

ADAPTAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA PARA AS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE RIPÁRIAS DA MATA ATLÂNTICA

ADAPTATION OF A RAPID ASSESSMENT PROTOCOL FOR THE
RIPARIAN PERMANENT PRESERVATION AREAS OF THE ATLANTIC
FOREST

ADAPTACIÓN DE UN PROTOCOLO DE EVALUACIÓN RÁPIDA PARA
LAS ÁREAS DE PRESERVACIÓN RIBEREÑA PERMANENTE DEL
BOSQUE ATLÁNTICO

Ricardo Tayarol Marques

Doutor em Engenharia Florestal UFLA

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais -
IFSMG

ricardo.tayarol@ifsudestemg.edu.br

<https://orcid.org/0000-0001-9856-9278>

Luis Antônio Coimbra Borges

Doutor em Engenharia Florestal UFLA

Professor da Universidade Federal de Lavras - UFLA

luis.borges@ufla.br

<https://orcid.org/0000-0003-0344-5008>

Vanessa Cabral Costa de Barros

Doutora em Engenharia Florestal UFLA

Analista de geoprocessamento do YouX group

vanessacabralcb@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0003-4599>

Ana Carolina Maioli Campos Barbosa

Doutora em Engenharia Florestal UFLA

Professora da Universidade Federal de Lavras - UFLA

anabarbosa@ufla.br

<https://orcid.org/0000-0002-9823-1063>

Eliandra Pereira Silva

Mestra em Engenharia Florestal UFLA

eliandrapsilva@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6090-5811>

Resumo

A cobertura vegetal nativa remanescente da Mata Atlântica encontra-se reduzida e muito fragmentada. Neste cenário, as regiões ripárias, que são legalmente protegidas, possuem importante papel na proteção dos recursos hídricos e na manutenção da biodiversidade. Objetivou-se, com este trabalho, adaptar um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), utilizando avaliações qualitativas, para captar o gradiente da qualidade ambiental dos espaços geográficos classificados como Áreas de Preservação Permanente (APP) ripárias, situadas no ambiente da Mata Atlântica. Os indicadores ambientais e parâmetros de avaliação foram desenvolvidos por meio de pesquisa e revisão da legislação e de trabalhos técnicos/científicos sobre a metodologia proposta e as regiões ripárias, seguindo a metodologia dos protocolos da *US Environmental Protection Agency* (EPA). O protocolo desenvolvido foi testado por discentes de graduação da Universidade Federal de Lavras, em APP ripárias da Mata Atlântica. Os discentes foram divididos em dois grupos, sendo um com treinamento e outro sem treinamento prévio de utilização do protocolo. Nos testes de campo o PAR mostrou a capacidade de avaliar a qualidade ambiental das APP ripárias, atendendo os objetivos propostos, sendo de fácil utilização por avaliadores com formação na área ambiental, não existindo diferença significativa quanto à realização de treinamento dos avaliadores na metodologia proposta. No entanto, recomenda-se a realização do treinamento dos avaliadores com o objetivo da obtenção de resultados consistentes e padronizados. A utilização dessa metodologia pode ser de grande importância para a avaliação ambiental das APP ripárias, vindo a servir de base para implementação de programas de recuperação de áreas degradadas e restauração florestal deste ambiente. Devido à sua simplicidade e à sua rapidez, pode ser uma ótima ferramenta de apoio na gestão ambiental.

Palavras chaves: Indicadores ambientais. Recursos hídricos. Avaliação ambiental.

Abstract

The remaining native vegetation cover of the Atlantic Forest is reduced and very fragmented. In this scenario, the riparian regions, which are legally protected, play an important role in protecting water resources and maintaining biodiversity. The objective of this work was to adapt a Rapid Assessment Protocol (RAP) using qualitative assessments, to capture the gradient of environmental quality of geographic spaces classified as riparian Permanent Preservation Areas (PPA), located in the Atlantic Forest environment. The environmental indicators and evaluation parameters were developed through research and review of legislation and technical/scientific work on the proposed methodology and riparian regions, following the methodology of the US Environmental Protection Agency (EPA) protocols. The developed protocol was tested by undergraduate students from the Federal University of Lavras, in riparian PPA of the Atlantic Forest, the students were divided into two groups, one with training and the other without prior training in using the protocol. In field tests, RAP showed the ability to evaluate the environmental quality of riparian PPA, meeting the proposed objectives, being easy to use by evaluators with training in the environmental area, with no significant difference in terms of training evaluators in the proposed methodology. However, it is recommended that evaluators be trained in order to obtain consistent and standardized results. The use of the proposed methodology is of great importance for the environmental assessment of riparian PPA, serving as a basis for implementing recovery programs for degraded areas and forest restoration in this environment. Due to its simplicity, speed is a great support tool in environmental management.

Keywords: Environmental indicators. Water resources; Environmental assessment.

Resumen

La cobertura vegetal nativa remanente del Bosque Atlántico es reducida y está altamente fragmentada. En este escenario, las zonas riparias, legalmente protegidas, desempeñan un papel importante en la protección de los recursos hídricos y el mantenimiento de la biodiversidad. El objetivo de este estudio fue adaptar un Protocolo de Evaluación Rápida (PAR), mediante evaluaciones cualitativas, para capturar el gradiente de calidad ambiental de espacios geográficos clasificados como Áreas de Preservación Permanente (APP) riparias ubicadas en el entorno del Bosque Atlántico. Los indicadores ambientales y los parámetros de evaluación se desarrollaron mediante la investigación y la revisión de legislación y artículos técnicos/científicos sobre la metodología propuesta y las zonas riparias, siguiendo la metodología de los protocolos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). El protocolo desarrollado fue probado por estudiantes de pregrado de la Universidad Federal de Lavras en APP riparias del Bosque Atlántico. Los estudiantes se dividieron en dos grupos: uno con y otro sin formación previa en el uso del protocolo. En pruebas de campo, el PAR demostró su capacidad para evaluar la calidad ambiental de las APP riparias, cumpliendo los objetivos propuestos y siendo fácil de usar para evaluadores con formación ambiental. No se observaron diferencias significativas en la capacitación de los evaluadores con la metodología propuesta. Sin

embargo, se recomienda capacitarlos para obtener resultados consistentes y estandarizados. El uso de esta metodología puede ser fundamental para la evaluación ambiental de las APP riparias, sirviendo como base para la implementación de programas de restauración de áreas degradadas y de restauración forestal en este entorno. Gracias a su simplicidad y rapidez, puede ser una excelente herramienta de apoyo a la gestión ambiental.

Palabras clave: Indicadores ambientales. Recursos hídricos. Evaluación ambiental.

1. Introdução

A ocupação humana do território brasileiro a partir da colonização portuguesa contribuiu para ocorrência de problemas ambientais, como: redução da cobertura vegetal nativa; perda de espécies da fauna e flora; emissão de gases de efeito estufa; alterações climáticas e a escassez de água (Lapola *et al.*, 2014). Por sua localização geográfica privilegiada, o bioma da Mata Atlântica foi intensamente alterado, restando cerca de 11 a 16% da sua cobertura vegetal original, na sua maioria distribuída em fragmentos menores que 50 hectares (Ribeiro *et al.*, 2009; Rezende *et al.*, 2018).

Na tentativa de regular a exploração dos recursos florestais nativos, foram instituídos diversos mecanismos de comando e controle que evoluíram do protecionismo comercial para instrumentos de preservação da vegetação nativa (Sparovek *et al.*, 2011). Atualmente, além das áreas protegidas instituídas pelo poder público e privado (parques, reservas etc.), a legislação florestal brasileira elegeu a Área de Preservação Permanente (APP) e a de Reserva Legal (RL) como principais ferramentas para proteção da vegetação nativa remanescente nas propriedades privadas (Piasentin e Góis, 2016).

A APP possui a finalidade de proteção e preservação do solo, água, fauna e flora, assegurando, assim, o bem-estar do ser humano (Brancalion *et al.*, 2010; Borges *et al.* 2011). Dentre as APP estabelecidas na legislação brasileira, as situadas em regiões ripárias destacam-se na prestação de serviços ecossistêmicos, como: purificação da água, proteção do solo e dos mananciais hídricos (Tundisi e Tundisi, 2010; Brancalion *et al.*, 2016).

Mesmo diante sua importância ambiental e das medidas protetoras sobre as APP ripárias, Rezende *et al.* (2018) levantaram a existência de um déficit de 5,3 milhões de hectares de vegetação nativa nas APP ripárias da Mata Atlântica, considerando a flexibilização concedida para pequenas propriedades rurais pela Lei Federal nº 12.651/2012, denominada Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN). Essa lei também instituiu ferramentas importantes, que com uso de informações georreferenciadas permitem o monitoramento, controle e recuperação desses passivos ambientais (Soares-Filho *et al.*, 2014; Vanzeto *et al.*, 2017).

A utilização de informações georreferenciadas prestadas pelos proprietários rurais em conjunto com informações espaciais obtidas por imagens de satélites permite a otimização dos processos de diagnóstico e controle do uso da cobertura vegetal existente (Brancalion *et al.*,

2016; Vanzeto *et al.*, 2017). Contudo, muitas avaliações referentes à qualidade ambiental de determinado sítio vão depender da análise de parâmetros ambientais realizada *in situ*. Essas avaliações podem ser qualitativas ou quantitativas. Apesar da maior eficiência dos métodos quantitativos, esses apresentam como desvantagem o seu custo elevado e a demora na divulgação dos resultados (Bizzo, Menezes e Andrade, 2014).

Buscando agilidade e redução de custos, a *US Environmental Protection Agency* (EPA) introduziu na década de 1980 o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR), proporcionando de forma rápida e simples, avaliações qualitativas dos recursos hídricos (Silva *et al.*, 2016). A utilização desta metodologia devido à sua versatilidade e adaptabilidade a condições diversas teve grande difusão mundial, sendo utilizada em diversas avaliações específicas como: qualidade de ambientes aquáticos, qualidade das regiões ripárias e qualidade de ecossistemas terrestres (Brinson *et al.*, 2013).

No Brasil, essa metodologia foi introduzida por Callistro *et al.* (2002) na avaliação de pequenos cursos d'água situados em unidades de conservação de Minas Gerais e do Rio de Janeiro. Subsequentemente, na avaliação da estrutura física e funcionamento de ecossistemas fluviais (Rodrigues e Castro, 2008; Krupek, 2010; Firmino *et al.*, 2012; Machado *et al.*, 2015; Ferreira *et al.*, 2016), na avaliação da situação ambiental de veredas (Guimarães, Rodrigues e Malafaia, 2017a), em trabalhos de educação ambiental relacionados aos recursos hídricos (Guimarães, Rodrigues e Malafaia, 2012; Guimarães, Rodrigues e Malafaia, 2017b) e para avaliação de trilhas em unidades de conservação (Rangel e Botelho, 2017).

Diante do exposto, observam-se oportunidades para a utilização das metodologias de avaliação de impactos ambientais rápidas e de baixo custo de execução que possam fornecer suporte para o processo de gestão ambiental. Assim, este trabalho teve como objetivo desenvolver um PAR que, por meio de informações qualitativas, possa de um modo rápido e eficaz, captar o gradiente da qualidade ambiental de APP ripárias situadas no bioma da Mata Atlântica.

2. Metodologia

Desenvolvimento do PAR ripário

O PAR desenvolvido foi projetado para ser utilizado em regiões que compõem as APP ripárias da Mata Atlântica, empregando como documento de referência o protocolo de avaliação biológica de Barbour *et al.* (1999), que é utilizado pela EPA. O protocolo utiliza indicadores, na determinação da qualidade ambiental do local avaliado, que foram definidos considerando a importância e as funções ecossistêmicas exercidas pelas regiões ripárias. São considerados os

fatores relacionados à legislação ambiental; vegetação nativa; conservação do solo; influências antrópicas e qualidade da água.

Os indicadores ambientais são constituídos de parâmetros de avaliação que permitem, por meio da observação visual realizada *in loco*, transformar os inputs qualitativos em outputs quantitativos, propiciando, assim, a comparação do mesmo local em escalas de tempo diferentes, bem como de outros pontos avaliados.

Para este trabalho foram abordados cinco indicadores de avaliação: Legislação florestal e utilização do solo; Vegetação nativa e ecologia da paisagem; Conservação e proteção do solo; Perturbação e poluição da área; Qualidade da água. Os parâmetros ambientais para avaliação dos indicadores utilizados, foram definidos pela realização de uma revisão sistemática de literatura sobre a metodologia adotada, os fatores ambientais envolvidos e a legislação associada às regiões ripárias, utilizando as ferramentas *Google Scholar* e *Web of Science*.

A pontuação total do protocolo desenvolvido foi convencionada em 100 pontos, sendo dívidas equitativamente pelos cinco indicadores avaliados (20 pontos para cada indicador) a pontuação dos parâmetros foi adequada em função do número de parâmetros selecionados por cada indicador.

Teste da aplicabilidade do protocolo desenvolvido

A avaliação da aplicação técnica do protocolo desenvolvido, como instrumento de avaliação da qualidade ambiental, em regiões ripárias, foi realizada em dois pontos às margens de cursos d'água no bioma da Mata Atlântica em Lavras – MG. O ponto 1, localizado à margem do Rio Grande, apresentando como cobertura vegetal a Floresta Estacional Semidecidual Montana, e o ponto 2, situado à margem do Ribeirão Vermelho, em uma área antropizada com a formação de pastagem de braquiária (Figura 1).

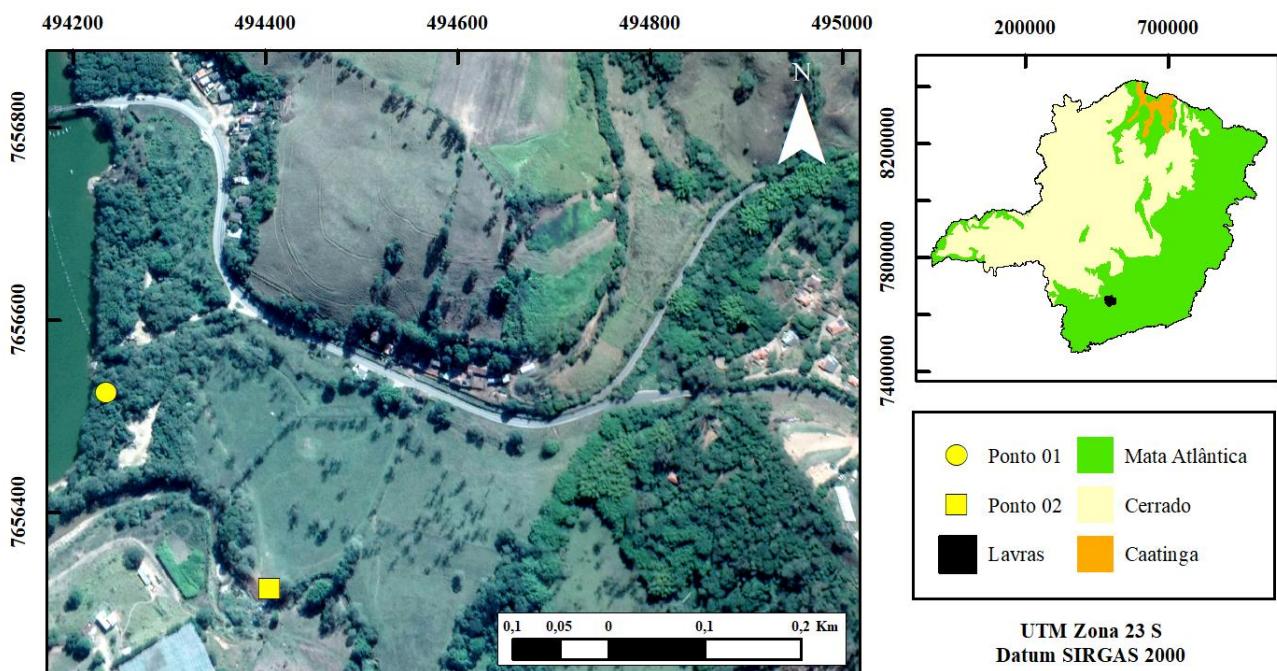


Figura 1. Localização dos pontos de avaliação em campo no município de Lavras – MG – no bioma da Mata Atlântica. Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

As avaliações foram realizadas em uma faixa perpendicular de 30 metros de comprimento e 20 metros de largura, a partir da borda do curso d'água (Figura 2). Por meio do caminhamento dentro desta faixa, os avaliadores realizaram a avaliação dos parâmetros estabelecidos pelo PAR ripário desenvolvido, utilizando o formulário desenvolvido que aborda: a legislação florestal, a vegetação e a ecologia da paisagem, o uso do solo, a conservação e proteção do solo, a perturbação e poluição da área, e a qualidade da água.



Figura 2. Esquema da área amostral a ser utilizada na avaliação de regiões ripárias da Mata Atlântica pelo PAR proposto. Fonte: Elaborado pelos autores 2020.

Seguindo a metodologia de Hannaford, Barbour e Resh (1997), utilizada para validação de um protocolo visual da qualidade de habitats em riachos, confrontando avaliadores com e sem treinamento na metodologia. Nesse trabalho as avaliações foram realizadas por 40 discentes dos

cursos de Ciências Biológicas, Engenharia Ambiental e Engenharia Florestal, matriculados na disciplina Avaliação de Impactos Ambientais da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em 2020. Para testar o entendimento do protocolo proposto e o efeito da realização de um treinamento operacional, os avaliadores foram divididos em dois grupos de 20 alunos: o primeiro grupo realizou as avaliações no campo utilizando apenas as informações avaliativas descritas nos campus do formulário utilizado (PAR desenvolvido); e o segundo grupo realizou as avaliações após a realização de um treinamento operacional, no qual foram orientados sobre a aplicação do protocolo com a descrição técnica de cada parâmetro a ser avaliado (Extensão da vegetação nativa; Principal atividade de uso do solo; Estágio de desenvolvimento da vegetação nativa; Estrutura vertical da vegetação; Proximidade com fragmentos de vegetação nativa; Proximidade com fragmentos de vegetação nativa; Matriz de entorno; Estabilidade das margens; Presença de processos erosivos; Grau de perturbação da área; Presença de fontes de poluição na área; Transparência da água do curso d'água; Odor da água do curso d'água; Oleosidade da água do curso d'água; Cobertura vegetal do leito do curso d'água; Existência e extensão das corredeiras), que serão abordados nos resultados e discussão.

Os resultados obtidos pelos avaliadores foram comparados com a média da população (estabelecida como a pontuação dos autores do protocolo) e entre os avaliadores treinados e não treinados pelo teste *t* de *Student* ao nível de 5% de significância.

3. Resultados e discussão

Protocolo desenvolvido para regiões ripárias

Para captar o gradiente de qualidade ambiental na APP ripária, o protocolo desenvolvido apresenta cinco indicadores que são mensurados por quinze parâmetros de avaliação. Convencionou-se uma pontuação total de 100 pontos para o protocolo, divididos equitativamente entre os indicadores. As pontuações dos parâmetros foram adequadas à manutenção da equidade entre os indicadores (Tabela 1).

Tabela 1. Indicadores ambientais com o número de parâmetros por indicador com suas respectivas pontuações, 2020.

Indicador	Número de parâmetros	Pontuação dos parâmetros	Pontuação total
Legislação florestal e utilização do solo	2	10	20
Vegetação nativa e ecologia da paisagem	4	5	20
Conservação e proteção do solo	2	10	20
Perturbação e poluição da área	2	10	20

Qualidade da água	5	4	20
Total	15		100

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

A classificação da qualidade ambiental do local avaliado é obtida considerando o somatório total dos parâmetros avaliados, sendo estabelecida a seguinte escala de classificação: ruim (0-29 pontos); razoável (30-59 pontos); boa (60-79 pontos) e ótima (80-100 pontos).

O protocolo construído difere, em relação à pontuação e ao número de parâmetros, da versão da EPA utilizada como referência, que trabalha com 10 parâmetros totalizando 200 pontos, e que foi seguida nos trabalhos conduzidos por Barbour *et al.* (1999), Hannaford, Barbour e Resh (1997), Machado *et al.* (2015) e Mejía *et al.* (2017). Os trabalhos com Bizzo, Menezes e Andrade (2014) e Callisto *et al.* (2002) utilizaram 22 parâmetros e 100 pontos; Firmino, Malafaia e Rodrigues (2011), 6 parâmetros e 60 pontos; Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012), 11 parâmetros e 110 pontos; Brinson *et al.* (2013), 15 parâmetros e 1.500 pontos; e Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2017a), 7 parâmetros e 70 pontos. Ressalta-se a versatilidade da adaptação dessa metodologia em favor das condições específicas do local e do propósito da avaliação que será realizada (Brinson *et al.*, 2013).

Os parâmetros utilizados na pontuação dos indicadores do PAR, para as regiões ripárias, com descrição e os devidos escores individuais, são apresentados na Tabela 2.

O indicador de legislação florestal e uso do solo é avaliado por dois parâmetros: **1.** Extensão da vegetação nativa; **2.** Principal atividade de uso do solo (Tabela 2), definidos, conforme estabelecido na LPVN, em relação à manutenção e recomposição de APP ripárias, com o uso consolidado (com presença de atividades antrópicas estabelecidas anteriormente a 22 de julho de 2008), que levam em consideração a largura do rio e o tamanho do imóvel rural (Brancalion *et al.*, 2016; Laudares *et al.*, 2017). Assim sendo, foram utilizadas as metragens mínimas previstas na LPVN, pois o levantamento do tamanho das propriedades rurais, na avaliação *in situ*, tornaria o processo demorado e oneroso.

As classes de uso do solo na APP ripária foram definidas em função do caráter de proteção ambiental que propiciam a essas regiões, estimando as atividades de baixo impacto enumeradas na LPVN (Laudares *et al.*, 2017), assim como os indicadores de uso do solo em bacias hidrográficas estabelecidos por Silva *et al.* (2017).

Comparado aos protocolos utilizados no país, observou-se diferença nos valores e definições desses parâmetros, tendo em vista a grande maioria se basear em uma adaptação de Callisto *et al.* (2002), replicando integralmente as métricas da versão utilizada pela EPA.

A vegetação nativa e a ecologia da paisagem são importantes para que a APP ripária possa exercer suas funções ambientais. Por isso, foram inseridas como indicador do protocolo

construído. Sua avaliação é realizada pelos seguintes parâmetros: **3.** Estágio de desenvolvimento da vegetação nativa; **4.** Estrutura vertical da vegetação nativa; **5.** Proximidade com fragmentos da vegetação nativa; e **6.** Matriz de entorno (Tabela 2).

Na avaliação da vegetação nativa, foram adotados critérios visuais que possibilitaram a avaliação visual, sem a necessidade de recorrer aos inventários da vegetação, sendo escolhido o estágio de desenvolvimento da vegetação na Mata Atlântica (florestal e campestre) estabelecido nas resoluções do Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam) de nº 392/2007 e nº 423/2010 (Brasil, 2007, 2010). A estrutura vertical da vegetação é importante para proteção do solo dessas sensíveis regiões e, para avaliar esse parâmetro, foram adotados os critérios de classificação apresentados por Souza e Soares (2013), que considera a ocorrência ou não de quatro estratos verticais, que são classificados em: superior, médio, inferior e o sub-bosque.

A ecologia da paisagem foi utilizada para avaliar se a APP ripária pode atuar na conexão dos fragmentos de vegetação nativa próximos, permitindo o deslocamento da fauna e a disseminação de propágulos da vegetação. As distâncias foram estabelecidas, com base nos trabalhos realizados por Puerta (2002), Tambosi *et al.* (2014) e Wunderle Junior (1997). Outro ponto avaliado é a permeabilidade da matriz de entorno com relação ao favorecimento do deslocamento da fauna nativa. A permeabilidade foi classificada de acordo com o estabelecido por Pereira *et al.* (2010), para fragmentos florestais da Mata Atlântica.

Tabela 2. Parâmetros com a sua descrição e escore de pontuação desenvolvidos no PAR para as regiões ripárias de Mata Atlântica.

Parâmetro	Ótimo	Bom	Razoável	Ruim
1. Extensão da vegetação nativa	Maior ou igual a 30 metros	De 15 até 30 metros	De 5 até 15 metros	Menor que 5 metros
2. Principal atividade de uso do solo	Preservação (Vegetação nativa)	Baixo Impacto (Sistemas agroflorestais, reflorestamento não madeireiro, fruticultura)	Impactantes (Reflorestamento madeireiro, pecuária, agricultura anual e temporária)	Grande Impacto (Urbanização, indústrias, mineração, criação intensiva de animais)
3. Estágio de desenvolvimento da vegetação nativa	Avançado (Florestal: altura superior a 12 metros, dossel fechado, diâmetro médio superior a 18 cm, sub-bosque pouco expressivo e camada de serapilheira)	Médio (Florestal: altura de 5 a 12 metros, dossel variando de aberto a fechado, diâmetro médio de 10 a 20 cm, sub-bosque intenso e camada de serapilheira)	Inicial (Florestal: altura até 5 metros, dossel variando de aberto a fechado, diâmetro médio inferior a 10 cm, sub-bosque não definido, fina camada de serapilheira)	Inexistente (Vegetação nativa inexistente, área ocupada por atividades antrópicas ou encontra-se degradada)
4. Estrutura vertical da vegetação	5 Estratificada (Ocorrência dos estratos: superior, médio, inferior e sub-bosque)	4 Parcialmente estratificada (Ocorrência do estrato superior com ausência de alguns dos demais estratos)	3 Somente o estrato superior (Ocorrência do estrato superior com ausência dos demais estratos)	2 1 0 Ausência de estratificação (Árvores isoladas, vegetação herbácea, gramineas)
5. Proximidade com fragmentos de vegetação nativa	5 Contínua (Área contínua aos fragmentos)	4 Próxima (Área encontra-se a até 50 metros de distância dos fragmentos)	3 Distante (Área encontra-se a uma distância de 50 a 100 metros dos fragmentos)	2 1 0 Muito distante (Área encontra-se a mais de 100 metros de distância dos fragmentos)
6. Matriz de entorno	5 Alta permeabilidade (Vegetação nativa)	4 Boa permeabilidade (Sistemas agroflorestais, reflorestamento ou fruticultura)	3 Média permeabilidade (Pastagens, agricultura e residências isoladas)	2 1 0 Baixa Permeabilidade (Urbana, indústrias, mineração e agropecuária intensiva)

		5	4	3	2	1	0
7. Estabilidade das margens	Estável (Margens sem evidência de deslocamento de massa, sem potencial para ocorrência de futuros deslocamentos)		Moderadamente estável (Margens com raros sinais de deslocamento de massa, baixo potencial para ocorrência de futuros deslocamentos)		Pouco estável (Margens com sinais recentes de deslocamento de massa, risco elevado para ocorrência de futuros deslocamentos nas cheias)		Instável (Margens apresentando deslocamento de massa, risco iminente da ocorrência de novos deslocamentos)
	10	9	8	7	6	5	4
8. Presença de processos erosivos	Não aparente (Não apresenta sinais de erosão laminar ou sulcos; o solo está protegido pela vegetação ou práticas conservacionistas)		Pequena (Pequena remoção no horizonte A, erosão laminar frequente e pequenos sulcos superficiais)		Grande (Grande remoção no horizonte A, ocorrência frequente de sulcos rasos alternados com sulcos profundos, expondo horizonte B)		Extremos (Solo com o horizonte A removido e grande remoção do horizonte B ocorrência de sulcos profundos e voçorocas)
	10	9	8	7	6	5	4
9. Grau de perturbação da área	Não perturbada (Área isolada sem sinais de perturbação)		Pouco perturbada (Área com pouca perturbação humana, existindo pequenas trilhas com baixo impacto)		Perturbada (Área com perturbação humana, existência de caminhos, carreadores e residências isoladas, sinais de queimadas)		Intensamente perturbada (Área com grande perturbação humana, existência de estradas residências, indústria etc)
	10	9	8	7	6	5	4
10. Presença de fontes de poluição na área	Ausentes (Não apresenta poluição humana em suas atividades)		Pequenas (Pequenos sinais de poluição humana (pesca, Trekking etc) e de suas atividades)		Grandes (Sinais de poluição humana e suas atividades (pesca, camping, banho, etc), agropecuária e residências isoladas)		Intensa (Sinais de grande poluição humana e suas atividades: Indústria, mineração, aglomerado urbano, agropecuária intensiva)
	10	9	8	7	6	5	4
11. Transparência da água do curso d'água	Transparente (Água transparente ou translúcida)		Turva (Água apresenta turbidez com a coloração de chá forte)			Opaca ou colorida (Água apresenta opacidade ou coloração diversa)	
	4	3		2		1	0
12. Odor da água do curso d'água	Sem Odor (A água não apresenta nenhum tipo de odor)		Odor de esgoto (A água apresenta odor característico de esgoto/ovo podre)			Óleo e produtos químicos (A água apresenta o odor característico de óleo ou químicos)	
	4	3		2		1	0
13. Oleosidade da água do curso d'água	Ausente (Não existe óleo na água)		Moderada (Água apresentando oleosidade)			Abundante (Água apresentando manchas visíveis de óleo)	
	4	3		2		1	0
14. Cobertura vegetal do leito do curso d'água	Parcial (O curso d'água encontra-se parcialmente sombreado pela vegetação)		Total (O curso d'água encontra-se totalmente sombreado pela vegetação)			Ausente (Não existe sombreamento do curso d'água pela vegetação)	
	4	3		2		1	0
15. Existência e extensão das corredeiras	Bem desenvolvidas (Corredeiras da largura do curso d'água e comprimento de 2 vezes a sua largura)		Pequenas (Corredeiras menores que a largura do curso d'água e comprimento menor que 2 vezes a sua largura)			Ausentes (Ausência de corredeiras no local avaliado do curso d'água)	
	4	3		2		1	0

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Os indicadores, para a avaliação da vegetação e ecologia da paisagem não foram utilizados nos protocolos construídos no mundo e no Brasil. Contudo esse indicador foi inserido na proposta construída pela importante relação da vegetação com a qualidade da água e a preservação dos recursos hídricos (Marmontel e Rodrigues, 2015), bem como seu papel na manutenção do fluxo gênico entre os remanescentes da vegetação nativa (Campagnolo *et al.*, 2017).

A conservação e a proteção do solo são fatores primordiais à manutenção da qualidade do ambiente aquático, estando presentes nos protocolos utilizados pela EPA (Barbour *et al.*, 1999); para esse indicador, foram utilizados os seguintes parâmetros: **7. Estabilidade das margens**; e **8. Presença de processos erosivos** (Tabela 2).

Avaliou-se a estabilidade das margens em relação à possibilidade do solo que compõe a margem do curso d'água entrar em colapso, ocorrendo o deslocamento da massa do solo para o leito do curso d'água, provocando o assoreamento. O parâmetro foi estabelecido, a princípio,

com base na proposta original de Barbour *et al.* (1999), mas, para o protocolo desenvolvido nesta pesquisa, utilizou-se como referência a proposta de Bizzo, Menezes e Andrade (2014) depois da adequação da pontuação. A avaliação dos processos erosivos que ocorrem na APP ripária foi construída com os preceitos de Callisto *et al.* (2002), utilizando classes de erosão hídrica, para a descrição do solo no campo, apresentadas por Santos *et al.* (2015).

O indicador da perturbação e poluição da área trabalha com dois parâmetros: **9.** Grau de perturbação da área e **10.** Presença de fontes de poluição na área (Tabela 2). Parâmetros não utilizados no protocolo referência, mas importantes para avaliar a influência das atividades humanas na APP ripária, questão avaliada em diversos protocolos adaptados da versão da EPA.

As perturbações que ocorrem na APP ripária foram mensuradas por adequações de métricas utilizadas nos protocolos de Bizzo, Menezes e Andrade (2014) e Silva *et al.* (2016), em conjunto com a avaliação de impacto ambiental em fragmentos florestais de Pereira *et al.* (2010). Já para a presença de fontes, adaptaram-se parâmetros utilizados por Brinson *et al.* (2013) e Silva *et al.* (2016).

O último indicador utilizado no protocolo foi o da qualidade da água, sendo selecionados parâmetros que visualmente fornecem a indicação da qualidade da água de forma eficiente a processos de avaliação de impactos e gestão ambiental. Contudo deve-se salientar que não substituem as análises por instrumentos e testes laboratoriais, para a utilização da água, para dessedentação, produção de alimentos e uso industrial (Barbour *et al.*, 1999). Foram utilizados cinco parâmetros de avaliação: **11.** Transparência da água; **12.** Odor da água; **13.** Oleosidade da água; **14.** Cobertura vegetal sobre o leito do curso d'água e **15.** Existência e extensão das corredeiras (Tabela 2).

A transparência, o odor e a oleosidade da água são parâmetros que visualmente permitem identificar a ocorrência de componentes não comuns à composição da água que podem ser originados do carreamento de partículas do solo para o curso d'água, do despejo de esgoto e de dejetos industriais ou agrícolas (Barbour *et al.*, 1999; Bizzo, Menezes e Andrade, 2014; Callisto *et al.*, 2002), sendo itens constantes nos protocolos que seguem a proposta da EPA, ocorrendo apenas adequações de acordo com sua aplicação.

Os outros parâmetros deste indicador são a cobertura vegetal sobre o leito do curso d'água que, por regular a incidência da luz solar direta sobre a água, contribui à redução da amplitude de variação da sua temperatura, melhorando a qualidade do ambiente aquático (Marmontel e Rodrigues; 2015; Sardinha *et al.*, 2008). A presença e extensão das corredeiras é importante à autodepuração da água, cujo aumento da velocidade de escoamento possibilita o acréscimo nos valores de oxigênio dissolvidos, melhorando a sua qualidade (Gonçalves *et al.*,

2012; Sardinha *et al.*, 2008). Para esses parâmetros, utilizou-se o modelo do protocolo de Bizzo, Menezes e Andrade (2014), adequando à sua pontuação para a versão desenvolvida.

Avaliação da utilização do protocolo para regiões ripárias

O protocolo foi testado em condições de campo, tendo como avaliadores estudantes de graduação da UFLA, divididos em uma equipe não treinada e outra treinada. Os resultados foram comparados estatisticamente pelo teste t a 5% de significância. As médias encontradas pelos avaliadores, comparadas com a média da população (assumida como a pontuação dos autores), não apresentaram diferenças significativas nos pontos avaliados (Tabela 3). Sendo assim, mostrou-se que o protocolo, quando manuseado por profissionais da área de meio ambiente, tem a capacidade de captar o gradiente ambiental da área avaliada de modo simples e rápido.

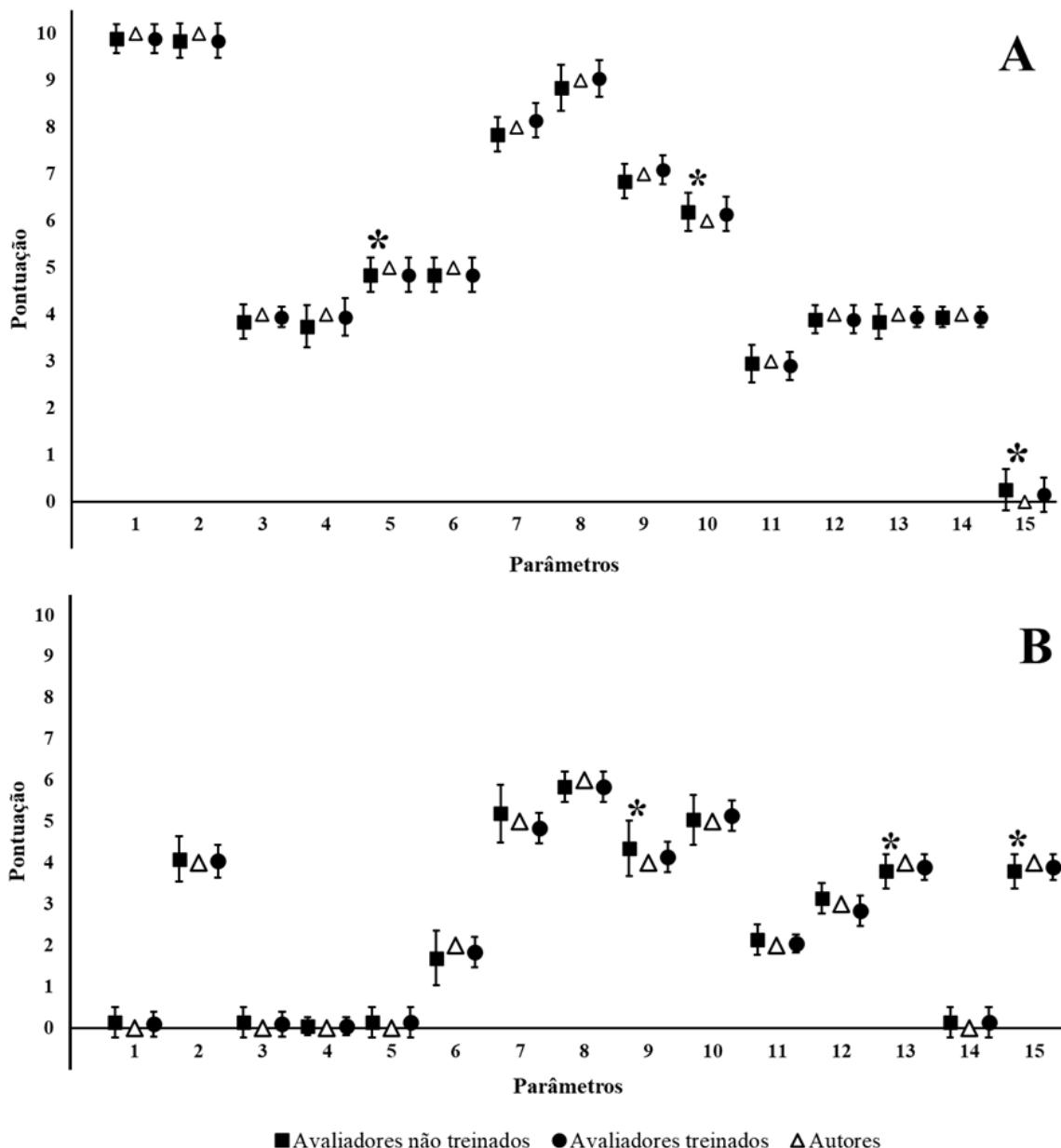
Tabela 3. Resultados estatísticos por meio do valor de t e p-valor das equipes de avaliação em relação à média da população a 5% de significância.

Ponto	Avaliadores não treinados	Avaliadores treinados
01	$t_{(19;0,05)} = -1,916$; $p = 0,0705$	$t_{(19;0,05)} = -1,277$; $p = 0,3157$
02	$t_{(19;0,05)} = -2,027$; $p = 0,0569$	$t_{(19;0,05)} = 0,547$; $p = 0,5906$

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Foi realizada a comparação entre as médias dos avaliadores não treinados e treinados, não sendo observada diferença estatística no ponto 1 ($p(38;0,05) = 0,0631$) e no ponto 2 ($p(38;0,05) = 0,1842$), demonstrando que não ocorre melhoria significativa com a realização do treinamento dos avaliadores, conforme já constatado nas experiências de Callisto *et al.* (2002) e Hannaford, Barbour e Resh (1997).

A análise dos resultados obtidos por parâmetro (média e desvio-padrão), durante o teste de campo, é apresentada na Figura 3. De modo geral, observa-se que as avaliações realizadas pelos avaliadores que não receberam treinamento apresentaram maior variação do desvio-padrão quando comparadas com as dos avaliadores treinados. Fator que, segundo Callisto *et al.* (2002) e Hannaford, Barbour e Resh (1997), justifica a realização do treinamento a pessoas que irão utilizar a metodologia proposta.



Parâmetros: 1. Extensão da vegetação nativa; 2. Principal atividade de uso do solo; 3. Estágio de desenvolvimento da vegetação nativa; 4. Estrutura vertical da vegetação; 5. Proximidade com fragmentos da vegetação nativa; 6. Matrix de entorno; 7. Estabilidade das margens; 8. Presença de processos erosivos; 9. Grau de perturbação da área; 10. Presença de fontes de poluição na área; 11. Transparência da água; 12. Odor da água; 13. Oleosidade da água; 14. Cobertura vegetal sobre o leito do curso d'água; 15. Existência e extensão das corredeiras

Parâmetros seguidos de * diferiram da média da população pelo teste t a 5% de significância.

Figura 3. Resultados das avaliações de campo com a média e desvio-padrão obtidos pelos avaliadores não treinados, treinados e autores realizadas no ponto 1 (A) e ponto 2 (B). Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Comparando a média dos parâmetros obtida pelos avaliadores com a média da população, observou-se que apenas para os estudantes que não receberam treinamento na

metodologia ocorreram diferenças significativas, que foram constatadas nos seguintes parâmetros: Estrutura vertical da vegetação; Grau de perturbação na área ripária; Presença de fontes de poluição na área; Oleosidade da água; Existência e largura de corredeiras (Figura 3). Resultados que podem ser atribuídos às diferenças dos objetivos dos cursos de graduação dos avaliadores (Ciências Biológicas, Engenharia Ambiental e Engenharia Florestal), que podem privilegiar determinadas áreas abrangidas pelo protocolo em detrimento de outras. Isso fortalece a premissa da necessidade de realização do treinamento técnico para a utilização do protocolo proposto, tendo em vista que, com os resultados dos avaliadores treinados, não ocorreram diferenças significativas das médias (Figura 3).

Diversas experiências com avaliações de campo utilizando PAR mostram que o treinamento dos avaliadores é extremamente importante para a obtenção de resultados confiáveis, principalmente, quando os avaliadores apresentam níveis de conhecimento e formações diversas (Guimarães, Rodrigues e Malafaia, 2017b; Rodrigues e Castro, 2008; Rodrigues *et al.*, 2012).

4. Considerações finais

O protocolo desenvolvido é uma ferramenta importante à avaliação da qualidade ambiental de APP ripárias da Mata Atlântica, por ter sido construído com indicadores e parâmetros específicos para a área avaliada, diferindo dos demais estudos realizados com a utilização dos indicadores desenvolvidos para o contexto americano.

O PAR mostrou-se um instrumento viável a ser utilizado em avaliações da qualidade ambiental, por trabalhar com indicadores físicos e biológicos da qualidade da água, solo, vegetação e perturbação da APP para estabelecer a classificação ambiental do local estudado. Por ser uma matriz de impactos ambientais de fácil utilização, confere rapidez e baixo custo operacional à realização de avaliações da qualidade ambiental em APP, podendo ser incorporada em processos de avaliação de impactos ambientais e no monitoramento ambiental tanto por profissionais do setor privado como público.

Por ser uma ferramenta de fácil entendimento e manuseio, para profissionais ligados à área ambiental, pode ser utilizado após uma leitura dos parâmetros de avaliação propostos. Contudo a realização de um treinamento prévio na metodologia desenvolvida agrupa melhor consistência nas avaliações, tendo em vista as diferentes qualificações dos profissionais que atuam na área ambiental.

Apesar do protocolo desenvolvido ter-se utilizado de indicadores aplicáveis às características das APP ripárias do bioma da Mata Atlântica, ele pode ser utilizado em outros biomas, após a realização das adaptações que se fizerem necessárias.

A ferramenta proposta apresenta um grande potencial para a utilização em avaliações e monitoramento ambiental, usando informações qualitativas simples que podem ser associadas a outras ferramentas, como as informações espaciais, por meio de sistemas de informações geográficas, tornando-se assim uma excelente ferramenta de planejamento e gestão ambiental. Deve-se salientar, todavia, que, em determinados estudos que exijam informações mais detalhadas, as avaliações qualitativas não devem substituir os estudos quantitativos utilizando inventários de campo e análises de laboratório.

A utilização da metodologia proposta pode ter uma grande contribuição social e para a gestão ambiental de espaços geográficos importantes, como são as APP ripárias, pois servem de base para implementação de programas de recuperação de áreas degradadas e restauração florestal destes importantes ambientes de uma bacia hidrográfica.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Barbacena pelo aporte financeiro para realização deste estudo.

Referências

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J. B. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers:** periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. 2th ed. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, 1999, 344 p.

BIZZO, M. R. O.; MENEZES, J.; ANDRADE, S. F. de. Protocolos de avaliação rápida de rios (PAR). **Caderno de Estudos Geoambientais**, v. 4, n. 1, p. 4-13, 2014.

BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P.; PEREIRA, J. A.; COELHO JÚNIOR, L. M.; BARROS, D. A. Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. **Ciência Rural**, v. 41, n. 7, p. 1202-1210, 2011.

BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; KAGEYAMA, P. Y.; NAVES, A. G.; GANDARA, F. B.; BARBOSA, L. M.; TABARELLI, M. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, p. 455-470, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000300010>

BRANCALION, P. H. S.; GARCIA, L. C.; LOYOLA, R.; RODRIGUES, R. R.; PILLAR, V. D.; LEWINSOHN, T. M. A critical analysis of native vegetation protection law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. **Natureza & Conservação**, v. 14, p. 1-15, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2016.03.003>

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 392, de 25 de junho de 2007.** Definição de vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no estado de Minas Gerais. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=537>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 423, de 12 de abril de 2010.** Dispõe sobre parâmetros básicos para identificação e análise da vegetação primária e dos estágios sucessionais da vegetação secundária

nos Campos de Altitude associados ou abrangidos pela Mata Atlântica. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=628>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

BRINSON, M.; RHEINHARDT, R.; FERRELL, R.; DUNCAN, B.; HOBBS, L.; MCNAUGHT, D.; PHELAN, J.; RADER, D. A rapid watershed assessment approach for assessing the condition of small, coastal watersheds: protocol and case study. **Ocean & Coastal Management**, n. 71, p. 238-255, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.08.006>

CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

CAMPAGNOLO, K.; SILVEIRA, G. L.; MIOLA, A. C.; SILVA, R.L.L. da. Área de preservação permanente de um rio e análise da legislação de proteção da vegetação nativa. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 831-842, 2017. <https://doi.org/10.5902/1980509828633>

FERREIRA, H. L. M.; CASTRO, P. T. A.; MELO, M. C.; CORDEIRO, P. F.; SOARES, A. C.; MEYER, S. T.; FREITAS, M. D. F. P. de. Ecohydromorphology of river environments of the das Velhas River upstream of Rio de Pedras hydroelectric reservoir, MG, Brazil. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 4, n. 1, p. 41-49, 2016. <https://doi.org/10.9771/gesta.v4i1.14293>

FIRMINO, P. F.; MALAFAIA, G.; RODRIGUES, A. S. L. Diagnóstico da integridade ambiental de trechos de rios localizados no município de Ipameri, sudeste do estado de Goiás, através de um protocolo de avaliação rápida. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 15, n. 2, p. 1-12, 2011. <https://doi.org/10.14210/bjast.v15n2.p1-12>

GONÇALVES, J. C. S. I.; SARDINHA, D. S.; SOUZA, A. D. G.; DIBIAZI, A. L. B.; GODOY, L. H.; CONCEIÇÃO, F. T. da. Avaliação espaço-temporal da qualidade da água e simulação de autodepuração na bacia hidrográfica do córrego São Simão, SP. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, n. 3, p. 141-154, 2012. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.894>

GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. de L.; MALAFAIA, G. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes de ensino fundamental. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, n. 3, p. 241-260, 2012. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.996>

GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. de L.; MALAFAIA, G. Adapting a rapid assessment protocol to environmentally assess palm swamp (Veredas) springs in the Cerrado biome, Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 189, n. 11, p. 1-10, 2017a. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6299-2>

GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. de L.; MALAFAIA, G. Rapid assessment protocols of rivers as instruments of environmental education in elementary schools. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 5, p. 801-813. 2017b,. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua>.

HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T.; RESH, V. H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 16, n. 4, p. 853-860, 1997. <https://doi.org/10.2307/1468176>

KRUPEK, A. R. Análise comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. **Ambiência**, v. 6, n. 1, p. 147-158, 2010.

LAPOLA, D. M.; MARTINELLI, L. A.; PERES, C. A.; OMETTO, J. P. H. B.; FERREIRA, M. E.; NOBRE, C. A.; AGUIAR, A. P. D.; BUSTAMANTE, M. M.; CARDOSO, M. F.; COSTA, M. H.; JOLY, C. A.; LEITE, C. C.; MOUTINHO, P.; SAMPAIO, G.; STRASSBURG, B. B. N.; VIEIRA, I. C. G. Pervasive transition of the Brazilian land-use system. **Nature Climate Change**, n. 4, p. 27-34, 2014. <https://doi.org/10.1038/nclimate2056>

LAUDARES, S. S. A.; BORGES, L. A. C.; AVILA, P. A.; OLIVEIRA, A. L. de; SILVA, K. G.; LAUDARES, D. C. A. Agroforestry as a sustainable alternative for environmental regularization of rural consolidated occupations. **Cerne**, v. 23, p. 161-174, 2017,. <https://doi.org/10.1590/01047760201723022240>

MACHADO, C. S.; ALVES, R. I. S.; FREGONESI, B. M.; BEDA, C. F.; SUZUKI, M. N.; TREVILATO, R. B.; NADAL, M.; DOMINGO, J. L.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Integrating three tools for the environmental assessment of the Pardo River, Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 187, n. 9, p. 1-14, 2015. <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4788-8>

MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. Parâmetros indicativos para qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 171-181, 2015. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.082014>

MEJÍA, I. M.; GONZÁLEZ, Á. B.; LÓPEZ, S. V.; HERNÁNDEZ, J. I. O.; ESPINOZA, J. A. M. Evaluación de la condición ecológica del Río Zahuapan. **Revista Internacional de Contaminación Ambiental**, v. 33, n. 1, p. 7-19, 2017. <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.01.01>

PEREIRA, I. M.; BERG, E. V. D.; PINTO, L. V. A.; HIGUCHI, P.; CARVALHO, D. A. Avaliação e proposta de conectividade dos fragmentos remanescentes no campus da universidade federal de Lavras, Minas Gerais. **Cerne**, v. 16, n. 3, p. 305-321. 2010. <https://doi.org/10.1590/S0104-77602010000300007>

PIASENTIN, F. B.; GÓIS, S. L. L. de. Conservação de remanescentes florestais no Brasil: considerações sobre os principais instrumentos de gestão ambiental. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 36, p. 115-134, 2016. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v36i0.42518>

PUERTA, R. Regeneração arbórea em pastagens abandonadas na região de Manaus em função da distância da floresta contínua. **Scientia Forestalis**, v. 62, p. 32-39, 2002.

RANGEL, L. A.; BOTELHO, R. G. M. Análise ambiental da trilha Sahy-Rubião no parque estadual Cunhambebe em Mangaratiba (RJ) por meio de um protocolo de avaliação rápida. **Geo UERJ**, n. 30, p. 391-418, 2017. <https://doi.org/10.12957/geouerj.2017.23655>

REZENDE, C. L.; SCARANO, F. R.; ASSADD, E. D.; JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; STRASSBURG, B. B. N.; TABARELLI, M.; FONSECA, G. A.; MITTERMEIER, R. A. From hotspot to hopespot: an opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 16, p. 208-214, n. 4, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.10.002>

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed?: implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Adaptation of a rapid assessment protocol for rivers on rocky meadows. **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 20, n. 4, p. 291-303, 2008.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; COSTA, A. T.; NALINI JÚNIOR, H. A. Adequação e avaliação da aplicabilidade de um protocolo de avaliação rápida na bacia do rio Gualaxo do Norte, leste-sudeste do quadrilátero ferrífero, MG, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, n. 2, p. 231-244, 2012. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.872>

SANTOS, R. D.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7. ed. Viçosa, MG: Sociedade de Ciência do Solo, 2015, 101 p.

SARDINHA, D. S.; CONCEIÇÃO, F. T.; SOUZA, A. D. G. de; SILVEIRA, A.; JULIO, M.; GONÇALVES, J. C. S. I. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do ribeirão do Meio, Leme (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 13, n. 3, p. 329-338, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522008000300013>

SILVA, A. R.; FONSECA, A. L. D. O.; RODRIGUES, C. J.; BELTRAME, A. V. Application of ecological indicators in coastal watershed under high pressure during summer period. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21, n. 3, p. 537-548, 2016. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.011615106>

SILVA, M. S.; BUENO, I. T.; ACERBI JÚNIOR, F. W.; BORGES, L. A. C.; CALEGARIO, N. Avaliação da cobertura do solo como indicador de gestão de recursos hídricos: um caso de estudo na sub-bacia do Córrego dos Bois, Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 45-52, 2017. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522017149673>

SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, v. 344, p. 363-364, 2014. https://doi.org/10.1126/science.1246663#_blank

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013, 322 p.

SPAROVEK, G.; BARRETTTO, A.; KLUG, I.; PAPP, L.; LINO, J. A revisão do código florestal brasileiro. **Novos Estudos**, v. 89, p. 111-136, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0101-33002011000100007>

TAMBOSI, L. R.; MARTENSEN, A. C.; RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P. A Framework to optimize biodiversity restoration efforts based on habitat amount and landscape connectivity. **Restoration Ecology**, v. 22, n. 2, p. 169-177, 2014. <https://doi.org/10.1111/rec.12049>

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do código florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 67-76, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000400010>

VANZETTO, G. V.; QUADROS, F. R.; ROVANI, I. L.; DECIAN, V. S. Cadastro ambiental rural e avaliação comparativa entre o antigo e atual código florestal federal em um imóvel. **Ciência e Natura**, v. 39, n. 2, p. 259-271, 2017. <https://doi.org/10.5902/2179460X22711>

WUNDERLE JUNIOR, J. M. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**, v. 99, p. 223-235, 1997. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00208-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00208-9)