



## Artigo de Revisão


e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v14n22020p274-290

Submetido em: 18 jun. 2020

Aceito em: 14 set. 2020

## *Avaliação, Conservação e Recuperação de Nascentes em Bacias Hidrográficas*

**José Natal Correia**  <https://orcid.org/0000-0001-5036-3633>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Mestrando em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense) – Campus Macaé, RJ – Brasil. E-mail: josenatal100@yahoo.com.br

**Vicente de Paulo Santos de Oliveira**  <https://orcid.org/0000-0002-5981-0345>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense) – Campos dos Goytacazes, RJ – Brasil. E-mail: vicentepsoliveira@gmail.com

**Thiago Moreira de Rezende Araújo**  <https://orcid.org/0000-0003-2512-9743>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Doutorado em Ciências Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – Campos dos Goytacazes, RJ – Brasil. E-mail: taraujo@iff.edu.br

### Resumo

As nascentes são importantes fontes de água para as atividades de sobrevivência de famílias que vivem em espaços rurais. Mas, ao longo dos anos, o homem tem acelerado o processo de degradação do meio ambiente com práticas inadequadas, que são visíveis e dificultam a conservação dessas fontes. Essas práticas têm contribuído, por exemplo, para aumento da sedimentação dos corpos d'água e diminuição da quantidade de água, piorando sua qualidade. Por ser de mais fácil captação e de menor custo, em propriedades rurais é comum o uso da água proveniente de nascentes, o que coloca em risco a saúde de um número expressivo de pessoas que a utilizam sem nenhum tipo de tratamento. A presente revisão bibliográfica apontou que vários estudos sobre nascentes estão relacionados diretamente à sua degradação, dado o aumento populacional, a urbanização, a expansão agrícola e outros impactos ambientais. Até o presente momento, há uma forte indicação de que um abundante número de nascentes se encontra em desacordo com a legislação do Código Florestal lei 12.826, indicando a necessidade de ações de preservação que sejam efetivadas de forma contínua e por meio da interação com a população local.

Palavras chave: Gestão de recursos hídricos. Áreas de preservação permanente. Qualidade da água.

### *Assessment, Conservation and Recovery of Springs in Hydrographic Basins*

### Abstract

Springs are important sources of water for the survival activities of families living in rural areas. But, over the years, man has accelerated the process of environmental degradation, with inappropriate practices that are visible and hinder the conservation of these sources. These practices have contributed, for example, to increase sedimentation of water bodies, decrease the amount of water and worsen its quality. In rural properties, the use of water from springs is common, as it is easier to collect and at a lower cost, and a significant number of these people consume it without any type of treatment, putting their health at risk. The present bibliographic review pointed out that several studies on springs are directly related to their degradation due to population growth, urbanization, agricultural expansion and other environmental impacts. To date, there is a strong indication that a large number of springs are at odds with the legislation of the Forest Code law 12.826, thus indicating the need for preservation actions, which are carried out continuously through interaction with the local population.

Keywords: Water resource management. Permanent preservation areas. Water quality



*Evaluación, conservación y recuperación de manantiales en cuencas hidrográficas*

**Resumen**

Los manantiales son fuentes importantes de agua para las actividades de supervivencia de las familias que viven en zonas rurales. Sin embargo, a lo largo de los años, el hombre ha acelerado el proceso de degradación ambiental, con prácticas inapropiadas que son visibles e impiden la conservación de estas fuentes. Estas prácticas han contribuido, por ejemplo, a aumentar la sedimentación de los cuerpos de agua, disminuir la cantidad de agua y empeorar su calidad. En las propiedades rurales, el uso de agua de manantiales es común, ya que es más fácil de recolectar y tiene un costo menor, y un número significativo de estas personas lo usan sin ningún tipo de tratamiento, lo que pone en riesgo su salud. La presente revisión bibliográfica señaló que varios estudios sobre manantiales están directamente relacionados con su degradación debido al crecimiento de la población, la urbanización, la expansión agrícola y otros impactos ambientales. Hasta la fecha, hay una fuerte indicación de que un gran número de manantiales están en desacuerdo con la legislación de la Ley del Código Forestal 12.826, lo que indica la necesidad de acciones de preservación, que se llevan a cabo de manera continua a través de la interacción con la población local.

Palabras clave: Gestión de recursos hídricos. Zonas de conservación permanente. Calidad del agua.



## *Avaliação, Conservação e Recuperação de Nascentes em Bacias Hidrográficas*

*José Natal Correia, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Thiago Moreira de Rezende Araújo*

### **1 Introdução**

A água é um recurso natural fundamental para todos os seres vivos. Mas, em razão da intensificação das atividades antrópicas, principalmente após a Revolução Industrial, a superexploração combinada com a ocupação e uso do solo e o mau gerenciamento da água têm contribuído para a redução da sua quantidade e qualidade.

As nascentes são responsáveis pela formação dos rios, que fazem parte das bacias hidrográficas. Conceitualmente, nascente é o afloramento na superfície do solo da água de um lençol freático (BARRETO; RIBEIRO; BORBA, 2010).

A Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, no capítulo I, artigo 3º, incisos XVII e XVIII, define nascente como o “afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d’água”, e olho d’água como o “afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente” (BRASIL, 2012). A legislação ainda prevê que uma área com raio mínimo de 50 metros deve ser delimitada no entorno dos afloramentos perenes, compondo Áreas de Preservação Permanente (APP), cujo principal objetivo é a manutenção da vegetação nativa que protege e mantém o equilíbrio das nascentes.

As nascentes surgem como principal fonte de água para o meio rural, pois atendem às demandas nesses espaços, que, por sua vez, possuem grande importância para o desenvolvimento das atividades socioeconômicas (BRAGA, 2011). Constituem também recursos essenciais para os assentamentos humanos e espécies terrestres, além de *habitat* para a biota aquática, e contribuem para os processos ecológicos e para a biodiversidade (DAVIS *et al.*, 2017, p. 1).

É importante, desse modo, realizar o levantamento de informações de uma bacia hidrográfica no meio rural, sendo essencial para seu planejamento de uso e manejo, como também para o controle dos impactos ambientais negativos (WICKHAM *et al.*, 2011).

Por serem locais para onde são direcionadas todas as formas de contaminantes de práticas inadequadas como desmatamento, queimadas, atividades agrícolas e industriais, as bacias hidrográficas podem ter suas estruturas físico-químicas e biológicas alteradas, afetando, assim, o ciclo hidrológico, o que, conseqüentemente, diminui a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos (ALVARENGA *et al.*, 2012).

O monitoramento da qualidade da água é um dos principais instrumentos de sustentação de uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos, haja vista que funciona como um sensor que permite o acompanhamento dos usos dos corpos hídricos, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas, visando a subsidiar as ações de controle ambiental (GUEDES *et al.*, 2012).

O atual problema da escassez hídrica está relacionado a vários fatores, entre eles, má distribuição das chuvas, ações antrópicas e mau uso da água. A Agência Nacional das Águas (ANA), por meio do instrumento PSA (Pagamento por Serviços Ambientais), criou o PSA Hídrico, que beneficia os proprietários que conservam e recuperam os recursos hídricos mediante práticas e manejo conservacionistas.

Por isso, torna-se necessário fazer o mapeamento de nascentes, para diagnosticar o seu estado de conservação e propor uma técnica de recuperação que possua aplicabilidade para uso nas nascentes degradadas. No entanto, o trabalho de fiscalização e monitoramento das APPs de nascentes ainda é um desafio a ser vencido.



## *Avaliação, Conservação e Recuperação de Nascentes em Bacias Hidrográficas*

*José Natal Correia, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Thiago Moreira de Rezende Araújo*

### **2 Revisão de Literatura**

#### *2.1 Recursos Hídricos no Mundo*

Quase toda a superfície do planeta Terra é coberta por água. Transformando em números, pode-se observar que aproximadamente três quartos da superfície do planeta são preenchidos por esse líquido e apenas um quarto é ocupado por terra. Ao todo o planeta apresenta um total de 1.370.000.000 km<sup>3</sup> de água disponível, sendo essa encontrada sob as seguintes formas: água dos oceanos, água dos rios e lagos, água das calotas polares (gelo), água proveniente da chuva e de outras inúmeras fontes espalhadas por todo o território mundial (ANA, 2010).

A Organização das Nações Unidas (ONU, 2015) informa que, dada a “pouca” disponibilidade de água doce no planeta e o aumento da demanda exigida para o consumo humano, surge a necessidade de melhor gerenciamento do uso desse recurso natural, de modo a garantir que a presente e as futuras gerações possam usufruir desse bem. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), órgão da ONU, estima-se que 1,1 bilhão de pessoas no mundo carecem de acesso a água potável; 2,5 bilhões de pessoas, de serviços de saneamento; além de 1,3 bilhões, que não têm acesso à eletricidade; havendo tendência ao aumento desses números.

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 2015), a água fornece vários serviços que podem minimizar a pobreza, melhorar o crescimento econômico e a sustentabilidade ambiental, além de garantir a segurança alimentar e energética, assim como a saúde humana.

#### *2.2 Recursos Hídricos no Brasil*

A ONU (2015) afirma que, em relação à disponibilidade de recursos hídricos, o Brasil pode ser considerado um país privilegiado, já que detém cerca de 14% de todo o volume de água doce presente no mundo.

Em seus estudos técnicos, a ANA (2014) diz que a disponibilidade hídrica superficial no país é de 91.300 m<sup>3</sup>/s e a vazão média nos rios equivalem a 180.000 m<sup>3</sup>/s. No entanto, a distribuição dos recursos hídricos superficiais no Brasil é bastante diversificada. Enquanto, nas bacias junto ao Oceano Atlântico, que concentram 45,5% da população total, estão disponíveis apenas 2,7% dos recursos hídricos do país; na região Norte, onde vive apenas cerca de 5% da população brasileira, esses recursos são abundantes (aproximadamente 81%). Tal distribuição gera um desequilíbrio de água no país, ocasionando conflitos de usos nas regiões com menor disponibilidade.

Uma alternativa para resolver esse problema tem sido a utilização de água proveniente de fontes subterrâneas, como por exemplo: lençóis freáticos, aquíferos, nascentes e outros. Além da disponibilidade de água superficial garantida pela vazão dos rios e pelos reservatórios, estima-se que a disponibilidade de água subterrânea no Brasil seja em torno de 14.650 m<sup>3</sup>/s (ANA, 2018), confirmando, assim, um bom potencial para utilização dessas fontes, principalmente nas regiões onde se tem maiores problemas com a falta de água.

Estudo feito pela ANA indica que 60,9 milhões de pessoas podem ficar sem água no Brasil em caso de um prolongado período sem chuvas (Tabela 1). Destas, 20,5 milhões estão na região metropolitana de São Paulo, que já sofreu uma grave crise de abastecimento nos anos de 2014 e 2015 (ANA, 2019). O número de paulistanos sob risco equivale a quase metade da população do estado. Outros 11,8 milhões estão na capital fluminense, o equivalente a 68,6% da população do estado.



## *Avaliação, Conservação e Recuperação de Nascentes em Bacias Hidrográficas*

*José Natal Correia, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Thiago Moreira de Rezende Araújo*

**Tabela 1 - Proporção de moradores em risco hídrico no Brasil por estados em números absolutos**

<b>Estado</b>	<b>Moradores sob Risco</b>
São Paulo	20.555.586
Rio de Janeiro	11.778.637
Pernambuco	5.071.599
Minas Gerais	4.546.157
Bahia	3.145.759
<b>Total no Brasil</b>	<b>60.916.508</b>

Fontes: ANA (Agência Nacional das Águas) e IBGE (2019).

A maior parte dessa população enfrenta uma situação em que as fontes já não oferecem água suficiente para o pleno atendimento da demanda. As contas se baseiam em um novo índice elaborado pela ANA: o ISH (Índice de Segurança Hídrica), que aponta a quantidade de moradores em risco levando em consideração a oferta de água para a população, oferta para produção econômica, a vulnerabilidade dos mananciais e o potencial dos estoques de água.

### *2.3 Recursos Hídricos no Estado do Rio de Janeiro*

O estado do Rio de Janeiro apresenta 92 municípios e um total de aproximadamente 17,2 milhões de habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018).

Em relação aos recursos hídricos, o estado do Rio está totalmente inserido na Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, apresentando boa disponibilidade hídrica superficial e uma grande deficiência nos sistemas de aquíferos, ou seja, de águas subterrâneas. Esse fato confere ao Estado uma característica de obtenção dos recursos hídricos quase que exclusivamente de mananciais superficiais, tais como os rios, córregos e lagos. De acordo com a ANA (2010), 85% dos municípios do Rio de Janeiro utilizam as águas de mananciais como principal fonte de abastecimento.

O manancial de maior destaque no estado é o rio Paraíba do Sul, formado pela união dos rios Paraibuna e Paraitinga, na Serra da Bocaina, no estado de São Paulo, a 1.800 m de altitude. Seu comprimento calculado a partir da nascente do Paraitinga até o seu deságue no Norte Fluminense, no município de São João da Barra, é de mais de 1.200 km. O Paraíba do Sul acompanha longitudinalmente o estado do Rio de Janeiro de canto a canto. Ao todo, o rio Paraíba do Sul é responsável por abastecer dezessete sedes municipais ao longo do seu trajeto e abastece, além disso, indiretamente nove municípios da região metropolitana do Rio de Janeiro, em virtude da transposição do Paraíba do Sul/Guandu (ANA, 2010).

## ***Avaliação, Conservação e Recuperação de Nascentes em Bacias Hidrográficas***

*José Natal Correia, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Thiago Moreira de Rezende Araújo*

Atualmente, o rio Paraíba do Sul e Guandu apresentam um complexo sistema hidráulico que interliga as duas bacias hidrográficas como se fossem uma, visando garantir o abastecimento de água em quantidade satisfatória na região metropolitana do Rio de Janeiro. De acordo com a ANA (2010), a estação elevatória de Santa Cecília, que efetiva a transposição entre as bacias, tem capacidade de retirar até 160 m<sup>3</sup>/s do rio Paraíba do Sul, o que equivale a aproximadamente 54% da vazão natural média do rio no local.

### **2.3.1 A Região Hidrográfica IX**

A resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI-RJ) nº 107 de 22 de maio de 2013 - aprovou a nova definição das regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro e revogou a resolução CERHI nº 18 de 8 de novembro de 2006. Nesta resolução foi reconfigurada a Região Hidrográfica Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RHIX), área de atuação do Comitê Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana, que compreende 22 municípios da região norte e noroeste do estado Rio de Janeiro.

**Figura 1: Mapa dos municípios de atuação do Comitê Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana**



Fonte: Comitê Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana

Além de abrigar a foz do próprio rio Paraíba do Sul, a área ainda tem como afluentes dois rios importantes de domínio federal, o Pomba e o Muriaé; e diversas lagoas, como as lagoas de Cima, Feia e do Campelo. A região



## *Avaliação, Conservação e Recuperação de Nascentes em Bacias Hidrográficas*

*José Natal Correia, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Thiago Moreira de Rezende Araújo*

compreende treze sub-bacias hidrográficas demarcadas pelo Comitê e conta com uma população total dos municípios inseridos integralmente ou parcialmente de 957.991 habitantes; destes, 889.279 estão incluídos dentro da região hidrográfica (IBGE, 2015).

É importante salientar que, embora o corpo principal do rio Paraíba do Sul apresente, pelos resultados do Balanço Hídrico, vazão remanescente na ordem de 252 m<sup>3</sup>/s na região da ponte da cidade de Campos dos Goytacazes, a diminuição das vazões ao longo do tempo, sobretudo nos momentos de estiagem severa, como a seca ocorrida nos anos de 2014 e 2015, tem provocado danos para a região do Comitê Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana, trazendo como consequência assoreamento em grandes trechos do rio, notadamente entre os municípios de São Fidélis e Campos dos Goytacazes, acarretando a diminuição de vazão, alterando a qualidade de suas águas e, conseqüentemente, afetando as condições da região de captação para abastecimento da população do município de São João da Barra. Tal diminuição ainda permite que a intrusão da cunha salina alcance regiões anteriormente livres dessa interferência, o que provoca o aumento da salinidade, dificultando ou, às vezes, inviabilizando o uso da água para abastecimento humano (Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul, 2014).

A região hidrográfica Baixo Paraíba do Sul apresenta, ainda, outro fator que contribui para aumentar as adversidades no que diz respeito aos seus recursos hídricos, ou seja, a menor incidência de chuvas de toda a Bacia Hidrográfica, apresentando áreas com total anual médio de chuva na ordem de 790 mm. A produção de água na região dispõe de indicadores de vazões específicas médias entre 14 l/s. km<sup>2</sup> e 16 l/s. km<sup>2</sup>, segundo a Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos (COHIDRO, 2014).

### *2.4 As nascentes*

As nascentes surgem como fontes contribuidoras de água, principalmente para as famílias que moram na zona rural, na execução das atividades domésticas e agrícola, e também na formação dos rios que fazem parte da bacia hidrográfica.

As nascentes são manifestações superficiais de lençóis subterrâneos, dando origem a cursos d'água, e podem surgir "por contato das camadas impermeáveis com a superfície, por falhas geológicas ou por canais cársticos" (VALENTE; GOMES, 2011, p.112).

Segundo o novo código florestal brasileiro, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, em seu Art. 3º, inciso XVII, nascente corresponde ao "afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água", e, ainda, no inciso XVIII, olho d'água é conceituado como o "afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente".

Vários estudos realizados nessa área identificaram que o conceito de nascente não é uniforme na literatura especializada, o que significa que cada pesquisador utiliza o conceito formado através de heranças acadêmicas e profissionais mais adequado à sua ciência e ao foco de sua pesquisa. Para Fellipe e Magalhães Junior (2013), são criadas diversas ideias distintas sobre o termo, ocasionando enganos ou deturpações de resultados em diferentes trabalhos, além de dúvidas e confusões conceituais que extrapolam a realidade prática de campo. O autor ainda complementa sobre a escassez de referenciais teóricos para o termo, indicando as lacunas existentes para uma definição conceitual mais adequada e a não correspondência do termo em outros idiomas.



## ***Avaliação, Conservação e Recuperação de Nascentes em Bacias Hidrográficas***

*José Natal Correia, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Thiago Moreira de Rezende Araújo*

Devido à utilização frequente do termo popular e da necessidade de maior transversalidade do conceito de nascente, o estudo proposto por Fellipe e Magalhães Junior (2013) trouxe, por meio de uma consulta com especialistas de diversas áreas de conhecimento (Agronomia, Biologia, Engenharias, Geografia e Geologia), algumas definições submetidas à avaliação pelo Painel Delphi (técnica baseada em um determinado assunto com um painel de 5 a 10 especialistas com um tema complexo para discutir, a fim de obter informações e opiniões qualitativas, relativamente precisas sobre o futuro). Os resultados apresentaram visões e opiniões múltiplas sobre a questão entre os acadêmicos. Fellipe e Magalhães Junior (2013) conceituam nascente como um sistema ambiental cujo afloramento da água subterrânea ocorre naturalmente, de modo temporário ou perene, cujos fluxos hidrológicos na fase superficial são integrados à rede de drenagem.

Com relação aos fluxos de água, as nascentes e, conseqüentemente, seus cursos d'água, são classificados em: perenes, intermitentes e efêmeros (THOMPSON et al., 2002, p. 528, VALENTE; GOMES, 2011).

A nascente perene deverá se manifestar durante o ano inteiro (período chuvoso e seco), com vazões que podem ser alteradas (ampliadas ou reduzidas), ou seja, com vazões disponíveis ao longo do tempo. Se intermitente, a manifestação da nascente ocorrerá apenas no período chuvoso, o que significa que, no período seco, não haverá o fluxo de água. Quando temporárias (efêmeras), as nascentes apresentarão vazões vinculadas diretamente às precipitações, identificadas principalmente nas nascentes de regiões áridas ou semiáridas.

### **2.4.1 Trabalhos que Avaliaram Parâmetros de Qualidade de Água de Nascentes**

Como já mencionado, ações antrópicas vêm diminuindo a qualidade de diversas fontes de água, incluindo as nascentes. Trabalhos recentes (AGRIZZI et al., 2018; ARAÚJO et al., 2017; MACHADO; SELVA, 2018) monitoraram alguns parâmetros de qualidade de água de nascentes em diversas regiões e concluíram que muitos desses parâmetros estavam em desacordo com a legislação vigente, estando muitas delas impróprias para consumo humano direto.

No trabalho de Machado e Selva (2018), por exemplo, foram avaliados os parâmetros de turbidez da água; contaminação por *Escherichia coli* (UFC/100mL) e oxigênio dissolvido (mg/L) de 11 nascentes no Assentamento Caricé, localizado no Município de Vitória de Santo Antão – Pernambuco.

Após a análise da qualidade da água das nascentes do Assentamento Caricé, observou-se que a metade apresentou valores inadequados para o consumo humano, precisando de tratamento antes de ser consumida.

Em estudo realizado por Araújo et al. (2017), foram analisados os parâmetros turbidez, temperatura, sólidos totais, *Escherichia coli*, fósforo e condutividade elétrica de uma nascente localizada na zona rural do município de Dom Cavati/MG utilizada para o abastecimento de uma comunidade local. Os resultados mostraram que, principalmente no mês de junho, os parâmetros *Escherichia coli*, pH e turbidez estavam em desacordo com a Portaria 2914/11, ou seja, com a qualidade da água imprópria para abastecimento da comunidade para fins de consumo humano sem tratamento prévio.

Em trabalho realizado por Agrizzi et al. (2018), desenvolvido no Assentamento Paraíso, localizado no município de Alegre/ES, foram obtidos resultados semelhantes. A coleta de água ocorreu no período chuvoso e com amostragens realizadas com tripla repetição em oito nascentes que tinham em seus entornos diferentes tipos de uso do solo.





## *Avaliação, Conservação e Recuperação de Nascentes em Bacias Hidrográficas*

*José Natal Correia, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Thiago Moreira de Rezende Araújo*

Foram analisados 17 parâmetros, dentre eles, oxigênio dissolvido, turbidez, temperatura, pH, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos, E. coli e coliformes termotolerantes. A maior parte das nascentes apresentou contaminação por coliformes termotolerantes, o que torna suas águas impróprias para abastecimento da comunidade sem tratamento prévio.

Nesse trabalho, os autores separaram as nascentes em três grupos, sendo que aquelas que estavam isoladas por cercamento e protegidas por caixas de alvenaria apresentaram qualidade de água superior. Por outro lado, a nascente sob pastagem e sem cercamento apresentou qualidade de água inferior, mostrando a importância de se respeitar o Código Florestal, lei nº 12.651/2012, e também de as nascentes possuírem matas ciliares preservadas.

### **2.4.2 Importância das matas ciliares**

Mata ciliar é a formação vegetal localizada às margens dos rios, córregos, lagos, represas e nascentes, ou seja, às margens dos corpos d'água. É também conhecida como mata de galeria, mata de várzea, vegetação ou floresta ripária. A área que abrange a mata ciliar é de grande importância para as funções ambientais; devendo possuir uma extensão específica a ser preservada de acordo com a largura do rio, lago, represa ou nascente (WWF, 2015).

No âmbito local e regional, as matas ciliares protegem o solo próximo ao corpo hídrico reduzindo consideravelmente os assoreamentos dos rios, problema visível nas estações chuvosas nas cidades de grande e médio porte que apresentam ausência dessa vegetação. Propiciam ainda um suporte para que os poluentes fiquem retidos e favorecem a criação de corredores facilitando, assim, o fluxo gênico entre os remanescentes florestais (SACHS et al., 2015 apud SMA, 2004).

Além de protegerem o solo da erosão eólica, as matas ciliares fazem a ciclagem de nutrientes, regulam o clima e funcionam, ainda, na visão de Skorupa (2003), como barreiras naturais contra a disseminação de pragas e doenças nas culturas agrícolas devido à alta diversidade de inimigos naturais.

A Agência Nacional de Águas (2015) estima que 92% das matas ciliares do país foram dizimadas, permanecendo apenas 8% com sua vegetação original. Estas, porém, encontram-se em constante situação de risco, apesar da proteção do Código Florestal.

Porém há projetos que visam ao reflorestamento de matas ciliares, por exemplo, o Projeto Olhos d'Água em Carapebus, que recebe recursos oriundos de cobrança do uso de recursos hídricos na bacia federal do rio Paraíba do Sul e nas bacias estaduais no Rio de Janeiro, geridos, respectivamente, pelo Comitê de Integração da Bacia do Rio Paraíba do Sul (Ceivap) e pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (CBHPSI) na região da foz do manancial federal. O projeto submetido em 30 de setembro de 2014 e aprovado em 19 de dezembro contemplou a restauração e conservação de 43 ha (hectares) de Área de Preservação Permanente no território de Carapebus incluindo margens de cursos d'água e nascentes.

### **2.4.3 PSA Hídrico**

A preocupação com o avanço acelerado da degradação das nascentes tem estimulado os órgãos competentes a buscarem alternativas para, ao menos, minimizar esse problema. Uma delas é dar incentivos aos proprietários de



## *Avaliação, Conservação e Recuperação de Nascentes em Bacias Hidrográficas*

*José Natal Correia, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Thiago Moreira de Rezende Araújo*

forma inovadora, como consta no Código Florestal, promulgado em 2012 (BRASIL, 2012). O PSA é uma transação voluntária que ocorre entre utilizadores de serviços e seus provedores, operação na qual ambos estão condicionados a regras acordadas de gestão de recursos naturais, que objetivam gerar serviços ambientais (WUNDER, 2014).

A preocupação com as nascentes tem fomentado a criação de vários programas de proteção e recuperação de nascentes no Brasil, como: Programa Produtor de Água, o qual usa o conceito Pagamento por Serviços Ambientais - PSA (ANA, 2012); Programa Nacional de Proteção de Nascentes do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (2015); Programa Plantadores de Rios (BRASIL, 2017); e, no estado do Paraná, o programa Nascentes Protegidas e Recuperadas (PARANÁ, 2010). Esses são apenas alguns de vários programas de proteção de nascentes, nos quais se percebe a existência de uma mobilização sobre a importância de preservação das nascentes; entretanto, ainda são poucos os programas destinados exclusivamente às nascentes.

De acordo com Seehusen e Prem (2011), atualmente são comercializados no mundo quatro tipos de serviços ambientais com maior intensidade e frequência: carbono, água, biodiversidade e beleza cênica. Os autores destacam que, nos sistemas PSA-Hídrico, paga-se pela manutenção ou pelo aumento da quantidade e qualidade da água; nos sistemas PSA-Biodiversidade, paga-se por espécies ou por hectare de habitat protegido; nos sistemas de PSA-Carbono, paga-se geralmente por tonelada de CO<sub>2</sub> não emitido para atmosfera ou sequestrado; e nos sistemas PSA-Beleza Cênica, paga-se por serviços de turismo e permissões de fotografia.

Pocidonio e Turetta (2012) e Gjorup et al. (2016), a partir da análise de programas e iniciativas relacionadas à avaliação e pagamento por serviços ambientais (PSA) em andamento no Brasil e em algumas partes do mundo, verificaram uma predominância de projetos relacionados a serviços vinculados à água (PSA-Hídrico). Todavia, apesar da notoriedade de programas e projetos de PSA-Hídrico, existem alguns gargalos de ordem técnica, econômica, institucional e legal (VEIGA; GAVALDÃO, 2011).

De acordo com Simões (2014), as experiências brasileiras ainda são muito recentes para conseguir resultados claros, demonstrando o grau de adicionalidade para os serviços hídricos. Porém uma forma de assegurar que os acordos em PSA tenham sucesso em longo prazo é fazer o monitoramento de caráter quantitativo, incluindo ao menos os parâmetros do nível d'água em poços, vazão de nascentes e escoamento de base de cursos d'água (EUROPEAN COMMUNITIES, 2007).

Um dos projetos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) em andamento está sendo realizado na Região Hidrográfica do Piabanha (RH – IV) e foi contemplado através do PSA Hídrico do CEIVAP contando com a parceria do Comitê Piabanha. Foi desenvolvido pelo Instituto Nacional de Tecnologia e Uso Sustentável (INNATUS) nos municípios de Areal, Paraíba do Sul e Paty de Alferes, e pela Rede de Desenvolvimento Humano (REDEH) no município de Petrópolis (CEIVAP, 2018).

### **2.4.4 Técnicas para recuperação de áreas de nascentes degradadas ou perturbadas**

A Resolução Conama nº 429 de 28 de fevereiro de 2011 dispõe sobre a metodologia de recuperação das áreas de preservação permanente e versa sobre os aspectos da vegetação e adoção de medidas de prevenção e proteção dessa área (BRASIL, 2011), enquanto o Código Florestal Brasileiro Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, Art. 4º, capítulo IV, considera Área de Preservação Permanente o entorno de olhos d'água perenes num raio de 50 metros, qualquer que seja sua situação topográfica.



## *Avaliação, Conservação e Recuperação de Nascentes em Bacias Hidrográficas*

*José Natal Correia, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Thiago Moreira de Rezende Araújo*

A prática sistemática de técnicas de conservação do solo para cada tipo de terreno contribui de forma significativa para a recuperação, manutenção e preservação das nascentes (FILGUEIRA; LIMEIRA; SILVA, 2012, p.7).

### **2.4.4.1 Regeneração Natural**

Segundo Cury e Carvalho (2011), de acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a regeneração natural é um dos métodos recomendados para Áreas de Preservação Permanente, sendo mais indicada em áreas que apresentam pequeno grau de degradação.

Apesar de ser um processo de baixo custo, exige um trabalho extensivo de levantamento de dados para o cálculo do potencial de regeneração natural do local. Assim, a regeneração natural consiste em deixar os processos naturais atuarem livremente, uma vez que a área apresente plantas nativas regenerantes em alta densidade e diversidade e baixa presença de espécies invasoras (EMBRAPA, 2017).

### **2.4.4.2 Semeadura direta**

A semeadura direta é um dos processos de recuperação da vegetação de uma determinada área por meio do lançamento de sementes em grande quantidade de espécies nativas e preferencialmente com bom potencial de germinação, a qual pode ser manual, mecanizada ou ambas. Nesse processo, devem ser semeadas espécies pioneiras em alta diversidade, ou junto com espécies secundárias, dependendo da resiliência do local (EMBRAPA, 2017). Ao final de um período de 10 anos, é esperado que a vegetação já apresente características de vegetação secundária e não necessite de manejo para seguir seu rumo em sentido à vegetação madura.

### **2.4.4.3 Plantio de mudas**

A técnica de recuperação florestal mais comumente observada no Brasil é o plantio de mudas. Uma das vantagens é que se pode observar o controle da densidade de plantio pela alta sobrevivência e pelo espaçamento regular, facilitando os tratos como capinas e aplicação de adubos, entre outros. Nesse sentido, é importante adquirir mudas de qualidade, já que tal ação pode ser responsável por assegurar maior taxa de sobrevivência e crescimento inicial ou ser responsável pela alta mortalidade, por elevar o custo de implantação e comprometer o crescimento da floresta (BOETELHO; DAVID, 2002).

A escolha de espécies para recuperação de áreas degradadas deve observar as seguintes recomendações: plantar espécies nativas com ocorrência na região, plantar o maior número possível de espécies para gerar alta diversidade, utilizar a combinação de espécies pioneiras e clímax e plantar espécies atrativas à fauna (MARTINS, 2007).



---

***Avaliação, Conservação e Recuperação de Nascentes em Bacias Hidrográficas***

*José Natal Correia, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Thiago Moreira de Rezende Araújo*

---

#### **2.4.4.4 Nucleação**

Segundo Reis e Kageyama (2003), a finalidade da nucleação é criar pequenos habitat que propiciem incrementos de interações interespecíficas, envolvendo interações planta-planta, planta-microorganismos, plantas-animais, níveis de predação e associações e processos reprodutivos das plantas de polinização e dispersão de sementes.

Dentre as técnicas nucleadoras de restauração, destacam-se: a) transposição do solo; b) transposição de galharia; c) poleiros naturais e artificiais; d) transposição de chuva de sementes, e e) plantio de mudas em grupos de Anderson (BECHARA, 2006; REIS et al., 2003).

### **3 Conclusão**

Diante dos resultados, conclui-se que ainda é grande o número de nascentes que se encontram em desconformidade com o Código Florestal, Lei no 12.651/12, deixando-as expostas a diversos fatores negativos, que interferem tanto na quantidade como na qualidade da água. Segundo a ONU (2015), o Brasil detém cerca de 14% da água doce do mundo, mas vem sofrendo com uma atual escassez hídrica. Um dos problemas é que durante milhares de anos considerou-se a água como um recurso infinito, porém o aumento populacional, as mudanças climáticas, o desmatamento e a falta de serviços de saneamento básico, entre outros, vêm contribuindo para o decréscimo da disponibilidade hídrica em condições potáveis. A partir do estudo, verifica-se a participação das nascentes como as principais fontes contribuidoras no atendimento às atividades domésticas e de subsistência das famílias em espaços rurais. Por isso, torna-se necessário desenvolver ações de sensibilização, via educação ambiental, orientação e acompanhamento técnico, que responsabilizem os moradores das comunidades para o cuidado com as nascentes.



***Avaliação, Conservação e Recuperação de Nascentes em Bacias Hidrográficas***

*José Natal Correia, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Thiago Moreira de Rezende Araújo*

***Referências***

AGRIZZI, V. D. et al. **Qualidade da água de Nascentes do Assentamento Paraíso**. Eng Sanit Ambient, v. 23, n. 3, maio/jun. 2018.a

ALVARENGA, L. A. et al. **Estudo da qualidade e quantidade da água em microbacia, afluente do rio Paraíba do Sul, São Paulo, após ações de preservação ambiental**. Revista Ambiente & Água, Taubaté, SP, v. 7, n. 3, p. 228-240, 2012.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Disponibilidade e demanda de recursos hídricos no Brasil**. Caderno de Recursos Hídricos, Brasília, 2010.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Encarte Especial sobre a Crise Hídrica**. Brasília, 2014.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018: informe anual**. Brasília, 2018.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Indicadores de qualidade: índice de qualidade das águas (IQA). Portal da Qualidade das Águas**. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 18 maio 2019.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Programa produtor de água**. 2012. Disponível em: <http://produtordeagua.ana.gov.br/>. Acesso em: 30 jun. 2019.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: resultados por estado**. Brasília: ANA, Engecorps, Cobrape, 2010.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Programa de Despoluição de Bacia Hidrográficas, PRODES**. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/prodes/prodes2015.asp>. Acesso em: 20 abr. 2019.

ARAÚJO, C. D.; LOUZADA, N. L.; BARONY, A. J. F. **Caracterização da Nascente Localizada na Zona Rural do Município de Dom Cavati, MG com vistas ao Abastecimento da Comunidade**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 8., 27 a 30 nov. 2017, Campo Grande, MS.

BARBIERI, M. D. P. et al. **Qualidade microbiológica da água de algumas nascentes de Muzambinho, MG**. Revista Agrogeoambiental, v. 4, p. 79-84, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v1n12013588>.

BARRETO, S. R.; RIBEIRO, S. A.; BORBA, M. P (coord.). **Nascentes do Brasil: estratégias para a proteção de cabeceiras em bacias hidrográficas**. 1 ed. São Paulo: WWF BRASIL, 2010.



***Avaliação, Conservação e Recuperação de Nascentes em Bacias Hidrográficas***

*José Natal Correia, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Thiago Moreira de Rezende Araújo*

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. **Métodos Silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5., 2002, Belo Horizonte. Anais [...]. p. 123-145.

BRAGA, R. A. P. As Nascentes como Fonte de Abastecimento de Populações Rurais Difusas. Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, dez. 2011. Disponível em:  
<http://www.revista.ufpe.br/rbge/index.php/revista/article/view/265/222>. Acesso em: 7 maio 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, p. 39, 12 dez. 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 429, de 28 de fevereiro de 2011.** Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente, APPs. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=644>. Acesso em: 2 maio 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa plantadores de rios.** 2017. Disponível em:  
<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2017/06/programa-plantadores-de-rios-vai-incentivar-a-populacao-a-preservar-nascentes>. Acesso em: 27 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011.** Disponível em:  
[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acesso em: 20 mar. 2019.

CEIVAP. COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. **Gestão de Bacias:** Dados gerais. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/>. Acesso em: 2 maio 2019.

CONAMA (Brasil). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2011.

CONAMA (Brasil). **Código Nacional de Meio Ambiente.** Lei nacional no 12.651, de maio de 2012. Disponível em: [http://www.planalto.com.br.gov.br/ccivil\\_03\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.com.br.gov.br/ccivil_03_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 27 abr. 2019.

CURY, R.; CARVALHO JÚNIOR, O. Manual para restauração florestal: Florestas de transição. Belém: IPAM, 2011. (Séries boas práticas, v.5).

DAVIS et al. **Springs:** Conserving perennial water is critical in arid landscapes. Biological Conservation. v. 211, p. B, 2017.



***Avaliação, Conservação e Recuperação de Nascentes em Bacias Hidrográficas***

*José Natal Correia, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Thiago Moreira de Rezende Araújo*

EMBRAPA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/regeneracao-natural-sem-manejo>. Acesso em: 2 jun. 2019.

EUROPEAN COMMUNITIES. **Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC):** Guidance Document nº15: Guidance on Groundwater Monitoring. Luxemburgo: European Communities, 2007. 52 p. (Technical Report – 002 – 2007).

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. **Conflitos conceituais sobre nascentes de cursos d'água e propostas de especialistas.** Geografias, Belo Horizonte, jan./jun. 2013. Disponível em: <http://www.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geografias/article/view/583/453>. Acesso em: 5 jul. 2019.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. **Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte, MG.** Geografias, Belo Horizonte, jul./dez. 2012. Disponível em: <http://www.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geografias/article/view/568/438>. Acesso em: 29 set. 2019.

FILGUEIRA, H. J. A.; LIMEIRA, M. C. M.; SILVA, M. R. M. **Cartilha Conservação de Nascentes.** João Pessoa, 2008. Edital MCT/CNPq/CT. AGRONEGÓCIO/CT- HIDRO nº 027/2008.

GJORUP, A.F. et al. **Análise de procedimentos para seleção de áreas prioritárias em programas de pagamento por serviços ambientais hídricos.** Rev. Ambient. Água, Taubaté, v. 11, n. 1, 2016.

GUEDES, H. A. S. et al. **Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, p. 558-563, 2012.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 5 maio 2019.

MACHADO, L. C.; SELVA, V. S. F. **Avaliação do Potencial de Conservação de Nascente na Zona da Mata Pernambucana.** Rev. Geama, Recife, v. 4, n. 1, p. 039-048, jan./mar. 2018.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares.** 2. ed. rev. e ampl. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2007. 255p.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. SEMA. **Nascentes protegidas e recuperadas.** Curitiba, 2010. Disponível em: [http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Cartilha\\_nascentesprotegidas.pdf](http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Cartilha_nascentesprotegidas.pdf). Acesso em: 2 jun. 2019.

POCIDONIO, E. A. L.; TURETTA, A. P. D. **Programas de pagamento por serviços ambientais no Brasil.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2012. 25 p. (Documentos Embrapa Solos, 150).



***Avaliação, Conservação e Recuperação de Nascentes em Bacias Hidrográficas***

*José Natal Correia, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Thiago Moreira de Rezende Araújo*

REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y. **Restauração de áreas florestais degradadas utilizando interações interespecíficas.** In: KAGEYAMA, P. Y. et al. Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu: FEPAF, 2003.

RICE, E. W. et al. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 22. ed. Washington, D.C.: American Public Health Association, 2012.

ROCHA, G. S. et al. **Variação Espaço-Temporal do Índice de Qualidade de Estado Trófico do Reservatório Público de Ceraíma Guanambi, Bahia.** Revista Ibero Americana de Ciências ambientais, v. 5, n. 1, 2014.

SACHS, R. C. C. et al. **Situação atual das matas ciliares no Estado de São Paulo: um estudo preliminar.** Disponível em: <http://ecoeco.org.br/>. Acesso em: 2019.

SEEHUSEN, S. E.; PREM, I. Por que pagamentos por serviços ambientais? In: BECKER, F. G.; SEEHUSEN, S. E. (org.). **Pagamento por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios.** Brasília: MMA, 2011. p. 15-54.

SENAR. SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Programa especial de proteção de nascentes.** Disponível em: <http://www.senar.org.br/programa/programaespecial- protecao-de-nascentes>. Acesso em: 27 jan. 2019.

SIMÕES, M. S. **Pagamentos por serviços ambientais sob uma ótica econômico-ecológica e institucionalista: reconciliando teoria e prática.** Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, UFU, 2014.

SKORUPA, L. A. **Áreas de preservação permanente e desenvolvimento sustentável.** Jaguariúna: EMBRAPA, 2003.

THOMPSON, B. C. et al. **Prioritizing conservation potential of arid-land montane natural springs and associated riparian areas.** Journal of Arid Environments, 2002. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.589.5636&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 24 jun. 2019.

UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos: água para um mundo sustentável.** 2015. Disponível em: [http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary\\_POR\\_web.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary_POR_web.pdf). Acesso em: 3 jul. 2019.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes-Produção de água em pequenas bacias hidrográficas.** 2 ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 2011. 267 p.





***Avaliação, Conservação e Recuperação de Nascentes em Bacias Hidrográficas***

*José Natal Correia, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Thiago Moreira de Rezende Araújo*

VEIGA, F.; GAVALDÃO, M. Iniciativas de PSA de conservação dos recursos hídricos na Mata Atlântica. In: GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. (org.). **Pagamento por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: MMA, 2011.

WICKHAM, J. D.; WADE, T. G.; RIITERS, K. H. **An environmental assessment of United States drinking water watersheds**. *Landscape Ecology*, v. 26, n. 5, p. 605-616, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10980-011-9591-5>.

WWF. WORD WIDE FUND FOR NATURE. **Governança dos Recursos Hídricos**: Proposta de indicadores para acompanhar sua implementação. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/informacoes/biblioteca/?42942/Governana-dos-Recursos-Hdricos--Proposta-de-indicadores-para-acompanhar-sua-implementao>. Acesso em: 9 set. 2019.

WUNDER, S. **Revisiting the concept of payments for environmental services**. *Ecological Economics*, Rio de Janeiro, p. 1-10, ago. 2014. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924646014000000>, até comerciais, desde que citada a fonte.



Esta obra está licenciada sob uma Licença Creative Commons. Os usuários têm permissão para copiar e redistribuir os trabalhos por qualquer meio ou formato, e também para, tendo como base o seu conteúdo, reutilizar, transformar ou criar, com propósitos legais, até comerciais, desde que citada a fonte.