código consideradas restritas sob o ponto de vista da produção de água e da garantia da sua qualidade, estas têm sido consideradas nos esforços para a recuperação florestal em Projeto voltado para áreas das bacias dos rios Joanes e Jacuípe, mananciais que abastecem em parte o sistema da Região Metropolitana de Salvador.

### **Sobre o “Projeto de Reabilitação Florestal de Áreas de Proteção Permanente do Rio Joanes e Rio Jacuípe - Região Metropolitana de Salvador – BA”**

O presente artigo apresenta elementos metodológicos empregados em fase de desenvolvimento do “Projeto de Reabilitação Florestal de Áreas de Proteção Permanente do Rio Joanes e Rio Jacuípe - Região Metropolitana de Salvador – BA”, o qual tem por objetivo a reabilitação da vegetação nativa no entorno de 100 nascentes e de 100 hectares de áreas marginais dos referidos rios. Estes são contribuintes diretos aos reservatórios das barragens Joanes I e II e Santa Helena, hoje responsáveis por 38% do abastecimento de água da Região Metropolitana de Salvador. O apoio financeiro tem origem no Fundo Nacional de Meio Ambiente (FNMA) e o Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal (FSA CAIXA), via iniciativa da EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento, executora do Projeto.

Para o alcance do objetivo principal do projeto, de melhoria da oferta e qualidade de água da RMS foram estabelecidas três metas, a saber: META 1 - Mobilização para seleção de pequenos proprietários rurais dos dez municípios, devendo resultar no cadastro de 300 propriedades rurais no CAR/CEFIR; META 2 - Elaboração e implementação de 10 projetos de recuperação de áreas de preservação permanente dos imóveis rurais beneficiados e monitoramento do processo de recuperação das áreas; META 3 - Elaboração de um plano regional de pagamento por serviços ambientais (PSA).

Docentes da Universidade Federal da Bahia assumiram o encargo da elaboração dos projetos indicados na Meta 2, em parceria com a EMBASA e a FEP-Fundação Escola Politécnica. A execução desta atividade, pela equipe da UFBA/FEP, vem compreendendo as etapas: contatos com os representantes das comunidades, reuniões para preparação da oficina na comunidade, oficinas de trabalho sobre a comunidade e o projeto, visitas técnicas para definição da implementação do projeto, e elaboração dos projetos para as comunidades.

Os trabalhos do projeto foram realizados em duas etapas, uma primeira onde foi feita uma priorização espacial multiescalar de toda a bacia e uma segunda, onde, a partir da definição de áreas prioritárias, estas foram visitadas *in loco* para a realização de avaliações socioambientais. Desta segunda etapa resultaram os diagnósticos específicos, assim como os projetos de educação ambiental crítica e as propostas de ações de recuperação ambiental no que se refere à revegetação.

A etapa de priorização, descrita neste artigo, foi realizada no intuito de identificar as regiões mais importantes para a produção de água e que apresentassem os melhores cenários para a

recuperação ambiental. A partir da priorização nesta escala mais ampla, e dentro das regiões prioritárias, foram consideradas na escala local as áreas contendo comunidades rurais que aceitassem o projeto e se comprometessem com sua manutenção em longo prazo. Esta etapa de prospecção da aceitação e compromisso foi realizada tanto através de contatos com lideranças e representantes das comunidades e nas visitas aos locais, quanto nas reuniões da Unidade Gestora do Projeto, onde participam os referidos representantes.

As avaliações locais para a produção dos projetos de Educação Ambiental Crítica e Recuperação Ambiental foram feitas através de visitas *in loco*, nas comunidades levantadas na etapa anterior. Nestas visitas, as equipes de campo se reuniram com as comunidades para descrever as ações do projeto e tirar dúvidas. Foram levantadas as principais questões ambientais, avaliadas as situações atuais das áreas de preservação permanente – APPs, de nascentes e margens de rios, tanto em relação à qualidade e cobertura do solo da área como um todo, quanto das condições hidroecológicas de diversos trechos de rios e nascentes. Em campo, foram registradas as coordenadas geográficas de pontos e de áreas vistoriadas com potenciais para receberem ações de recuperação ambiental. A partir deste material foram construídos mapas contendo a localização das áreas a serem recuperadas, assim como um diagnóstico das condições locais e um plano de recuperação, contendo as ações necessárias para a finalidade desejada.

Neste artigo são apresentadas as bases concebidas e consideradas para a priorização espacial na escala da bacia, visando identificação das regiões que teriam preferência para desenvolvimento do Projeto, porém ainda alinhado a demais critérios definidos no edital do FNMA, especialmente quanto ao limite no tamanho das propriedades de no máximo quatro módulos rurais.

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DESENVOLVIDOS**

A grande extensão das bacias hidrográficas consideradas neste Projeto e os impactos dos principais problemas ambientais que atualmente se verificam nos rios Joanes e Jacuípe, assim como a heterogeneidade das áreas das bacias para a produção de águas, e o elevado custo de restauração de áreas degradadas, levaram a ser necessário realizar uma priorização das áreas para receberem as ações de recuperação ambiental. Para tanto se fez necessária a realização de um diagnóstico regional e posteriormente, num processo participativo, selecionar os critérios para priorização das ações.

As bacias hidrográficas dos rios Joanes e Jacuípe ocupam grande extensão territorial, superpondo-se com 18 municípios distribuídos em cerca de 6.975 Km<sup>2</sup>, próximas a grandes centros urbanos e de um complexo petroquímico. Dentre os problemas ambientais encontrados nas bacias de interesse observa-se: a) ocorrência ampla e difusa de processos erosivos e o assoreamento de calhas de rios e de reservatórios de água usados no abastecimento; b) O lançamento de efluentes industriais e domésticos não tratados nesses corpos de água, o que tem gerado inclusive a floração exagerada de

cianobactérias e crescimento demasiado de macrófitas, impactando negativamente a qualidade das águas; c) atividades agrícolas, ocupações irregulares e o desmatamento de áreas de preservação permanente (APP).

Dado o elevado custo para restaurar áreas degradadas, especialmente em margens de rios, tem-se a necessidade de se realizar uma priorização das áreas para receberem as ações, e desta maneira, de se elencar de critérios exclusivamente técnicos para seleção de áreas naturais. Desta maneira, busca-se garantir que as áreas escolhidas tenham maior aderência aos objetivos e metas do projeto e aos critérios estabelecidos no próprio edital do FSA CAIXA/FNMA.

A seguir apresentamos os critérios e métodos usados para a priorização, em múltiplas escalas, das áreas a serem recuperadas, assim como o mapa gerado por esse processo de priorização. Com base nesta priorização, espacialmente localizada, foi feita a seleção de 10 áreas para receberem as ações de recuperação florestal de nascentes e APP das bacias dos rios Joanes e Jacuípe.

Para produção do mapa de áreas prioritárias, inicialmente buscou-se avaliar alguns critérios em uma escala mais ampla (macroescala) que estão diretamente relacionados à produção e à manutenção da quantidade e qualidade da água. Estes critérios foram utilizados para a seleção de regiões dentro da área total de abrangência do projeto, que compreende as bacias dos rios Joanes e Jacuípe. Dentro destas regiões selecionadas, a priorização incluiu uma análise da paisagem (mesoescala), avaliando a qualidade e quantidade da vegetação presente. Estes fatores estão relacionados à facilitação dos processos de recuperação e estabilidade ecológica da floresta implantada no médio e longo prazo. E por fim, para a seleção das áreas naturais no interior das propriedades rurais (escala local), onde as ações de planejamento e recuperação serão efetivamente executadas, os critérios irão envolver a aceitação do projeto pelos proprietários rurais que possuam área inferior a quatro módulos fiscais de modo ser enquadrados como agricultores familiares como também o potencial organizacional local, além da qualidade da área a ser restaurada. Este potencial organizacional está relacionado à presença de organizações representativas do público beneficiário do projeto (Associações, Cooperativas, Grupos de trabalho coletivo, grupo informal e etc.), onde haja um breve entendimento e envolvimento com as questões de preservação e educação ambiental, bem como práticas e experiências ambientais. Este processo de priorização multiescalar permite uma grande economia de tempo e recursos, pois utiliza, nas escalas mais amplas, ferramentas baseadas em informações geográficas e imagens de satélite. Isto reduz substancialmente a abrangência do território de procura pelas áreas contidas no interior das propriedades rurais familiares, que serão as unidades que efetivamente vão receber as ações do projeto.

#### **a) Diagnóstico geral da cobertura vegetal das bacias dos rios Joanes e Jacuípe**

O diagnóstico foi feito através de visitas a campo, análises de imagens aéreas e mapeamentos do uso e ocupação dos solos das regiões abarcadas pelo projeto. Com esse material foi possível fazer



uma avaliação tipos de vegetação encontrados nas bacias dos rios Joanes e Jacuípe, assim como detectar alguns dos principais vetores de degradação e ameaça a cobertura florestal remanescente. Também foi possível diagnosticar parte da flora e identificar situações que podem favorecer processos de regeneração e recuperação de áreas degradadas.

As bacias dos rios Joanes e Jacuípe estão inseridas no domínio da Mata Atlântica, atualmente ocupada pelas malhas urbanas de diversos municípios da região metropolitana de Salvador (figura 1). A maior parte da área encontra-se ocupada com agricultura ou pecuária, havendo também algumas áreas de plantios de eucalipto.

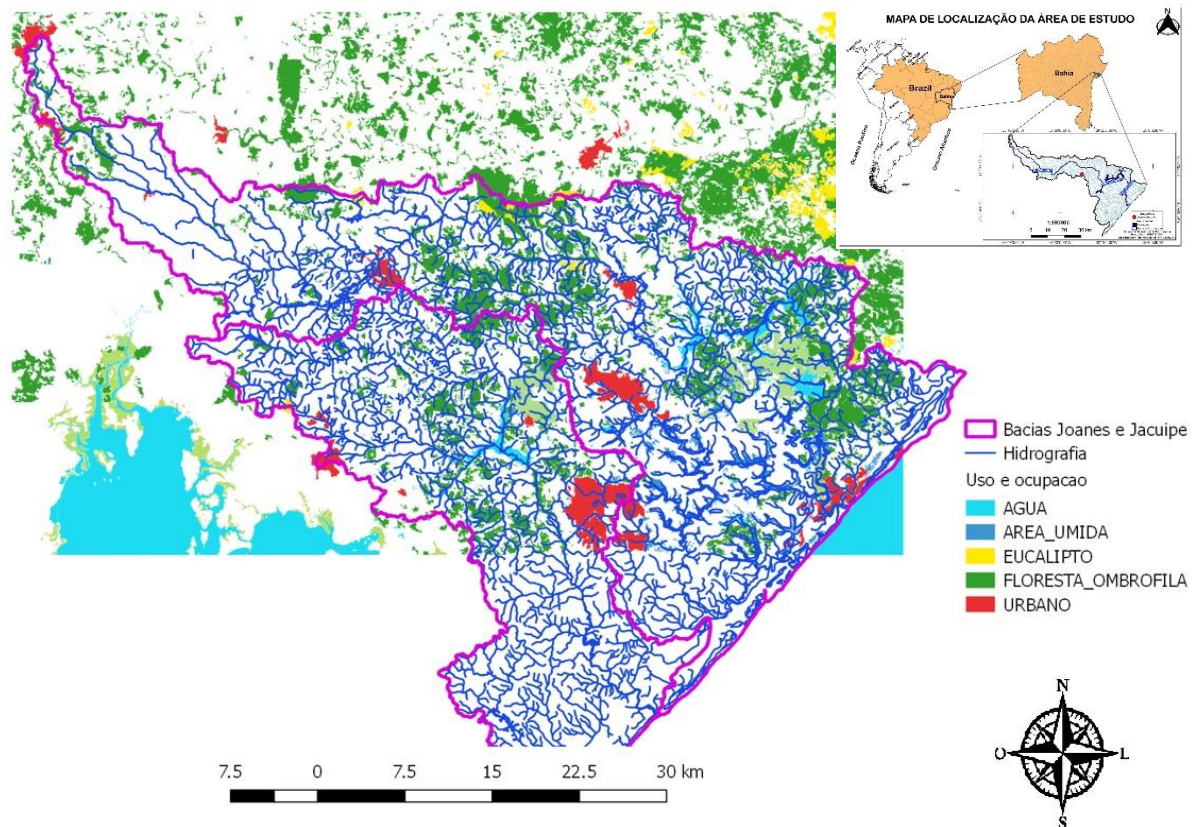


Figura 1. Mapeamento da rede hidrográfica e o uso e cobertura da terra da região das Bacias dos Rios Joanes e Jacuípe, Bahia. Com destaque para a representação das áreas urbanas, plantios de eucalipto e áreas ocupadas pela agropecuária. Fonte do Mapeamento: INEMA.

Florestas em diferentes estádios de regeneração, associadas a áreas úmidas e formações litorâneas compõem o conjunto de vegetações nativas (figura 2). **Em relação às florestas, em sua maioria, apresentam-se em estágio inicial e médio de regeneração, indicando o intenso nível de impacto sobre os remanescentes.** Encontram-se em pequenos fragmentos, geralmente isolados nas paisagens e nas porções mais altas dos terrenos. São poucas as florestas ripárias ocupando atualmente as margens dos rios. Atualmente tem-se também a expansão da malha urbana como fator de pressão sobre os fragmentos de floresta remanescentes, especialmente junto aos núcleos urbanos de Camaçari, Dias D'Ávila, Simões Filho e algumas localidades do município de Mata de São Joao. Além da

pressão próxima aos núcleos urbanos, atividades agrícolas consolidadas ocupam grande parte da área, incluindo as áreas de APP de matas ciliares e nascentes. Próximas a áreas de pastagem e cana de açúcar, especialmente, as florestas remanescentes sofrem pressões de fogo, desmatamentos irregulares, além da pressão por retirada de madeira e lenha.

As regiões mais próximas ao litoral apresentam um conjunto de áreas úmidas, associadas a relevos planos, nas proximidades das drenagens. Em sua maioria estas áreas hoje encontram-se bastante antropizadas, ocupadas pela pecuária e, de maneira geral, sem nenhuma mata ciliar. Por localizarem-se nas áreas de depósito dos rios, recebem a enorme carga de sedimentos vindos da região. Processo intensificado pela avançada ocupação a montante, especialmente com pastagens que conta com pouca ou nenhuma técnica de conservação do solo. Devido ao forte assoreamento, estas áreas encontram-se cobertas por vegetação dominada por taboas (*Tipha* sp.) além de gramíneas, ciperáceas e juncáceas, indicadoras de áreas antropizadas.

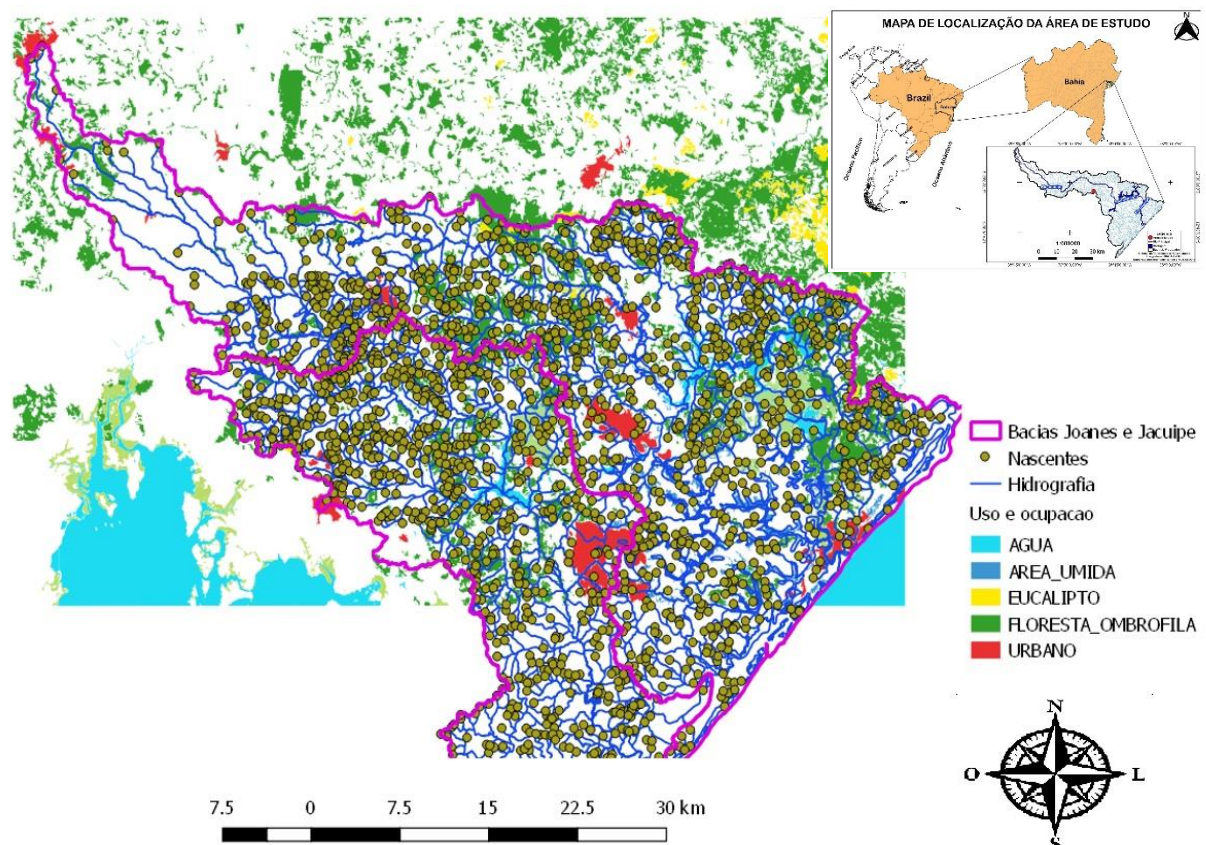


Figura 2. Uso e ocupação do solo, rede hidrográfica e localização de nascentes nas Bacias dos rios Joanes e Jacuípe, Bahia. Fonte do Mapeamento: INEMA.

Um grande número de nascentes é encontrado dentro das bacias dos dois rios, associadas aos diferentes tipos de uso e ocupação do solo (figura 2). Um adensamento maior encontra-se na porção central da bacia, associado a um conjunto de pequenas serras nos municípios de Camaçari e Dias D'Ávila. As distribuições das nascentes, assim como da rede hidrográfica, conferem importância diferenciada à algumas regiões das bacias dos dois rios, especialmente em relação a produção de água



para a bacia. A **densidade de nascentes** foi utilizada no projeto para priorização das ações de educação ambiental e restauração do projeto.

Contrastando a rede hidrográfica com a atual cobertura é possível avaliar o montante de áreas de preservação permanente da margem de rios que, atualmente, ainda apresenta cobertura com matas ciliares (figura 3). Também é possível avaliar quais regiões apresentam o déficit de APPs florestadas.

## b) Descrição dos critérios ambientais adotados

O projeto tem como objetivos elaborar propostas de atividades de educação ambiental crítica e de projetos de restauração nas áreas das bacias, e para tanto foi necessária a elaboração de critérios e de formas de priorização das ações visando atender aos objetivos. As características físicas de precipitação, hidrogeomorfologia, número de nascentes, associado a um diagnóstico da ocupação da bacia, incluindo as comunidades rurais e o estado da cobertura vegetal, foram usados para elaborar os critérios e métodos de priorização.

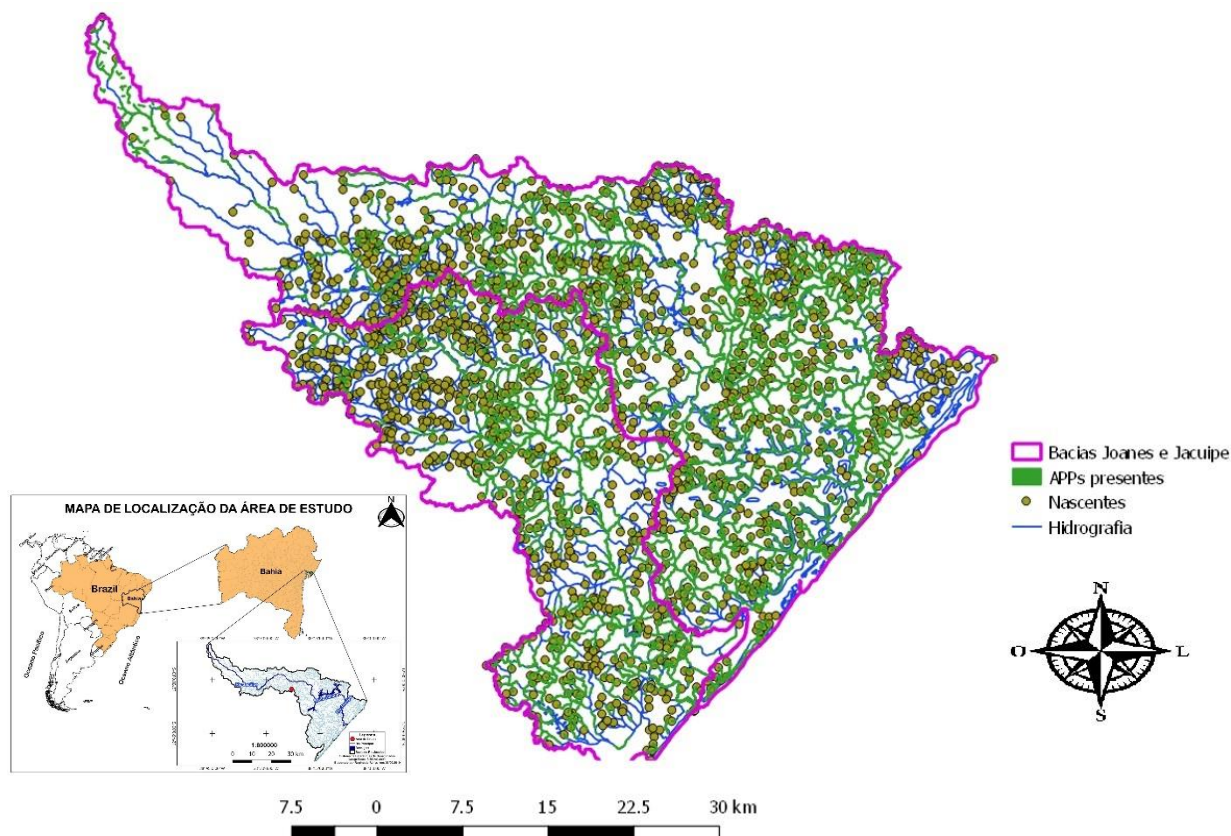


Figura 3. Hidrografia em azul e as margens de rios cobertas com matas ciliares em verde, nas Bacias dos rios Joanes e Jacuípe, Bahia. Fonte do Mapeamento: INEMA.

Para a construção dos métodos, foram realizadas algumas rodadas de sugestões de critérios, incluindo os diversos participantes do projeto: EMBASA, SEMA/INEMA, INCRA, UFBA. Durante as reuniões foram trazidos diversos elementos da *expertise* dos participantes, além das informações



obtidas durante as visitas a campo pelas equipes do projeto. Conforme mencionado no início deste item 3, foram adotados diferentes critérios e em diferentes escalas espaciais:

- **critérios em macroescala**, diretamente relacionados à produção e manutenção da quantidade e qualidade da água;

- **critérios de mesoescala**, envolvendo uma análise da paisagem visando avaliar a qualidade e quantidade da vegetação presente, o que se relaciona à facilitação dos processos de recuperação, efetividade e menor custo; e

- **critérios em escala local**, para a seleção das áreas onde as ações de planejamento e recuperação serão efetivamente executadas, envolvendo as possibilidades de perenização das ações, o que depende da aceitação do projeto pelos proprietários, do potencial organizacional local, além da qualidade da área a ser restaurada.

Tais critérios são descritos a seguir.

I) Critérios de seleção de áreas em macroescala

No presente trabalho entende-se a paisagem em macroescala a nível de uma bacia hidrográfica, sendo no presente estudo as Bacias hidrográficas dos rios Joanes e Jacuípe. O processo de priorização na macroescala compreende as seguintes etapas:

i. Definição da área total a ser analisada;

ii. Definição do tamanho de unidades menores de trabalho que serão efetivamente classificadas;

iii. Seleção das características a serem usadas na classificação e dos níveis que estas variáveis podem assumir e, por fim,

iv. Qual peso que cada variável terá no processo de avaliação da área total.

Este processo faz com que cada unidade menor receba uma nota baseada no nível de cada característica considerada e no peso da mesma, através de um algoritmo simples. As unidades com as maiores notas são então selecionadas e apresentadas em destaque no mapa. Vale lembrar que estas unidades serão, depois, analisadas usando variáveis de mesoescala, escala de uma microbacia e posteriormente da escala local, ou seja, ao nível do imóvel rural, para a definição de onde serão executadas as ações.

A região toda foi dividida em hexágonos de 1 km de lado. Este tamanho de unidade permitiu usar os diferentes dados espaciais disponíveis, incluindo as variáveis físicas de solo, pluviosidade, hidrologia, relevo, e densidade de imóveis. Dentre os critérios selecionados pela equipe, envolvidos na produção de água, diversos deles são autocorrelacionados (redundantes) no espaço e estão todos correlacionados com a própria densidade de nascentes. Esta variável, então, sintetiza este conjunto de características com pouca perda de informação, além de ser um reflexo direto da importância do local para a produção de águas. Como esta variável congrega informações de hidrologia, relevo e

precipitação e está diretamente relacionada à produção da água, foco do projeto da Embasa com a Caixa, ela recebeu o maior peso do processo de priorização, sendo essa metodologia melhor descrita nos itens que seguem. Foram estabelecidas três categorias de densidades de nascentes/km<sup>2</sup>, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Categorias do critério “Densidade de Nascentes”

| Número de nascentes / Km <sup>2</sup> | Densidade de nascentes |
|---------------------------------------|------------------------|
| 0                                     | Baixa                  |
| 1 a 5                                 | Média                  |
| > 5                                   | Alta                   |

Obs: 1km<sup>2</sup> = 100 ha

A existência de cobertura vegetal nas proximidades foi elencada como critério em macroescala para a seleção de áreas. O percentual de cobertura florestal na paisagem é uma variável que está fortemente relacionada à resiliência natural da vegetação e com sua capacidade de autorregeneração; desta forma, esta variável vegetação também entrou no processo de classificação. Como uma parte das bacias dos rios fica dentro de algumas áreas urbanas consolidadas, que vai de encontro inclusive aos critérios do edital no FNMA/FSA CAIXA que estabeleceu que as áreas naturais devem estar situadas em áreas exclusivamente rurais, por isso foi decidido que um dos critérios seria a existência de baixa densidade de imóveis, obtendo uma maior nota aquela área com mais baixa densidade de imóveis e construções diversas.

Os critérios de seleção em macroescala foram usados para gerar a priorização de cada hexágono usando-se a Equação 1 a seguir:

$$\text{Prioridade} = (\text{número de nascentes}) \times (5) + (\text{percentual de florestas}) \times (3) + (\text{número de imóveis}) \times (-1) \quad (1)$$

Desta forma, as áreas com mais nascentes tem maior peso, seguidas da existência de floresta no entorno e as áreas com maiores adensamentos de imóveis (urbanas) com valores menores na priorização.

## II) Critérios de seleção de áreas em mesoescala

Em mesoescala entende-se a paisagem contida em uma microbacia e no entorno imediato de um imóvel rural que tem potencial para receber as ações. Foram definidas algumas variáveis relativas à manutenção da conectividade estrutural da vegetação (possibilidade de continuidade física ou proximidade com núcleos de florestas com boas condições ecológicas). A conectividade de fragmentos florestais está relacionada à dispersão de sementes e animais e, assim, ao fluxo gênico entre espécies da flora e da fauna. Essa conexão de fragmentos também facilita o processo de recuperação das áreas degradadas e aumenta as possibilidades para produção de água. Foram definidas como classes para o potencial de conectividade as categorias indicadas na Tabela 2.

Tabela 2. Categorias do critério “Potencial de Conectividade”

| <b>Distância entre os fragmentos florestais</b> | <b>Potencial de conectividade</b> |
|---|-----------------------------------|
| > 1000 metros                                   | Baixa                             |
| 500 a 1000 metros                               | Média                             |
| < 500 metros                                    | Alta                              |

Além da conectividade, também foi considerado, na mesoescala o tamanho do fragmento de floresta próximo às áreas, nos critérios de seleção. Baseado na realidade dos fragmentos existentes na região do projeto, a Tabela 3 apresenta as categorias correspondentes.

Tabela 3. Categorias do critério “Tamanho do Fragmento Florestal”

| <b>Tamanho do fragmento florestal</b> | <b>Qualidade ambiental</b> |
|---------------------------------------|----------------------------|
| < 50 hectares                         | Baixa                      |
| 50 a 100 hectares                     | Média                      |
| > 100 hectares                        | Alta                       |

A qualidade do fragmento tem a ver com seu histórico de uso e perturbações. Um aspecto é o estágio de regeneração da vegetação. Para o presente projeto está sendo considerada a classificação do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA dos estágios sucessionais (RESOLUÇÃO CONAMA nº 33, de 7/12/1994), outros são relacionados à integridade e à existência de grupos ecológicos de plantas (seres mais aparentes), como árvores de grande porte, pertencentes às espécies climáticas e produtoras de frutos atratores da fauna, epífitas, ervas de sub-bosque. Essa qualidade da área está ainda associada às condições de resiliência da mesma, o que significa que tem condições de voltar a contribuir em um prazo mais curto, com funcionamento das comunidades bióticas e para manutenção da qualidade hídrica do sistema (ciclo da água). Quanto maior a qualidade, maior o potencial de regeneração da mesma e menos intervenções antrópicas serão necessárias. As categorias aqui adotadas de qualidade da área são indicadas na Tabela 4.

Tabela 4. Categorias do critério baseado em: Cobertura do Solo, Processos Erosivos, Grau de Escoamento Superficial, Perda de Solo, e Presença de Fauna.

| <b>Crítérios Ambientais</b>  | <b>Qualidade ambiental</b> |
|--|----------------------------|
| Ausência de cobertura do solo<br>Criticidade erosiva (voçorocas)<br>Alta taxa de escoamento superficial<br>Alta perda de solo<br>Ausência de fauna | Baixa                      |

|   |       |
|---|-------|
| Presença de cobertura de solo (pastagem e/ou capoeira)<br>Médios processos erosivos (presença de ravinas)<br>Média taxa de escoamento superficial<br>Início de perda de solo<br>Pouca presença de fauna | Média |
| Presença de cobertura de solo (florestas secundárias)<br>Ausência de processos erosivos<br>Ausência de perda de solo<br>Presença de fauna   | Alta  |

O tamanho da área a ser restaurada é a área contínua na propriedade ou propriedades rurais, que necessita/necessitam de ações de restauração previstas nesse projeto. Quanto maior for essa área restaurada, maiores serão as chances de recuperação de comunidades funcionais, por isso os potenciais variam de baixo a alto para os critérios indicados na Tabela 5.

Tabela 5. Categorias do critério “Tamanho do Fragmento a ser florestado”.

| Tamanho do Fragmento a ser florestado | Potencial |
|---------------------------------------|-----------|
| < 1 hectare                           | Baixo     |
| 1 a 10 hectares                       | Médio     |
| > 10 hectares                         | Alto      |

### III) Critérios de seleção de áreas em microescala

Em escala local serão avaliadas as possibilidades de instalação do projeto de restauração, relativos a estrutura organizacional existente e as possibilidades de aceitação do projeto e perenização das áreas recuperadas. Estas informações estão sendo obtidas através das visitas em campo, porém também serão obtidas após as visitas às comunidades durante a fase de cadastramento dos imóveis no CEFIR. Além destas características, a qualidade das áreas a serem recuperadas, em relação ao histórico de perturbações e o esforço ou custo necessário para recuperar também serão utilizados como critérios para priorização. Por fim, o tamanho da área que pode ser recuperada também será usado como critério para priorização. Nesse contexto de microescala, saliente-se que essas questões organizacionais são de difícil mensuração e espacialização em mapa. Assim, para a definição final dos critérios e das informações a considerar, o apoio dos representantes dos municípios e comunidades na Unidade Gestora do Projeto será essencial, tendo em vista que os mesmos detém ou obtém informações locais mais precisas. Para essas variáveis sociais e organizacionais, consideraremos basicamente:

**Presença de Estrutura Organizacional:** Estrutura organizacional está relacionada com a presença de organizações representativas do público beneficiário do projeto (Associações, Cooperativas, Grupos de Lideranças e etc.), onde nessas organizações haja um breve entendimento



com as questões de preservação e educação ambiental, bem como práticas e experiências com preservação e educação ambiental. As áreas serão classificadas como:

**Baixo Potencial Organizacional:** Ausência de Organizações (Associações, Cooperativas, Grupo de Líderes e etc.) + Pouco ou Baixo Conhecimento em relação à Preservação e Educação Ambiental + Ausência de experiências e Práticas com preservação e educação ambiental.

**Médio Potencial Organizacional:** Presença de Organizações + Pouco ou Baixo Conhecimento em relação à Preservação e Educação Ambiental + Presença de tímidas experiências e práticas com preservação e educação ambiental.

**Alto Potencial Organizacional:** Presença de Organizações + Alto Conhecimento em relação à Preservação e Educação Ambiental + Desenvolve no dia a dia experiências e práticas com preservação e educação ambiental.

### c) Metodologia adotada para elaboração do mapa

Como descrito anteriormente, a seleção dos critérios técnicos foi resultado de discussão entre a UFBA, Embasa e seus parceiros no projeto INENA e INCRA e a aplicação do algoritmo de priorização e produção do mapa propriamente dito ficou a cargo do setor de Geoprocessamento do INEMA. A área de estudo foi compreendida entre as Bacias Joanes e Jacuípe, norte do Estado da Bahia. Para definição das áreas com maior potencial para restauração, tendo sido seguidas quatro etapas, a saber:

1ª - Divisão da área de estudo em unidades menores de referência com formato hexagonal de 1 km de raio;

2ª - Obtenção das informações sobre a vegetação nativa, imóveis rurais, nascentes e solo dentro de cada hexágono, padronizadas para toda a região;

3ª - Ponderação da importância relativa destas informações para composição do mapa final; e

4ª - Geração do layout para visualização.

Para cada hexágono, foram calculados o percentual de vegetação nativa, a densidade de nascentes, a média da densidade dos imóveis e a média das ponderações para as classes de solo. O percentual de vegetação nativa foi calculado pela razão entre a área de floresta e a área total do hexágono. A identificação das florestas na região foi feita a partir do diagnóstico do uso e cobertura vegetal na área, mapeando-se as classes por interpretação visual do insumo matricial satélite Sentinel-2A de 09/08/2016. A escala do produto vetorial foi 1:40.000 e a legenda aplicada para o mapeamento contemplava floresta (Floresta Ombrófila Densa), áreas urbanizadas, pasto e água.

A densidade de nascentes de cada hexágono foi calculada a partir de um mapa das prováveis nascentes da região, produzido com base nos pontos de início de drenagens sob o mapa da hidrografia da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI-BA), na escala de 1:100.00. A

média da densidade de imóveis foi obtida a partir dos dados do Censo IBGE 2010, por setor censitário. As classes de solo foram obtidas a partir do mapeamento de solos do IBGE na escala de 1:1.000.000, que foram ponderadas por especialista considerando o potencial para produção de água e percolação. Para ponderar a importância relativa destes insumos, os valores dos atributos das variáveis foram padronizados, mantendo uma escala de variação de 0 a 1, para evitar viés proveniente da grandeza de valores existente em cada dado.

O peso relativo entre as variáveis foi atribuído por um especialista: percentual de vegetação ficou com peso 3, densidade de nascentes ficou com peso 5, densidade de imóveis ficou com peso negativo de 1 e tipo de solo com peso 3. Quanto maior o valor, maior sua importância na composição do mapa final. Valores positivos refletem aspectos promotores da restauração, ao passo que valores negativos foram aplicados para a variável que era desfavorável à restauração. Após ponderação, foi gerado um mapa com indicação de um gradiente de valores atribuído a cada hexágono, que representam a prioridade para restauração, variando de 0 a 1. O resultado final foi apresentado em formato de cartograma, onde valores maiores foram representados em cores mais quentes (tons de vermelho), indicando as áreas com maior potencial para restauração florestal, e valores menores foram representados em cores mais frias (tons de amarelo), e representam áreas com menor propensão para restauração de florestas, dentro dos critérios adotados pela equipe do projeto e que foram descritos na presente nota técnica.

## RESULTADOS

O resultado da classificação das unidades a área total do projeto, que representam o gradiente de importância da área para a produção de água, assim como maior potencial para restauração são apresentados no mapa da Figura 4. Esta priorização foi utilizada para a ordenação das ações de cadastramento dos imóveis rurais junto ao CEFIR, parte inicial do projeto. Essa priorização implicou inclusive na diminuição do total de municípios participantes do projeto, de dez para oito, pois as áreas com maior importância dentro da priorização pertencem a oito municípios. Ficando de fora os municípios de Terra Nova e Conceição do Jacuípe, sem, contudo, alterar a meta física de recuperação ambiental de cem hectares e cem nascentes pactuadas com a Caixa Econômica Federal. Desta forma, as atividades de cadastro dos 300 imóveis junto ao CEFIR, e posterior seleção das áreas onde serão realizadas as atividades de recuperação, foram feitas nestes oito municípios.

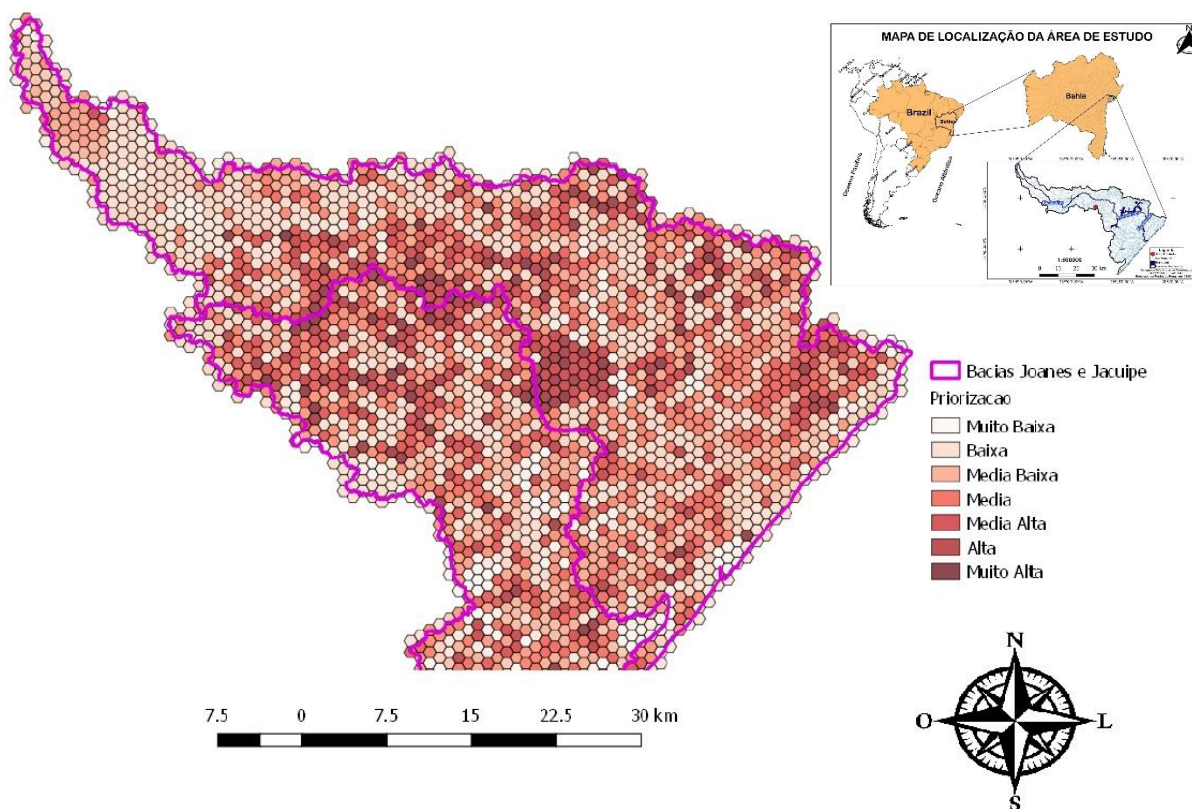


Figura 4. Mapa geral das bacias dos rios Joanes e Jacuípe com as prioridades na área do projeto.

Obs: As áreas em vermelho escuro são as com maiores valores na priorização e as áreas mais claras com os menores valores, notadamente quanto ao aspecto da “produção” futura de água.

Cumprido, no entanto, informar que essas áreas a serem recuperadas foram somente pré-selecionadas em macroescala, de modo que critérios adicionais, localmente levantados durante a elaboração dos projetos técnicos, previstos na META 2 do projeto, resultaram no elenco de comunidades/áreas finais. A figura 4, reinterpreta os resultados dessa priorização, notadamente quanto ao potencial para a “produção” de água, além de informações adicionais da região.

## CONCLUSÃO

Neste artigo foi apresentada a metodologia utilizada para o desenvolvimento da priorização de áreas potenciais, objeto de ações de recuperação ambiental, visando a otimização do uso dos recursos financeiros, menor dispêndio de tempo em atividades de campo e, talvez, o mais importante, a reorientação do trabalho de recuperação para áreas naturais que tragam uma maior garantia de retorno ambiental na melhoria da oferta e da qualidade da água dos reservatórios usados no abastecimento da região metropolitana de Salvador. Nas atividades de campo ora em desenvolvimento, tem-se observado a importância desse mapeamento em macroescala, atingindo os objetivos mencionados, além de que têm se confirmado frequentemente *in loco* o potencial assim estimado. Os critérios e metodologia para avaliação em escala local estão sendo apresentados em outro artigo deste Simpósio.

## AGRADECIMENTOS

À EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento (coordenação do projeto), ao INEMA – Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Bahia e ao INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, parceiros no desenvolvimento do Projeto.

## REFERÊNCIAS

- CASATTI, L. Alterações no Código Florestal Brasileiro: impactos potenciais sobre a ictiofauna. *Biota Neotropica*, v.10, n.4, p.31-4, 2010.
- FERRAZ, S. F. B. et al. How good are tropical forest patches for ecosystem services provisioning. *Landscape Ecology*, v.29, n.2, p.187-200, 2014.
- GIAMBELLUCA, T. W. Hydrology of altered tropical forest. *Hydrological Processes*, v.16, n.8, p.1665-9, 2002.
- LEHNER, B.; REIDY Liermann, C.; CARMEN, R.; VOROSMARTY, C.; FEKETE, B. *et al.* (2011). High-resolution mapping of the world's reservoirs and dams for sustainable river-flow management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(9): 494-502.
- LIMA, W. de P.; FERRAZ, S. F. de B.; FERRAZ, K. M. P. M. Interações bióticas e abióticas na paisagem: uma perspectiva eco-hidrológica. In: CALIJURI, M. do C.; CUNHA, D. G. F. (Ed.) *Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. p.215-44.
- NEARY, D. G.; ICE, G. G.; JACKSON, C. R. Linkages between forest soils and water quality and quantity. *Forest Ecology and Management*, v.258, n.10, p.2269-2281, 2009.
- SAYER, E. J. Using experimental manipulation to assess the roles of leaf litter in the functioning of forest ecosystems. *Biological Reviews*, v.81, n.1, p.1-31, 2006.
- SILVA, J. A. A. et al. *O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo*. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC; Academia Brasileira de Ciências, ABC, 2011. 124p.
- TAMBOSI, L. R. et al. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. *Estudos Avançados*, v. 29, n. 84, p. 151-162, 2015.
- TUNDISI, J. G. (Ed.) *Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014. 76p.