

## UTILIZAÇÃO DOS PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS COMO INSTRUMENTOS COMPLEMENTARES NA GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS ENVOLVENDO ASPECTOS DA GEOMORFOLOGIA FLUVIAL: UMA BREVE DISCUSSÃO

---

Aline Sueli de Lima Rodrigues<sup>1</sup>, Paulo de Tarso Amorim Castro<sup>2</sup>, Guilherme Malafaia<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Urutaí e Pesquisadora do Núcleo de Pesquisa em Ciências Ambientais e Biológicas (NPCAB). Urutaí, GO – Brasil. e-mail: [rodriguesasl@yahoo.com.br](mailto:rodriguesasl@yahoo.com.br).

<sup>2</sup>Professor da Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, MG – Brasil.

<sup>3</sup>Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Urutaí e Pesquisador do Núcleo de Pesquisa em Ciências Ambientais e Biológicas (NPCAB). Urutaí, GO – Brasil.

---

### RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo geral apresentar brevemente as razões pelas quais o uso dos protocolos de avaliação rápida de rios, por meio de uma abordagem geomorfológica, constitui-se uma importante ferramenta auxiliar na compreensão da formação, constituição e dinâmica dos sistemas fluviais, bem como no seu monitoramento. Os protocolos de avaliação rápida de rios, no âmbito da conservação e preservação dos recursos hídricos, podem ser utilizados como instrumentos complementares nos programas de avaliação da qualidade, recuperação e preservação dos ecossistemas fluviais e, portanto, como ferramenta útil para os órgãos gestores e controladores dos recursos naturais. No decorrer do artigo é possível notar que o uso dos protocolos disponibiliza informações adicionais que, associadas às condições físico-químicas e biológicas das águas, possibilitam avaliar a condição ambiental dos sistemas fluviais sem limitar-se a visão antropocêntrica de padrões utilitários de uso das águas.

**PALAVRAS-CHAVE:** protocolos, avaliação, rios, habitats, geomorfologia

### BRIEF DISCUSSION ON THE USE OF THE RAPID RIVERS ASSESSMENT PROTOCOLS AS COMPLEMENTARY INSTRUMENTS IN MANAGEMENT OF RIVER BASINS INVOLVING FLUVIAL GEOMORPHOLOGY ASPECTS

### ABSTRACT

This paper aimed to present briefly the reasons for which the use rapid river assessment protocols, through a geomorphological approach, an important auxiliary tool for the understanding of the formation, constitution and dynamics of the fluvial systems. In the context of the conservation and preservation of the water resources, the rivers rapid assessment protocols can be used as complementary instruments in the monitoring programs of the quality, recovery and preservation of the fluvial

ecosystems and, therefore it is a fundamental tool for natural resources managers and controller agencies. The use of protocols disponibilizes additional information that associates to the biological physical-chemical conditions of waters that turn possible to evaluate the environmental condition of the fluvial systems without limiting it to anthropocentric vision of utilitarian standards of use of water.

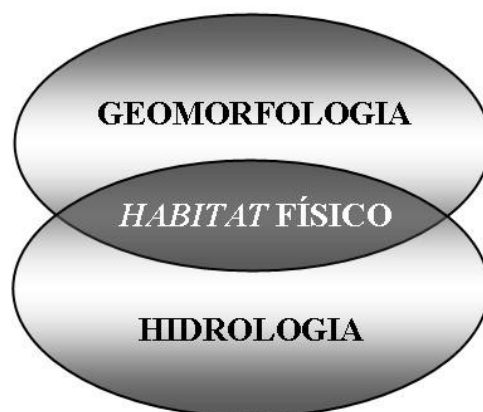
**KEYWORDS:** protocols, assessment, rivers, habitats, geomorphology

## INTRODUÇÃO

Desde os primórdios de sua existência, o ser humano, como qualquer outra espécie que habita o planeta Terra, interage com seu *habitat*, modificando-o e transformando-o de acordo com suas necessidades. Ao longo dos anos de exploração dos recursos naturais os sistemas hídricos, em especial, têm tido suas características drasticamente alteradas. Alterações diretas como as decorrentes de construção de represas, reservatórios, retificação e canalização de cursos d'água, são exemplos claros da interferência antrópica sobre a paisagem natural destes recursos. Indiretamente, o uso continuado – e inadequado – do solo vem provocando aumento de carga através da drenagem difusa, sem contar a descarga de grandes quantidades de efluentes orgânicos e inorgânicos, nas regiões mais populosas e/ou industrializadas (SCHWARZBOLD, 2000).

Do ponto de vista geomorfológico os rios são vistos como uma etapa ou elo do ciclo hidrológico (SCHWARZBOLD, 2000). Para Curry (1972), os rios são como um “*locus*” de erosão, transporte e deposição de material suspenso e de materiais geológicos ativamente carregados, em equilíbrio hidrodinâmico e com energia distribuída, atuando ativamente na superfície das áreas terrestres.

Assim, considerando a importância dos rios para os mais variados fins, ressalta-se a importância da adoção de métodos de avaliação desses sistemas de caráter integrado que não restrinja a avaliação dos mesmos à qualidade de suas águas. É necessário que se incorpore nas avaliações dos rios aspectos mais genéricos, como as características sedimentológicas, ecológicas, físico-químicas, biológicas e inclusive as geomorfológicas, a fim de que cada uma destas se complemente mutuamente disponibilizando informações mais completas sobre a qualidade dos recursos hídricos (KARR & CHU, 1999, BARBOUR & STRIBLING, 1991). De acordo com Maddock (1999) e mais recentemente Rodrigues *et al.* (2010), os *habitats* disponíveis à biota aquática sob o ponto de vista físico são determinados pelo entendimento da interação entre variáveis como a geomorfologia e a hidrologia (figura 1), ambas intimamente ligadas à geologia dos substratos.



**FIGURA 1:** Interação entre os aspectos da geomorfologia e da hidrologia na determinação da qualidade do *habitat* físico. Modificado de Maddock (1999).

Neste contexto, inserem-se os protocolos de avaliação rápida de rios (PARs), instrumentos de monitoramento dos sistemas fluviais, que consideram entre os outros, os processos geodinâmicos externos como condicionantes básicos da estrutura e funcionamento dos ambientes fluviais (RODRIGUES & CASTRO, 2008a). Dentre os atributos de caráter geomorfológico avaliados pelos PARs destacam-se: “*características dos substratos ao longo do curso d’água e em poços*”, “*padrões de velocidade/profundidade*”, “*deposição de sedimentos*”, “*alterações do canal*”, “*freqüência de corredeiras*”, “*sinuosidade do canal*” e “*estabilidade das margens*”.

Assim, em resposta à necessidade de incorporar nas propostas de avaliação e monitoramento ambiental de rios escalas mais abrangentes que as, usualmente, utilizadas, este trabalho tem como objetivo apresentar as razões pelas quais a avaliação rápida de rios através de uma abordagem geomorfológica constitui-se uma importante ferramenta auxiliar na compreensão da formação, constituição, na dinâmica dos sistemas fluviais, bem como no monitoramento dos mesmos. O desenvolvimento de programas de monitoramento e avaliação ambiental, bem como de recuperação de áreas degradadas requer o conhecimento e a compreensão da dinâmica do relevo terrestre onde se esteja atuando (GUERRA, 2003). Na medida em que métodos de avaliação capazes de perceber pequenas mudanças são utilizados, a conservação e o gerenciamento dos recursos hídricos tornam-se mais fáceis e mais eficientes em longo prazo. A verificação precoce de pequenas mudanças na paisagem, proporcionadas pelas ações antrópicas possibilita impedir a expansão das mesmas a todo ecossistema fluvial possibilitando que medidas mitigadoras sejam desenvolvidas.

### **PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS (PARS)**

A idéia dos PARs surgiu em meados da década de 1980 nos Estados Unidos, quando na ocasião os órgãos ambientais perceberam a necessidade de se estabelecer métodos de avaliação qualitativos, devido ao alto custo e demora das pesquisas quantitativas. Em resposta ao relatório da Agência Ambiental dos Estados Unidos “*Surface Water Monitoring: A Framework for Change*” (EPA, 1987) que

ênfatizava a reestruturação dos programas de monitoramento praticados, foi publicado em 1989 um documento escrito por Plafkin *et al.* (1989) que estabeleceu então os primeiros protocolos. De acordo com os autores, esses protocolos foram adequados para fornecer dados básicos sobre a vida aquática, para fins de qualidade da água e gerenciamento de recursos hídricos.

Desde então, o que tem sido visto é um aumento das discussões acerca da importância da utilização de critérios integradores na avaliação da qualidade dos recursos hídricos e da utilização de métodos que englobam estes critérios. Na Austrália, por exemplo, o governo desenvolveu um programa de avaliação da “saúde” dos sistemas fluviais do país chamado *Australian River Assessment System* (AusRivAS), que realiza, atualmente, o monitoramento dos ecossistemas lóticos através de protocolos (PARSONS *et al.*, 2002). No Brasil, a técnica ainda se encontra restrita a projetos desenvolvidos principalmente em programas de pós-graduação, e como exemplos podem ser citados os trabalhos de Callisto *et al.* (2002), Ferreira (2003), Upgren (2004), Minatti-Ferreira & Beaumord (2006) e Rodrigues & Castro (2008b).

Nos PARs é estabelecido, em princípio, um limite considerado normal baseado em valores obtidos de locais minimamente perturbados, tomados como “referência” (PLAFKIN *et al.*, 1989) partindo da premissa de que os cursos d’água pouco afetados pela ação humana exibem condições ambientais mais favoráveis (MINATTI-FERREIRA & BEAUMORD, 2004). Após um treinamento prévio, os avaliadores vão a campo e os protocolos adaptados às especificidades regionais, para as quais foram desenvolvidos, são aplicados sem a utilização de aparato tecnológico. As pontuações atribuídas a cada um dos parâmetros avaliados indicam o estado de “saúde” do sistema. Notas maiores refletem um bom estado de conservação, enquanto notas menores indicam que existe um estado de degradação severa. O resultado final do protocolo é obtido a partir do somatório dos valores atribuídos a cada parâmetro proposto, o qual reflete o nível de integridade ambiental encontrada nos trechos de bacias estudados.

## **CARÁTER GEOMORFOLÓGICO DOS PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS**

Entender as características e a dinâmica dos corpos hídricos é fundamental para a preservação e manutenção dos ecossistemas fluviais, principalmente quando se parte do pressuposto de que as condições ambientais de um rio estão relacionadas aos aspectos físicos do *habitat*. Os PARs enquanto instrumentos viáveis na avaliação destes sistemas são tidos como uma proposta metodológica que avalia de modo integrado os dados físicos que determinam a qualidade dos corpos d’água, permitindo a obtenção de informações que possibilitem o planejamento do uso e conservação dos recursos hídricos. Através dos parâmetros avaliados nos PARs é possível detectar perturbações na dinâmica fluvial decorrentes das alterações antrópicas na paisagem a qual influencia direta e/ou indiretamente o funcionamento e a natureza dos corpos d’água.

Os PARs podem ser considerados instrumentos úteis no estudo de geomorfologia fluvial, uma vez que, auxiliam e geram informações importantes para a compreensão da dinâmica dos sistemas lóticos bem como auxiliam o entendimento das relações existentes entre a exploração expressiva desses

sistemas e os elementos físicos que determinam sua qualidade ambiental, com vista à conservação dos recursos hídricos.

O parâmetro “*soterramento*”, por exemplo, incluído nos PARs propostos por Barbour & Stribling (1991), Barbour *et al.* (1999) e Rodrigues & Castro (2008b), é um atributo que reflete alterações humanas causadas na paisagem tais como o desmatamento de matas ciliares, a ocorrência de erosões, a construção de barragens, a exploração de areia e cascalho e mudanças no canal. Conforme proposto por Sylte e Fischenich (2002), este parâmetro permite avaliar a extensão na qual as rochas, cascalhos, seixos, partículas de clastos e galhos estão cobertos ou mergulhados no fundo do rio dentro da fração areia, silte ou argila, o que reduz a área de superfície disponível para a biota aquática.

Já o parâmetro “*deposição de sedimentos*”, oriundo de processos autóctones ou de processos também ligados às alterações na paisagem, tem papel importante na estruturação dos ecossistemas lóticos (FRANÇA *et al.*, 2006). A avaliação deste parâmetro permite a obtenção de informações referentes à influência dos sedimentos sobre as comunidades aquáticas e o quanto a composição granulométrica é responsável pela estrutura e distribuição destas comunidades em ecossistemas lóticos. Ações antrópicas que apressam o processo de erosão conseqüentemente aumentam o transporte de materiais pelo fluxo d’água e a deposição de sedimentos no leito dos rios. Dentre elas destacam-se: (i) construções urbanas próximas às encostas que fazem parte da bacia hidrográfica, (ii) técnicas agrícolas inadequadas, como as que promovem desmatamentos extensivos para dar lugar a áreas plantadas e (iii) ocupação desordenada dos solos às margens ribeirinhas.

Outra alteração geomorfológica que pode ser percebida durante avaliação de rios através dos PARs diz respeito às alterações na declividade do terreno, considerado fator principal na determinação da energia de transporte e do aumento na velocidade dos cursos d’água (SCHWARZBOLD, 2000). Através do parâmetro “*padrões de velocidade/profundidade*”, o qual traduz a capacidade do ecossistema aquático de fornecer e manter um ambiente estável, é possível notar a presença de fatores ou processos da dinâmica externa que alteram o gradiente normal da velocidade do fluxo d’água e a profundidade dos corpos hídricos. De acordo com Schwarzbald (2000), em rios sem modificações na declividade do terreno provocadas pela ação humana o gradiente de velocidade tende a ser maior próximo à nascente, diminuindo em direção à foz. Se há um aumento da velocidade em direção à foz – acompanhando o aumento da vazão – ocorre aumento exponencial da energia a ser dissipada, o que na prática resulta em consequências que se fazem sentir em toda extensão do leito do rio ou de sua planície de inundação, tais como o (i) aumento efetivo de transporte de materiais suspensos na coluna de água, (ii) gradativa deposição desses materiais suspensos, (iii) construção de uma planície aluvial, (iv) assoreamento do leito, (v) formação de deltas quando da confluência em ambientes de ordem superior, (vi) erosão nas margens côncavas, (vii) arraste por rolamento de material rochoso do leito e (viii) abrasão do material de fundo (SCHWARZBOLD, 2000). Segundo Gordon *et al.* (1992), um canal estável não exhibe mudanças progressivas na declividade, contorno ou dimensões, embora possa sofrer pequenas variações em períodos de cheia.

Outro parâmetro comumente utilizado nos PARs diz respeito à “*freqüência das corredeiras*”, que enquanto variável geomorfológica é indicativa de alta

qualidade do *habitat* e da diversidade faunística (BARBOUR *et al.*, 1999). Nas cabeceiras, as corredeiras são usualmente contínuas e a presença de cachoeiras ou seixos rolados proporcionam a baixa sinuosidade do canal e realçam a estrutura do curso d'água (RODRIGUES & CASTRO, 2008b). A detecção de alterações na frequência das corredeiras em um determinado rio pode ser indicativa de acidentes geomorfológicos ao longo da microbacia estudada.

Com relação à avaliação dos parâmetros “*sinuosidade do canal*” e “*alterações no canal*” também é possível perceber a influência dos processos ligados à dinâmica externa capazes de modificar o funcionamento natural de um sistema fluvial. Poucos meandros ou curvas ao longo do curso d'água em um rio de baixo curso pode ser indicativo da péssima qualidade do sistema lótico sob investigação. Segundo Barbour *et al.* (1999), um alto grau de sinuosidade fornece *habitats* e fauna variada e o curso d'água melhora sua capacidade de controlar o movimento das ondas quando a corrente flutua durante as fortes chuvas, consistindo em um importante parâmetro na avaliação do meio físico. A absorção de energia pelas curvas protege o curso d'água de excessivas erosões e enchentes e fornece refúgio para a biota durante os eventos de tempestade (GORDON *et al.*, 1992). Por sua vez, as “*alterações no canal*” podem ser percebidas através da presença de diques, aterros, terraplanagens, barragens, enroçamentos ou outras formas de estabilização artificial das margens. A retificação de rios, as canalizações ou impermeabilizações causadas pelas obras de engenharia têm como consequência direta a redução da área de drenagem das bacias hidrográficas o que provoca uma redução drástica na densidade e diversidade de espécies aquáticas. Em áreas onde predominam atividades agrícolas ou onde o crescimento populacional é mal planejado, são nítidas as alterações no canal refletindo uma péssima qualidade ambiental dos sistemas lóticos (PALMER *et al.*, 2005).

Já o parâmetro “*estabilidade das margens*”, conforme afirmam Barrella *et al.* (2001), está relacionado à presença de vegetação nas margens, sendo que a retirada da vegetação ripária proporciona condições favoráveis ao assoreamento causado pela própria erosão do solo adjacente. Além disto, a retirada da mata ciliar associada à declividade do terreno exerce influência na infiltração da água da chuva e na velocidade do escoamento superficial, e conseqüentemente, provoca um aumento na carga sedimentar recebida pelo corpo d'água. Sinais de erosão podem incluir margens desnudas ou sem vegetação, desmoronamentos, raízes e solos expostos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao focar a questão da utilização dos PARs no monitoramento e avaliação dos rios em consórcio com uma abordagem geomorfológica, este trabalho mostrou brevemente que os mesmos podem ser usados para quantificar, com maior nível de detalhe, as condições ambientais de um determinado trecho fluvial. Neste sentido, os PARs podem contribuir com os estudos de ordenamento territorial uma vez que consideram não apenas os processos fluviais que operam no interior do canal ou bacia de drenagem, mas também outros importantes elementos e processos como os socioeconômicos e as tomadas de decisões (na análise de impacto ambiental de grandes obras). De acordo com Rodrigues & Castro (2008a), os PARs além de oferecer oportunidade de avaliar os níveis de impactos antropogênicos em trechos

de bacias hidrográficas constituindo-se em uma importante ferramenta nos programas de monitoramento ambiental, facilitam a tomada de decisão em relação aos problemas identificados durante a avaliação.

Considerando a rápida e a expressiva velocidade das alterações na paisagem e na dinâmica fluvial causadas pelas ações antrópicas descontroladas, bem como a carência de métodos de caráter integrado de avaliação dos sistemas fluviais, os PARs dado o seu caráter multidisciplinar e ao seu baixo custo em relação aos métodos mais tradicionais de avaliação da qualidade da água, constituem-se em instrumento de grande valia para a realização de estudos ligados à geomorfologia fluvial.

Sem a utilização de aparato tecnológico, os PARs adaptados às especificidades fitofisionômicas locais podem ser aplicados por avaliadores previamente treinados. No momento da avaliação o observador pode definir mais de um trecho de um determinado rio para o qual a avaliação será realizada, no sentido de que os resultados possam, além de serem potencializados, serem comparados com os resultados obtidos de diferentes rios que tiveram suas condições ambientais medidas através de um PAR. Além disso, as aplicações dos PARs podem ser feitas periodicamente por profissionais ligados à gestão dos recursos hídricos, ou por pessoas instruídas que não estejam envolvidas diretamente no processo de gestão ambiental. Nesse caso, a importância dos PARs residiria não somente no fato de serem instrumentos úteis e complementares no monitoramento dos recursos hídricos, mas também no fato de que contribuiriam tanto com a formatação de novos espaços públicos na decisão e gestão de bacias hidrográficas, quanto com a participação efetiva da comunidade na preservação, conservação e monitoramento dos ecossistemas fluviais envolvendo aspectos da geomorfologia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOUR, M.T.; STRIBLING, J.B. **Use of habitat assessment in evaluating the biological integrity of stream communities**. 1991. Biological Criteria: Research and Regulation, Washington: EPA-440-5-91-005:25-38.

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, Second Edition**. 1999. Washington: EPA 841-B-99-002. 339p.

BARRELLA, W.; JUNIOR, M.P.; SMITH, W.S.; MONTAG, L.F. de ASSIS. **Matas Ciliares. Conservação e Recuperação**. 2001. São Paulo, Edusp. Fapesp.

CALLISTO, M.; MORENO, P.; BARBOSA, F.A.R. Habitat diversity and benthic functional trophic groups Serra do Cipó, Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 2, p. 259-266, 2001.

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

CURRY, R.R. Rivers - A geomorphic and chemical overview. In: OGLESBY, R.T.; CARLSON, C.A.; MCCANN, J.A. (org.) **River Ecology and Man**. New York: Academic Press, 1972. 9-31p.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Surface water monitoring: A framework for change**. 1987. Washington: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Office of Policy Planning and Evaluation.

FERREIRA, H.L.M. **Relação entre fatores sedimentológicos e geomorfológicos e as diferenciações estruturais das comunidades de invertebrados de trechos do alto da bacia do rio das Velhas**. 2003. [Dissertação de Mestrado – em andamento]. Ouro Preto: Departamento de Geologia, Programa de Pós Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, Universidade Federal de Ouro Preto.

FRANÇA, J.; MORENO, P.; CALLISTO, M. 2006, Importância da composição granulométrica para a comunidade bentônica e sua relação com o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio das Velhas. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS, 2004, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, Comissão de Engenharia de Sedimentos, Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2004.

GORDON, N.D.; MCMAHON, T.A.; FINLAYSON, B.L. **Stream hydrology: an introduction for ecologists**. England: John Wiley and Sons, Inc., West Sussex, 1992.

GUERRA, A.J.T. A contribuição da geomorfologia no estudo dos recursos hídricos. **Bahia Análise & Dados**, v. 13, n. Especial, p. 385-389, 2003.

KARR, J.; CHU, E.W. **Restoring life in running waters: better biological monitoring**. Washington: Inland Press, 1999.

MADDOCK, I. The importance of physical habitat assessment for evaluating river health. **Freshwater Biology**, v. 41, n. 2, p. 373-39, 1999.

MINATTI-FERREIRA, D.D.; BEAUMORD, A.C. Avaliação rápida de integridade ambiental das sub-bacias do rio Itajaí-Mirim no Município de Brusque, SC. **Revista Saúde & Ambiente**, v. 4, n. 2, p. 21-27, 2004.

MINATTI-FERREIRA, D.D.; BEAUMORD, A.C. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: Aspectos físicos. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 39-47, 2006.

PALMER, M.A.; *et al.* Standards for ecologically successful river restoration. **Journal of Applied Ecology**, v. 42, n. 2, p. 208-217, 2005.

PARSONS, M.; THOMS, M.; NORRIS, R. **Australian River Assessment System: AusRivAS Physical Assessment Protocol**. Canberra: Commonwealth of Australia and University of Canberra, 2002.

PLAFKIN, J.L.; BARBOUR, M.T.; PORTER, K.D.; GROSS, S.K.; HUGHES R.M.



**Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: Benthic macroinvertebrates and fish.** Washington: EPA 440-4-89-001, 1989.

RODRIGUES, A.S.L.; CASTRO, P.T.A. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 1, p. 161-170, 2008a.

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

RODRIGUES, A.S.L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P.T.A. A importância da avaliação do habitat no monitoramento da qualidade dos recursos hídricos: uma revisão. **Sabios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 5, n. 1, p. 26-42, 2010.

SYLTE, T.; FISCHENICH, C. **Techniques for Measuring Substrate Embeddedness. EMRRP Technical Notes Collection (ERCD TN-EMRRP-SR-36).** Vicksburg: U.S. Army Engineer Research and Development Center, 2002.

SCHWARZBOLD, A. O que é um rio? **Ciência & Ambiente**, v. 21, p. 57-68, 2000.

UPGREN, A. **The Development of an Integrated Ecological Assessment of the Headwaters of the Araguaia River, Goiás, Brazil.** [Dissertação de Mestrado]. University of Duke, 2004.