

## APLICAÇÃO DO PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA LOCALIZADA AO SUL DE GOIÁS

**Leonardo Batista Pedroso**

Instituto Federal Goiano

[leonardo.pedroso@ifgoiano.edu.br](mailto:leonardo.pedroso@ifgoiano.edu.br)

**Marlene Teresinha de Muno Colesanti**

Universidade Federal de Uberlândia

[mmuno@ufu.br](mailto:mmuno@ufu.br)

### RESUMO

A pressão sobre os recursos hídricos traduz-se por uma série de impactos relacionados à qualidade e à disponibilidade das águas no Brasil. Diante deste cenário, faz-se necessário o desenvolvimento de ações pautadas na gestão dos recursos hídricos. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo aplicar o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios - PAR em uma microbacia hidrográfica presente ao Sul do Estado de Goiás, cujo curso d'água principal é o Ribeirão da Areia, tendo suas águas e de seus afluentes em uso constante por distintas atividades. O protocolo constitui-se na análise de treze parâmetros relacionados às condições ambientais dos cursos d'água e seus respectivos entornos. Foram atribuídas pontuações correspondentes à categoria de sua condição ambiental. O protocolo foi aplicado em 10 pontos espacialmente distribuídos na bacia, de modo a compreender os alto, médio e baixo cursos de seus principais ribeirões. Para todos os pontos, a análise do PAR mostra que, dos dez pontos, sete encontram-se na condição boa, dois na condição ótima e somente um regular. Em praticamente todos os trechos, a cobertura vegetal nativa encontra-se de alguma forma onerada, apresentando largura inferior ao exigido pela legislação vigente e com menor densidade, indicando alterações provenientes de atividades antrópicas.

**Palavras-chave:** PAR; Ribeirão da Areia; Bacia Hidrográfica; Morrinhos.

## APPLICATION OF THE RAPID EVALUATION PROTOCOL OF RIVERS IN A MICRO WATERSHED LOCATED IN THE SOUTH OF GOIÁS

### ABSTRACT

The pressure on the water resources at the last decades is translated into a series of impacts related to the quality and availability of water in Brazil. In this scenario, is necessary to develop actions based on the management of water resources. In this context, this paper has the objective of apply the Rapid Evaluation Protocol of Rivers – REP in a micro watershed present in the South of the Goiás State, whose the main watercourse is the Ribeirão da Areia, having its waters and its tributaries in constant use by different activities, of which, it is emphasized those linked to agricultural and livestock activities. The protocol developed for this research constitute itself in the analysis of thirteen parameters related to the environmental conditions of the watercourses and their respective environments. Were attributed scores corresponding to the category of their environmental condition. The protocol was applied in 10 spatially distributed points in the basin, in order to understand the high, medium and low courses of the main watercourses in the basin. For all the points surveyed, the REP analysis shows that, of the ten points, seven are in the good condition, two in the optimal condition and only one in the regular condition. In practically all the stretches, the native vegetation is found in some way impaired, presenting less width than required by the current legislation and with lower density, indicating changes from anthropic activities.

**Key-words:** REP; Ribeirão da Areia; Watershed; Morrinhos.

## INTRODUÇÃO

O aumento substancial da população mundial verificado nos últimos dois séculos contribuiu de forma severa para o agravamento da situação hídrica. Além da escassez, a poluição tornou-se uma das consequências mais preocupantes, comprometendo o equilíbrio dos ecossistemas, gerando problemas e agravos relacionados à saúde e comprometendo também atividades socioeconômicas que dependem dos recursos hídricos (PHILIPPI JR.; MARTINS, 2005).

Entendendo a água enquanto um recurso indispensável à vida humana e aos ecossistemas, a ameaça ao recurso hídrico, seja em termos de poluição, escassez, deficiência energética, de serviços de saneamento, bem como em termos de mudanças climáticas, também é um risco ofertado às populações humanas. Neste sentido, cerca de 80% da população mundial enfrenta riscos de segurança hídrica (VOROSMARTY et al., 2010).

O Brasil apresenta média anual de vazão de seus cursos d'água superficiais estimada em cerca de 180.000 m<sup>3</sup>/s, 12% da disponibilidade hídrica superficial mundial, com volume per capita disponível de 48.314 m<sup>3</sup> ano/habitante. Segundo a UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (2003), este valor é 28 vezes superior ao que é considerado mínimo para a sobrevivência e garantia de qualidade de vida saudável. Mesmo apresentando tamanha grandiosidade em relação aos recursos hídricos, é possível notar quadros de crise, o que evidencia um descompasso entre disponibilidade e demanda. Isto ocorre pelo fato de a Bacia Amazônica concentrar 73% da água doce do Brasil, contudo, concentrando apenas 5% da população do país em tal região. Desta forma, os 27% restantes concentram-se para 95% da população (LIMA, 2001; TUNDISI, 2014).

O Estado de Goiás insere-se em situação intermediária no contexto brasileiro, pois está no contexto de três grandes regiões hidrográficas: Tocantins-Araguaia, Paraná e São Francisco, estando as duas primeiras entre as três (juntamente com a Amazônica) que apresentam as maiores vazões médias e disponibilidade hídrica específica. Por outro lado, a pressão sobre os recursos hídricos, sejam eles superficiais ou subterrâneos, é menor do que em regiões como a do Atlântico-Leste (ANA, 2005; 2007).

A pressão sobre os recursos hídricos nas últimas décadas traduz-se por uma série de impactos relacionados a qualidade e a disponibilidade das águas no Brasil. Nas áreas mais interioranas do país, prevalece o maior consumo da água sobre atividades-fim relacionadas à produção agropecuária (PHILIPPI JR., 2005; COLLISCHONN; TASSI, 2010; VON SPERLING, 1996).

Grandes ameaças aos recursos hídricos estão também associadas aos malefícios provocados à saúde humana pela presença de organismos patogênicos, causadores de doenças, de forma direta ou indireta. Entre as áreas mais comprometidas, destacam-se aquelas regiões de maior densidade urbana e populacional, pois a grande pressão exercida pelo sistema urbano acarreta prejuízos mais significativos aos corpos hídricos e, por consequência, à população. Tais efeitos comprometem severamente a qualidade de vida e o desenvolvimento social e econômico dos indivíduos próximos (MORAES; JORDÃO, 2002).

Verifica-se também nas áreas urbanas uma grande concentração de esgotos clandestinos e canais de lançamento de rejeitos em cursos d'água urbanos. Os recursos hídricos, em si, possuem capacidade de diluir e assimilar a matéria orgânica decorrente da poluição disposta sobre eles, devido à atuação da microbiota presente nas águas, o que os confere a capacidade de autodepuração. Contudo, tal capacidade é limitada, e quando o volume de matéria é muito grande, a exemplo dos efluentes domésticos dispostos *in natura*, a qualidade hídrica é afetada severamente.

Em algumas propriedades rurais, ainda é possível constatar a ausência da leitura da legislação ambiental vigente, como a Lei nº 9.433/97 – A Lei das Águas de 1997 –, cujo documento final foi aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos em 2006, é a principal política e instrumento norteador da gestão das águas no Brasil, bem como para a Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2015, que “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”.

As macrodiretrizes dispostas na Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, bem como as diretrizes dos Planos Diretores Municipais e aquelas apresentadas pelos Comitês de Bacias e demais órgãos são de suma importância para a conservação das águas. Contudo, o grande desafio em torno da manutenção da qualidade das águas situa-se na dimensão política. Ainda que haja um bom desenvolvimento das políticas de recursos hídricos, com capacidade de integração entre instrumentos técnicos e políticos, a institucionalização dos planos é delicada e complexa devido às deficiências administrativas e orçamentárias (PHILIPPI JR.; MARCON; GRISOTTO, 2009).

Diante deste cenário, faz-se necessário o desenvolvimento de ações pautadas na gestão dos recursos hídricos. Muitas agências governamentais de controle da qualidade ambiental têm utilizado diferentes métodos de avaliação ecológica de rios, suas cabeceiras e todo seu entorno, levando-se em consideração a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Tais medidas, ao avaliar distintos ambientes, comparam diferentes graus de intervenção antrópica e, por meio da aplicação de protocolos e respectivos relatórios, apontam em níveis diferentes de urgência a necessidade de adequação ambiental, restauração e conservação de bacias hidrográficas (CALLISTO et al., 2002; RODRIGUES, 2008).

Dentre o conjunto de técnicas atuais utilizadas para monitorar o ambiente e os recursos hídricos, este trabalho faz uso dos protocolos de avaliação rápida de rios (PAR), que segundo Bizzo, Menezes e Andrade (2014), caracterizam-se por serem sistemas de avaliação qualitativa rápida de cursos d'água superficiais que, em âmbito geral, indicam a qualidade ambiental dos cursos d'água e seus respectivos entornos/ambientes. Esta modalidade de avaliação e análises é realizada *in loco*, isto é, no exato local de ocorrência dos fenômenos analisados.

Os protocolos podem ser continuamente aplicados, na medida em que ocorre a intensificação de atividades de uso e ocupação do solo em áreas de bacias hidrográficas, gerando a degradação de cursos d'água e seus respectivos entornos. Portanto, tratam-se de métodos de avaliação contínuos.

Neste contexto, este trabalho tem por objetivo aplicar o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios - PAR em uma microbacia hidrográfica presente ao Sul do Estado de Goiás, cujo curso d'água principal é o Ribeirão da Areia, tendo suas águas e de seus afluentes em uso constante por distintas atividades, das quais, ressaltam-se aquelas ligadas às atividades agropecuárias.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foi realizada uma revisão da literatura científica sobre a temática de recursos hídricos, qualidade das águas e protocolos de avaliação rápida de rios. Essa revisão foi realizada mediante análise de artigos de periódicos científicos especializados, bem como em livros e materiais dispostos em acervo digital.

O protocolo elaborado para esta pesquisa constitui-se enquanto uma adaptação dos protocolos de Hannaford et al. (1997), Agência de Proteção Ambiental de Ohio - EPA (1987). A adaptação foi necessária no que diz respeito ao levantamento de parâmetros de maior importância para a análise ambiental dos cursos d'água desta região, predominantemente inseridos em região de Cerrado, os quais são apresentados no Quadro 1.

**Quadro 1** – Parâmetros do protocolo de avaliação rápida de rios

Parâmetros
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito
3. Alterações antrópicas
4. Cobertura vegetal no leito
5. Presença de mata ciliar
6. Extensão de mata ciliar
7. Odor da água
8. Oleosidade da água
9. Transparência da água
10. Odor do sedimento

- 11. Tipo de fundo
- 12. Alterações no canal do rio
- 13. Características do fluxo das águas

Aos respectivos parâmetros, foram atribuídas pontuações correspondentes à categoria de sua condição ambiental, sendo essa condição associada à três prováveis pontuações: 0, 2 ou 4 pontos por parâmetro; onde 0 indica uma condição ruim, deficiente; 2 dispõe de uma condição intermediária; e 4 apresenta uma condição boa ou propícia do ambiente analisado para o respectivo atributo. A soma da pontuação para cada um dos parâmetros resulta na seguinte categorização:

**Tabela 1 – Categorização das condições ambientais do PAR**

<b>Categorias das condições</b>	<b>Pontuações</b>
Ótima	41 a 52
Boa	27 a 40
Regular	13 a 26
Péssima	0 a 12

As análises são feitas *in loco*, com análises qualitativas do PAR, e aferições da temperatura ambiente e da água, com utilização de termômetros, trena para medição da largura do canal e aparelho GPS para registro de coordenadas geográficas do local. O protocolo foi aplicado em 10 pontos espacialmente distribuídos na bacia, de modo a compreender os alto, médio e baixo cursos dos principais ribeirões da bacia, conforme apontado na distribuição do quadro em sequência.

**Quadro 2 – Localização e descrição dos pontos de coleta de informações para o PAR**

<b>Ponto</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude</b>	<b>Sub-Bacia</b>	<b>Descrição</b>
<b>Ponto 1</b>	17°41'21.78"S	49° 3'52.05"O	787	Ribeirão da Areia	Alto curso; Córrego Pipoca
<b>Ponto 2</b>	17°43'30.72"S	48°57'48.97"O	736	Ribeirão das Araras	Alto curso, Córrego Samambaia
<b>Ponto 3</b>	17°54'38.31"S	48°56'0.55"O	642	Ribeirão das Araras	Médio curso
<b>Ponto 4</b>	17°53'51.53"S	49° 1'6.71"O	626	Ribeirão da Areia	Médio curso
<b>Ponto 5</b>	17°45'34.32"S	49° 5'9.88"O	717	Ribeirão da Areia	Trecho pós-urbano
<b>Ponto 6</b>	17°50'44.09"S	49°10'25.55"O	860	Ribeirão do Mimoso	Alto curso
<b>Ponto 7</b>	17°57'19.20"S	49° 5'9.76"O	688	Ribeirão do Mimoso	Médio curso
<b>Ponto 8</b>	18° 5'57.03"S	49° 1'37.92"O	668	Ribeirão do Barreiro	Alto curso
<b>Ponto 9</b>	18° 5'41.77"S	48°53'38.21"O	535	Ribeirão da Areia	Exutório da bacia
<b>Ponto 10</b>	18° 1'9.57"S	48°55'44.64"O	579	Ribeirão da Areia	Baixo curso

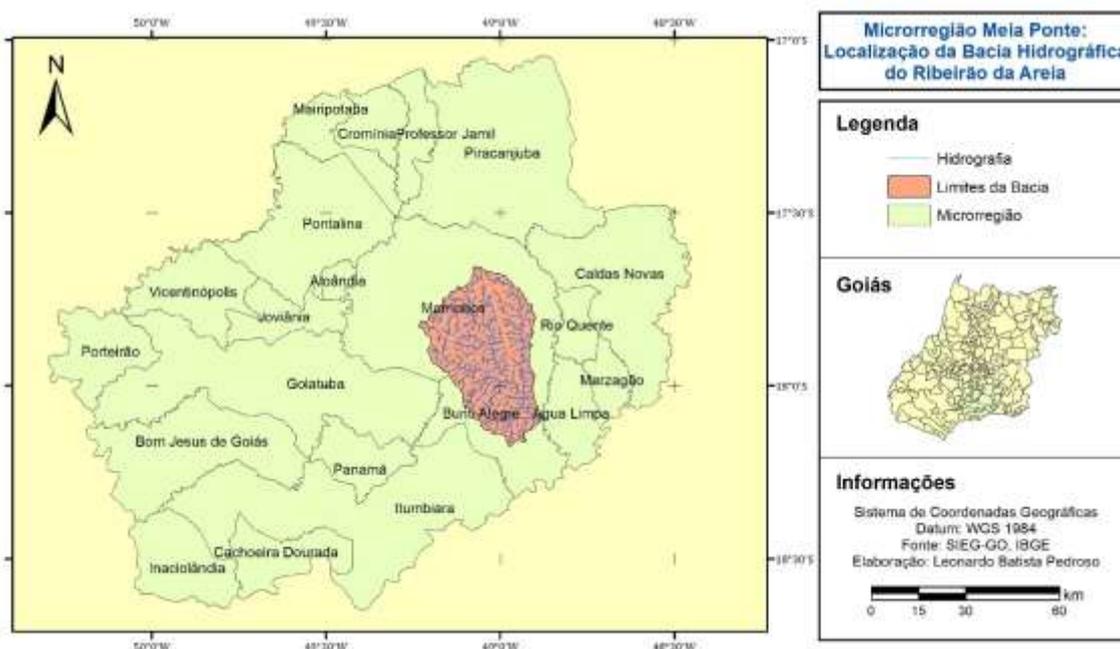
### **Localização e Caracterização da Área de Estudo**

O local do estudo situa-se ao sul do Estado de Goiás. A bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia localiza-se predominantemente entre os municípios de Morrinhos e Buriti Alegre, na Microrregião Geográfica Meia Ponte, conforme mapa a seguir. A região é caracterizada pelo potencial de desenvolvimento constatado a partir da década de 1950, com a mudança da Capital Federal para a região do Planalto Central.

A área total da microrregião é de 21.165,24 km<sup>2</sup>, sendo o município de Morrinhos o de maior unidade territorial, com 2.846,19 km<sup>2</sup>, o que equivale a 13,4% da área da microrregião.

Somando-se a área municipal do referido município com o de Buriti Alegre, tem-se 3.741,64 km<sup>2</sup>, ou 17,6% do total regional. Tais valores representam a notoriedade da bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia para os municípios citados e para toda a região. Ressalta-se que a área da bacia é de 1.266,82 km<sup>2</sup>, 6% da área da Microrregião Meia Ponte. Em contrapartida, os municípios de Aloândia e Rio Quente são os menores, com áreas de 102,16 km<sup>2</sup> e 255,961 km<sup>2</sup>, respectivamente (IBGE, 2015).

**Figura 1** – Microrregião Meia Ponte: Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia

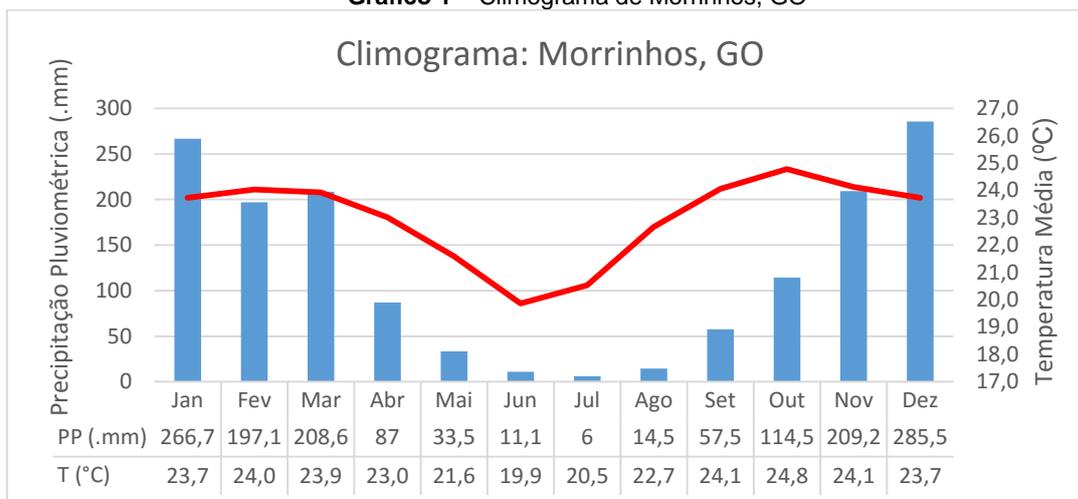


**Fonte:** SIEG-GO, IBGE, 2016; **Elaboração:** PEDROSO, 2017.

A precipitação pluviométrica anual para a região varia entre 1.300 e 1.600 mm, tendo a média computada entre o período de 1973 e 2015 com 1.489,5 mm. O período chuvoso corresponde ao intervalo entre os meses de outubro à março, estando todos com médias superiores a 100 mm mensais. O trimestre chuvoso corresponde aos meses de novembro, dezembro e janeiro, cujas médias somadas ultrapassam 760 mm, mais que a metade do total anual. Em contrapartida, os meses entre abril e setembro correspondem ao período de estiagem, sendo junho, julho e agosto o trimestre seco, cuja soma das médias corresponde a cerca de 31,6 mm. Tem-se uma média de 116 dias com chuva por ano, sendo os meses de dezembro, janeiro e março com maior número, apresentando 20, 19 e 16 dias, respectivamente.

A temperatura média oscila entre 19,9°C e 24,8°C. Desta forma, pode-se inferir duas estações bem definidas: um verão quente e chuvoso, e um inverno seco e ameno. Tais dados podem ser visualizados no climograma disposto a seguir:

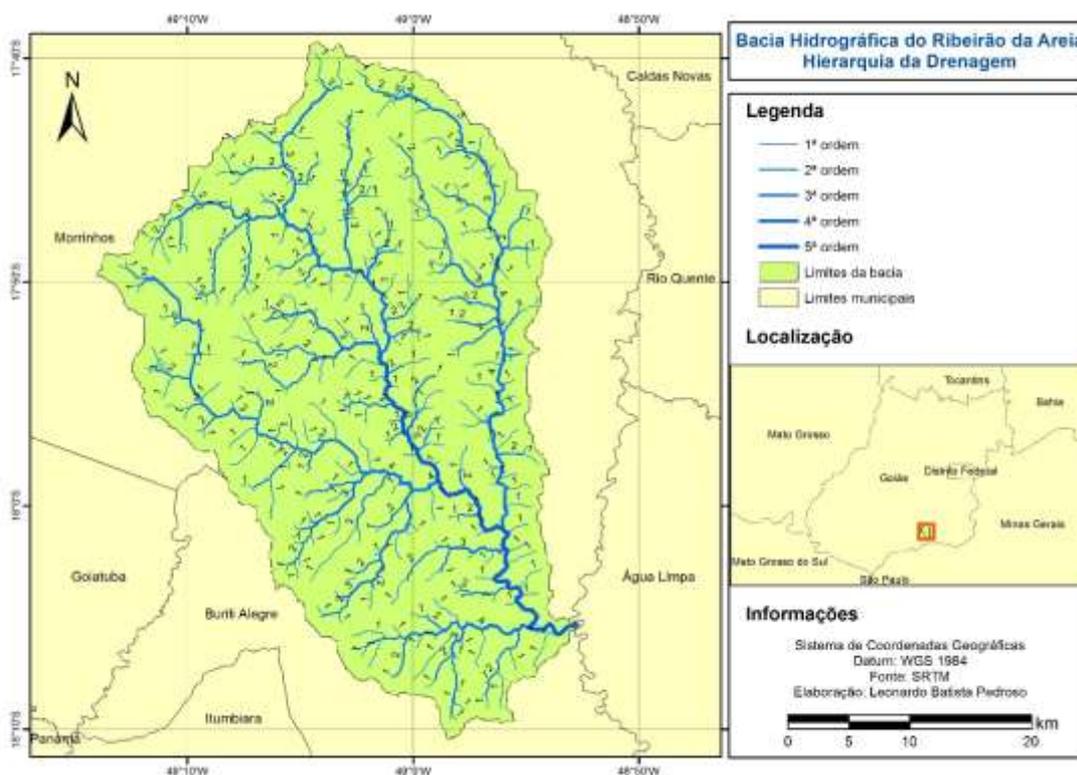
**Gráfico 1 – Climograma de Morrinhos, GO**



**Fonte:** Instituto Nacional de Meteorologia, 1973-2015.

A análise morfométrica de imagens orbitais Landsat 8 (Sensores OLI e TIRS, pontos 72 e 73, órbita 221) permitiu a extração de dados da bacia, os quais acusam uma área drenável de 1.266,82km<sup>2</sup>, com perímetro de 190,61 km, e uma densidade de drenagem calculada em 0,80 km/km<sup>2</sup>. A classificação da hierarquia de drenagem conforme método de Strahler (1952) permitiu a identificação de curso d'água de até 5ª ordem (Figura 2), sendo este o próprio Ribeirão da Areia, tendo tributários importantes como o Ribeirão das Araras, Ribeirão Mimoso e Ribeirão do Barreiro, todos de 4ª ordem, os quais apresentaram pontos de análise.

**Figura 2 – Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia: Hierarquia da Drenagem**



**Fonte:** SRTM, 2016.  
**Elaboração:** PEDROSO, 2016.

## **APLICAÇÃO DO PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DA AREIA, PERÍODO DE ESTIAGEM DE 2016**

A aplicação do PAR ao longo dos dez pontos da bacia revelou aspectos importantes de cunho ambiental, em específico na perspectiva do gerenciamento dos recursos hídricos. Por meio da avaliação dos parâmetros avaliados, foi possível identificar fragilidades e potencialidades locais, ressaltando aspectos naturais e influência antrópica por meio das distintas formas de uso e ocupação do solo.

O Ponto 01 localiza-se no município de Morrinhos, estando em propriedade rural privada. A principal atividade desenvolvida no local é a criação de gado bovino. O curso d'água analisado na propriedade apresenta largura média de 3 m, com profundidade média aproximada de 20 cm. Na aplicação do PAR, o respectivo local recebeu soma total de 34 pontos, enquadrando-se na categoria de condição ambiental considerada boa.

A análise do parâmetro 2, relativo à erosão próxima às margens do leito, indicou aspectos moderado e estável, respectivamente; isto é, constatando-se pequena instabilidade nas margens, porém, não tão acentuada como se verifica em outros locais. O fluxo d'água no leito não se enquadraria como trecho rápido. Por essa característica, o fundo do canal (parâmetro 11) apresentou concentração de lama e areia.

O material presente ao fundo do canal relaciona-se com a pedologia local, com a presença de latossolos vermelho-escuros distróficos, considerados muito compactos e estáveis (LEPSCH, 2011).

Não se constatarem alterações antrópicas significativas no leito, como disposição inadequada de resíduos ou poluição do canal. A cobertura vegetal ao longo do leito no trecho analisado caracterizou-se como parcial, com vegetação proveniente de bambuzal no local. Ao longo do canal, são encontradas espécies nativas ocupando as margens. Entretanto, a presença da mata ciliar não é densa, apresentando trechos como solo exposto e ocupando largura inferior à 12 m, o que indica desflorestamento parcial da área.

O Ponto 02 também localiza-se em Morrinhos, estando em uma altitude de 736 m. O curso d'água é localmente conhecido como Córrego da Samambaia, e representa o alto curso do Ribeirão das Araras, sendo este um dos mais importantes cursos d'água da bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia, por conta de sua extensão.

O trecho analisado não apresentou uso e ocupação do solo por atividades econômicas, à exemplo de comparação com outros locais, como se verificou atividades agropecuárias. No entanto, o ponto situa-se bastante próximo à rodovia GO-213. Neste trecho, o córrego apresentou largura média de 3 m e profundidade de 50 cm, com área de represamento nas margens da rodovia, com a existência de canalização próxima da mesma.

A aplicação do PAR resultou em 36 pontos, enquadrando-se na categoria de condição "boa". Assim sendo, a avaliação dos parâmetros indicou que o tipo de ocupação das margens, embora não preservadas, é de vegetação natural, com a presença de pequenas erosões e com estabilidade média dos solos, levando-se em consideração que o ponto se insere em área de superfície regional de aplainamento. Foram constatadas alterações de origem doméstica, com presença de lixo, a exemplo de garrafas plásticas e embalagens de produtos.

A mata ciliar não era densa, apresentando trechos de solo exposto e, em alguns pontos, hidromorfizado, com presença de buritis (*Mauritia flexuosa*), conforme apresentado na Figura 3. O solo no entorno é o latossolo vermelho-escuro, bastante presente em grande parte da bacia. A extensão da mata ciliar no trecho é média, na categoria entre 12 e 18 m de largura, apresentando intervenção antrópica moderada.

**Figura 3** – Ponto 02: Córrego da Samambaia: área represada e presença de buritis durante período de estiagem



**Fonte:** PEDROSO, 2016.

O Ponto 03 representa o médio curso do Ribeirão das Araras, estando à uma altitude de 642 m, sendo este sequência do curso d'água analisado no Ponto 2. Este local situa-se nas proximidades da rodovia GO 147, que liga os municípios de Morrinhos e Água Limpa, em propriedade privada, também próxima à ponte da respectiva rodovia. A largura média do canal no ponto foi aferida em 8m.

A soma da pontuação atribuída aos parâmetros de análise do PAR no respectivo ponto foi de 44 pontos, o que indica "ótima" condição, recebendo pontuação máxima em todos itens, com exceção dos parâmetros 2 (que se refere à erosão próxima e/ou margens do corpo d'água), 6 (extensão da mata ciliar) e 13 (características do fluxo das águas).

A ocupação da área próxima ao trecho analisado se dá por pastagens degradadas, não se constatando a presença de gado. Porém, as margens do curso são ocupadas por vegetação natural. Há presença de alguns processos erosivos. Não houve alterações antrópicas no leito e nas margens, ou seja, ausência de lançamento de esgotos e disposição inadequada de resíduos, bem como outras prováveis alterações, gerando alta pontuação no respectivo parâmetro de análise no PAR.

O leito é coberto totalmente pela vegetação ripária, apresentando formação típica de mata de galeria. A presença e densidade desta vegetação é alta, com grande diversidade de árvores e arbustos, porém, a extensão enquadra-se entre 12 e 18m no trecho.

As águas e os sedimentos não aparentam odor específico, nem oleosidade, sendo o fundo composto por cascalhos e sedimentos mais grosseiros, indicando maior competência deste curso d'água. Há alterações do canal próximas da área, onde se verifica canalização para passagem da água abaixo da ponte da rodovia.

O Ponto 04 representa o Ribeirão da Areia em seu médio curso, estando situado a 626 m de altitude. No referido trecho, o curso d'água apresenta largura aproximada de 17 m, com trechos mais estreitos e com fluxo rápido. O trecho insere-se predominantemente em área rural, cuja característica é presença massiva de áreas de pastagem.

Na avaliação do PAR, foram somados 30 pontos, categorizando o trecho na condição "boa". O acesso ao curso se deu por uma área íngreme próxima à uma ponte de concreto sobre o Ribeirão, onde constatou-se a presença de erosões próximas às margens, enquadrando-se em

condição intermediária, isto é, de nível moderado. O local encontra-se em zona de erosão recuante, com solos do tipo podzólico vermelho-amarelo.

A ocupação do entorno do canal no local por pastagem estimula impermeabilização destes solos e facilita dinâmica de processos erosivos, sobretudo nas áreas de maior inclinação.

Em relação ao parâmetro 3 (Alterações antrópicas), não foram observados muitos resíduos nas margens, tampouco resquícios de origens industrial, urbana ou outros durante período de estiagem.

Para os parâmetros relacionados à cobertura vegetal, a análise indicou cobertura vegetal parcial sobre o leito, bem como a frágil presença de mata ciliar, com grande desflorestamento, não ultrapassando 10 m de extensão. A densidade da vegetação no trecho também não era tão acentuada, restringindo-se às áreas bem próximas às margens. O quadro geral indica grande desflorestamento e grande intervenção antrópica, facilitando inclusive acesso ao leito.

**Figura 4** – Ponto 04: Ribeirão da Areia: vista da ocupação das margens



**Fonte:** CASTRO, 2016.

O Ponto 05 situa-se em um trecho pós-urbano, isto é, nas proximidades das áreas limítrofes da malha urbana da cidade de Morrinhos, cujo uso e ocupação do solo local se dá por pastagens e cultivos agrícolas em propriedades rurais locais. Também nas proximidades da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE da cidade de Morrinhos, contemplando-se enquanto um ponto estratégico de análise.

Além de vicinal local, o entorno do trecho analisado possui como forma de uso e ocupação do solo áreas de pastagem degradadas e arbustos resquícios da vegetação de Cerrado. No geral, o resultado da avaliação do PAR indicou 26 pontos, enquadrando-se na categoria “regular”.

A cobertura vegetal sobre o leito do curso d’água no período de estiagem foi considerada parcial, com mata ciliar bastante degradada, acusando forte remoção da cobertura vegetal local. Da mesma forma, a largura da vegetação ripária no ponto é pequena, recebendo menor avaliação no parâmetro. No trecho, não se verifica extensão de mata superior a 7 m de largura.

A água apresentou leve odor, associado à decomposição de matéria orgânica. Não foi constatada oleosidade na água; entretanto, em relação à cor, apresentou tonalidade verde-escura e alta turbidez. O tipo de fundo de leito verificado foi o coberto por lama e areia; e os sedimentos, ao contrário da água, não apresentaram cheiro característico.

Não havia presença de trechos muito rápidos, e lâmina d’água estava bem abaixo do nível máximo, ocupando cerca de 50% em relação ao substrato exposto.

O Ponto 06 representa o alto curso do Ribeirão do Mimoso, estando em uma altitude de 860 m. A largura média do canal no trecho analisado foi de 1,5 m. A soma da pontuação atribuída aos parâmetros do PAR foi de 42 pontos, categorizando sua condição como “ótima”.

As margens do curso são ocupadas por vegetação ripária de largura inferior a 10 metros, porém, intensa e diversa, com presença de árvores e arbustos com distintos portes. A cobertura vegetal sobre o leito do córrego também é bastante significativa. O solo no local é bastante hidromorfizado, apresentando erosões moderadas próximas ao leito, dificultando acesso ao mesmo. A região como um todo é composta por latossolos vermelhos, utilizados para distintos cultivos agrícolas, dos quais, destacam-se as culturas canavieira e de tomateiro irrigado por sistema de pivô central, na região em que se insere ao ponto de análise, o que eleva consideravelmente o consumo de água a nível local, sobretudo no período de estiagem.

Em relação aos demais parâmetros, a análise demonstrou que não foram constatados materiais e/ou resíduos de diferentes origens associados a alterações antrópicas no leito. A água e os sedimentos não apresentaram odor específico, nem oleosidade, o que indica, mediante confirmação de análises físico-químicas e microbiológicas, a ausência de lançamentos de efluentes próximos. O fundo do canal ao longo de grande parte de sua extensão na região é coberto por lama, areia e sedimentos de menor granulometria. Menos de 20% do substrato do canal estava exposto, demonstrando baixo grau de rebaixamento da lâmina d’água.

O Ribeirão do Mimoso, em seu médio curso, é representado pelo Ponto 07, situando-se a uma altitude de 688 m, isto é, 172 metros mais baixo que o seu trecho de análise no alto curso, analisado no item anterior. Neste ponto, o Ribeirão apresenta largura média de 7 m e profundidade entre 30 e 40 cm, correndo sobre leito de pedras e cascalhos. A soma da pontuação atribuída ao PAR foi de 34 pontos, condição considerada “boa”.

O trecho recebeu menor avaliação nos parâmetros 5 e 6, que dizem respeito à presença e extensão da mata ciliar, respectivamente. A ocupação da área por áreas de pastagem é extensa, com grande nível de desmatamento no local, também influenciadas pelas erosões consideradas de nível e intensidade moderadas. Desta forma, além da baixa diversidade fitofisionômica, os poucos indivíduos vegetais situam-se bem próximos às margens, cobrindo parcialmente o leito no trecho analisado.

**Figura 5** – Ponto 07: Ribeirão do Mimoso – médio curso: vista do leito e das margens



Fonte: PEDROSO, 2016.

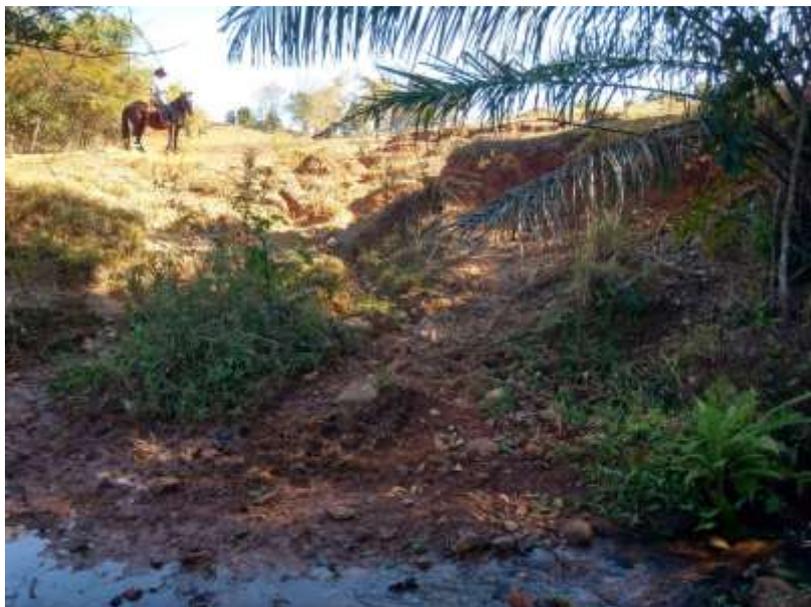
A avaliação do protocolo para as águas não indicou odor e oleosidade no ponto. O mesmo fora observado quanto aos sedimentos do fundo leito, o qual é revestido por cascalhos e pedras. As alterações do canal próximas respondem por uma ponte instalada no local, dando acesso à sede da propriedade rural. A lâmina d'água durante período de estiagem estava bem abaixo do substrato exposto, indicando nível entre 40 e 80% do canal, a qual apresentou transparência e baixa turbidez em pontos de maior profundidade durante o respectivo período.

O Ponto 08 situa-se no Ribeirão do Barreiro, que insere-se predominantemente no município de Buriti Alegre, desaguando no Ribeirão da Areia, a poucos quilômetros do exutório da bacia, em seu encontro com o Rio Piracanjuba. Devido à sua pequena extensão, analisou-se somente seu alto curso que, apesar de situar-se em área rural, está próximo à zona urbana do respectivo município, com acesso dificultado por trechos pedregosos e grande variação altimétrica em vicinal de acesso.

A aplicação do PAR para este trecho do Ribeirão do Barreiro resultou na soma de 32 pontos, enquadrando-se na categoria “boa”.

Neste trecho, o Ribeirão do Barreiro apresentou largura média de 1,5 m, com profundidade aferida entre 15 e 20 cm. O tipo de ocupação das margens enquadra-se na segunda categoria, representado por campo de pastagem. Na região, predominam solos podzólicos vermelho-amarelo e cambissolos, com processos erosivos acentuados. De acordo com Macrozoneamento Agroecológico e Econômico de Goiás (GOIÁS, 2005; 2009), é possível categorizar toda a região às margens dos cursos d'água da área como zonas de erosão recuante, isto é, com forte dissecação regional. Ainda neste contexto, verificou-se que as margens se apresentaram bastante instáveis, com acentuado processo erosivo e presença significativa de material inconsolidado. Verificou-se inúmeras áreas descobertas e susceptíveis à ocorrência de processos semelhantes, afetando a disposição do canal.

**Figura 6** – Ponto 08: Ribeirão do Barreiro – Alto curso: processos erosivos nas margens



Fonte: PEDROSO, 2016.

Embora detectadas ocorrências supracitadas, não foram encontrados lixos e demais resíduos sólidos no local. A água estava transparente e não apresentou odor, assim como os sedimentos. Também não se verificou presença de óleos, graxas ou qualquer outro material visível a olho nu que pudesse gerar algum prejuízo à qualidade do corpo hídrico.

A vegetação ripária, todavia, mostrou-se bastante degradada, apresentando entre 50 e 80% de sua densidade e largura inferior a 5 m no trecho avaliado. Não se pode afirmar que tal

característica seja reproduzida ao longo de todo o canal. Parte da vegetação restante, encontrava-se bem próxima as margens, cobrindo parcialmente o canal.

O Ponto 09 representa o Ribeirão da Areia nas proximidades com o desague no Rio Piracanjuba. Neste trecho, a altitude aferida foi de 535 m. Na avaliação do protocolo, foram atribuídos 40 pontos durante o inverno, categorizando-o como “bom”. O Ribeirão da Areia neste ponto apresentou largura média de 23 m durante e a profundidade estimada neste ponto foi de 2,5 m.

Embora o ponto esteja inserido em uma propriedade rural onde se desenvolve atividade de criação de bovinos, o trecho apresentou como tipo de ocupação das margens a vegetação natural, com trechos proeminentes de campos de pastagem. As margens, no entanto, apresentaram elevado processo erosivo, apresentando instabilidade.

A análise do PAR apontou ausência de alterações antrópicas nas margens (conforme parâmetro 3). A cobertura vegetal verificada sobre o leito é parcial, permitindo sombreamento das encostas, barrancos e conglomerados no leito. A densidade da mata ciliar, no entanto, enquadrou-se entre 50 e 80%, com largura variando entre 12 e 18 m, apresentando pequena influência antrópica. As margens opostas apresentaram extensão e densidade maiores de mata, com difícil acesso devido à forte declividade. Não foram encontrados resíduos nas margens, tampouco a presença de oleosidade nas margens e na água. Trata-se do ponto de análise com maior fluxo, conforme disposto na Figura 7.

**Figura 7** – Ponto 09: Ribeirão da Areia – Exutório: disposição do leito no trecho analisado



Fonte: PEDROSO, 2016.

O Ponto 10, por sua vez, permite a compreensão do estado do baixo curso do Ribeirão da Areia e também dos Ribeirões do Mimoso e das Araras, uma vez que são entendidos como seus tributários. O ponto localiza-se a uma altitude de 579 m. Importante ressaltar que o ribeirão faz a divisão político-administrativa dos municípios de Buriti Alegre (ao sul) e Morrinhos (ao norte). Na aplicação do PAR, o trecho recebeu 34 pontos, enquadrando-se na categoria “boa”.

O tipo de ocupação da área deste ponto do Ribeirão da Areia se dá por vegetação natural, sendo o acesso por meio de propriedade rural, onde se desenvolve criação de bovinos. Há, desta forma, muitas áreas de pastagem próximas ao local de análise. Verificou-se próximo às margens intensa atividade erosiva, tornando as encostas instáveis, situação semelhante à do ponto anterior. Tal condição associada à baixa densidade da vegetação ciliar contribui para a

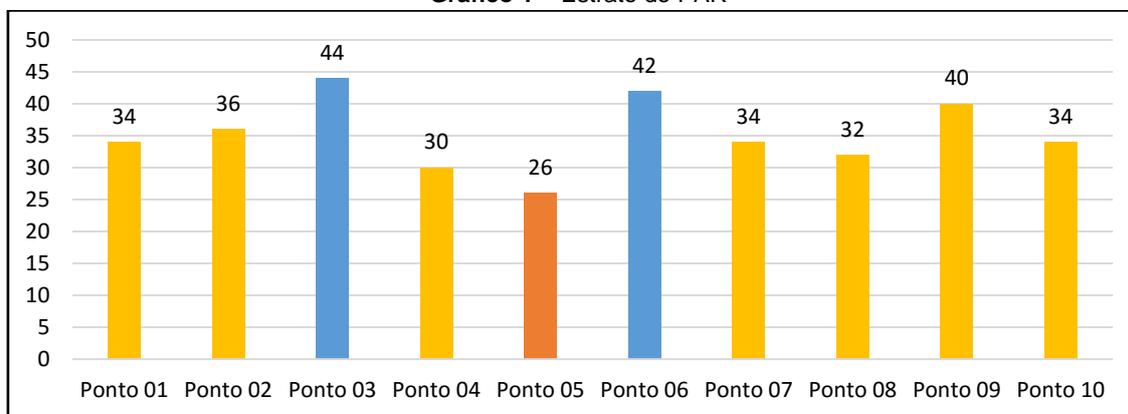
susceptibilidade de intensificação destes processos. A mata ripária dispôs de largura entre 12 e 20 m, com trechos de solo exposto, indicando desflorestamento.

Durante o período de estiagem, a lâmina d'água ocupou entre 40 e 80% do canal, com grande parte do substrato rochoso exposto. No mesmo local, verifica-se estreitamento do canal, influenciando em maior velocidade no deslocamento das águas.

A análise da água pelos parâmetros propostos no PAR indicou bons resultados. Em relação ao parâmetro 9, constatou-se transparência, com baixa turbidez no ponto indicado, mesmo com presença de rápidos. Não havia presença de oleosidade na água, tampouco materiais sólidos nas margens que indicassem presença antrópica intensa.

Em linhas gerais para todos os pontos pesquisados, a análise do PAR mostra que, dos dez pontos, sete encontram-se na condição boa, dois na condição ótima e somente um regular. As maiores pontuações dos extratos do PAR foram de 44 e 42 pontos, respectivamente, enquanto as menores foram de 26 e 32, respectivamente (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Estrato do PAR



Em relação aos parâmetros analisados, em geral, as menores notas foram atribuídas aos parâmetros 5 e 6, sendo eles “Presença de mata ciliar” e “Extensão de mata ciliar”, uma vez, em praticamente todas as localidades estudadas, constataram-se alterações na densidade e extensão das mesmas. Os parâmetros 8, 9 e 10, por sua vez, apresentaram notas mais altas, sendo eles “Oleosidade da água”, “Transparência da água” e “Odor do sedimento”, respectivamente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que a ocupação das margens dos corpos hídricos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia se dá por atividades agropecuárias, ligadas à pastagem para gado e diferentes culturas agrícolas. Assim sendo, em praticamente todos os trechos, a cobertura vegetal nativa encontra-se de alguma forma onerada, apresentando largura inferior ao exigido pela legislação vigente e com menor densidade, indicando alterações provenientes de atividades antrópicas.

Por outro lado, não há a presença de processos erosivos extremos que afetem o curso natural dos leitos, da mesma forma em que não se constatam alterações quanto ao aspecto organoléptico de análise das águas, sobretudo em termos de cheiro.

Tais constatações são objetivas e pontuais, não demonstrando a realidade de toda a bacia hidrográfica, mas sim quanto à pontos específicos localizados em trechos dos alto, médio e baixo cursos dos principais afluentes do Ribeirão da Areia. Observou-se que, até mesmo pontos mais distantes de áreas urbanas, apresentaram fragilidades que refletiram em suas pontuações.

Quanto ao método, a seleção dos parâmetros se mostrou eficaz, pois permitiu identificar as principais fragilidades ambientais locais. A avaliação dos parâmetros em conjunto se faz

necessária para avaliar o quadro geral de qualidade dos corpos hídricos. Embora a pontuação e a categorização dos cursos d'água demonstrem a urgência quanto à necessidade de conservação e preservação dos mesmos, análises mais específicas são indispensáveis no que tange a compreensão das especificidades de cada localidade.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (Brasil). **Recursos hídricos**. Componentes da série relatórios sobre o estado e perspectiva do meio ambiente no Brasil. Brasília: ANA, 2007, 164 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (Brasil). **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Brasília: ANA, SPR, 2005.

BIZZO, M. R. O.; MENEZES, J.; ANDRADE, S. F. Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PAR). **Caderno de Estudos Geoambientais**, Campos dos Goytacazes, v. 4, n. 1, p. 05-13, 2014.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.

BRASIL. Lei n.º 9.433, de 8 de Janeiro de 1997.

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

COLLISCHONN, W; TASSI, R. **Introduzindo Hidrologia**. Porto Alegre: IPH UFRGS, 2010.

Environmental Protection Agency – EPA. Biological criteria for the protection of aquatic life. **Division of Water Quality Monitoring Assessment**, Columbus, Ohio, v. 1-III, 1987. 120 p.

GOIÁS. **Macrozoneamento Agroecológico e Econômico do Estado de Goiás**: Produto V: Elaboração do termo de referência do zoneamento agroecológico e econômico do Estado de Goiás. Goiânia: SEGPLAN, 2009.

GOIÁS. Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás**: Relatório Final. Goiânia, 2005. 81 p.

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

LEPSCH, I. F. **19 Lições de Pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456p.

LIMA, J. E. F. W. **Recursos hídricos no Brasil e no mundo**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 46 p.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 370-374, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102002000300018>

PHILIPPI JR., A. (Org.). **Saneamento, saúde e ambiente**: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri: Manole, 2005. 842 p.

PHILIPPI JR., A.; MARCON, G.; GRISOTTO, L. E. G. Desafios para a gestão dos recursos hídricos e o desenvolvimento urbano. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 65-91, jul./dez. 2009.

PHILIPPI JR., A.; MARTINS, G. Águas de abastecimento. In: PHILIPPI JR., A. (Org.). **Saneamento, saúde e ambiente**: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri: Manole, 2005. p. 117-180.

RODRIGUES, A. S. L. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos em campos rupestres**.

2008. 188 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no Brasil**: problemas, desafios e estratégias para o futuro. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014. 76 p.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION – UNESCO. **Water for People Water for Life**: The United Nations World Water Development Report. World Water Assessment Programme. Paris: UNESCO, 2003. 36 p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 1.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG, 1996. 452 p.

VÖRÖSMARTY, C. J.; MCINTYRE, P. B.; GESSNER, M. O.; DUDGEON, D.; PRUSEVICH, A.; GREEN, P.; GLIDDEN, S; BUNN, S. E.; SULLIVAN, C. A.; REIDY LIERMANN, C. E P. M. DAVIES, P. M. Global threats to human water security and river biodiversity. **Nature**, n. 467, p. 555-561, 2010. <https://doi.org/10.1038/nature09440>