

DOI: 10.47209/2317-5729.v.9.n.4.p.28-38

## Diagnóstico da integridade ambiental de trechos de um igarapé por meio de protocolo de avaliação rápida – Rio Branco, AC

Ronnilda Maria Gonçalves Araujo<sup>1\*</sup>, João Antônio Rodrigues Santos<sup>2</sup>, André Ricardo Ghidini<sup>3</sup>, Leandro dos Santos<sup>4</sup>, Pedro Paulo da Silva Pereira<sup>5</sup>, Larissa Araújo dos Santos<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Bióloga e Ms. em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Federal do Acre/UFAC, Rio Branco, AC, Brasil; Docente da Secretaria de Educação do Estado de Rondônia

<sup>2</sup> Engenheiro Florestal e Ms. em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Federal do Acre/UFAC, Rio Branco, AC, Brasil;

<sup>3</sup> Biólogo e Dr. Ciências Biológicas, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, INPA, AM, Brasil; Docente da Universidade Federal do Acre/Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, UFAC, Rio Branco, AC, Brasil.

<sup>4</sup> Biólogo e Ms. Educação; Universidade Federal de Rondônia, UNIR, RO, Brasil; Analista Ambiental – Biólogo na Secretaria de Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM).

<sup>5</sup> Graduando em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Acre/UFAC, Rio Branco, AC, Brasil.

\*Autor correspondente. E-mail: ronnilda\_bio@yahoo.com.br

### Resumo

Igarapés são ecossistemas que sofrem intervenções em suas paisagens decorrentes de ações antropogênicas, devido aos processos de urbanização. Por meio da avaliação rápida de diversidade de habitats é possível identificar o estado de conservação desses ambientes. Os protocolos de avaliação rápida (PAR), podem ser utilizados como instrumentos no monitoramento da qualidade dos ecossistemas fluviais, como ferramenta para a gestão dos recursos naturais. Este trabalho teve por objetivo realizar um estudo comparativo entre trechos de um igarapé da bacia do rio Acre localizado no município de Rio Branco utilizando um protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitats como uma ferramenta que pode ser usada na Educação Ambiental na formação de agentes promotores ambientais. Foram delimitadas seis estações amostrais em um trecho de 54 km do igarapé. A aplicação do protocolo foi realizada por três estudantes simultaneamente em cada estação. Avaliou-se 22 parâmetros e o valor final do protocolo foi obtido a partir da somatória das notas atribuídas a cada parâmetro, que refletiu o estado de conservação do trecho analisado. Entre os trechos estudados, dois encontram-se em bom estado de conservação, um em estado ruim e três em condições péssimas de conservação. O protocolo demonstrou a influência do uso e ocupação do solo na diversidade de habitats e qualidade dos ambientes no igarapé.

**Palavras-chave:** Avaliação ambiental, Recursos hídricos e Habitats.

### Environmental monitoring in the evaluation of the quality of a stream through a rapid assessment protocol - case study Rio Branco, AC

#### Abstract

Igarapés are ecosystems that undergo interventions in their landscapes resulting from anthropogenic actions, due to urbanization processes. Through the rapid assessment of habitat diversity, it is possible to identify the conservation status of these environments. Rapid assessment protocols (PAR) can be used as instruments to monitor the quality of river ecosystems, as a tool for the management of natural resources. This work aimed to carry out a comparative study between stretches of a stream in the Acre River basin located in the municipality of Rio Branco using a protocol for rapid assessment of habitat diversity as a tool that can be used in Environmental Education in the formation of promoting agents environmental issues. Six sampling stations were delimited in a 54 km stretch of the stream. The protocol was applied by three students simultaneously at each station. 22 parameters were evaluated and the final protocol value was obtained from the sum of the scores attributed to each parameter, which reflected the conservation status of the analyzed section. Among the stretches studied, two are in good condition, one in poor condition and three in poor condition. The protocol demonstrated the influence of land use and occupation on the diversity of habitats and the quality of the environments in the stream.

**Key words:** Environmental assessment, Water resources and Habitats.

### Introdução

O Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) é uma ferramenta desenvolvida com o objetivo de auxiliar o monitoramento ambiental dos sistemas hídricos encontrados no mundo, de modo que sejam levantadas informações qualitativas e a partir daí seja realizado um diagnóstico ambiental do meio em que se encontra o rio (Rodrigues, 2008). A Avaliação Rápida do Ambiente pressupõe uma metodologia otimizada, que agregue o registro de características ambientais relevantes, previamente estabelecidas com base em objetivos propostos, de maneira mais prática e rápida. O fornecimento deste tipo de informação contribui sobremaneira para tomadas de decisões rápidas e que possam subsidiar estudos mais complexos em áreas prioritárias (Rodrigues & Castro, 2008).

Os protocolos de avaliação rápida de corpos d'água são ferramentas utilizadas para caracterizar corpos d'água qualitativamente, ou seja, para estabelecer uma pontuação para o estado em que o ambiente se encontra (Freitas *et al.*, 2015). É estabelecido, a princípio, um limite considerado normal baseado em valores obtidos de locais minimamente perturbados. Estes locais são tomados como “referência” (Plafkin *et al.*, 1989) partindo da premissa de que os cursos d'água pouco afetados pela ação humana exibem condições biológicas mais favoráveis (Minatti-Ferreira; Beaumord, 2004).

As alterações que os ecossistemas aquáticos vêm sofrendo em decorrência do avanço acelerado da urbanização, levam à perda de qualidade e da quantidade de água disponível nos mananciais (Andreoli; Carneiro, 2005), dificultam a manutenção da integridade desses ecossistemas e interferem na sustentabilidade de suas comunidades (Karr, 1999). A alteração de processos ecológicos e regime fluvial provoca alterações na disponibilidade de habitat e na composição trófica no ambiente aquático (Rodrigues *et al.*, 2010). A manutenção e a preservação de ecossistemas são necessidades urgentes requeridas pela sociedade moderna, porém ainda são escassos os estudos realizados nesse sentido, especialmente no Brasil. A avaliação da integridade ambiental é o passo inicial para o planejamento e a implementação de programas de preservação e recuperação de habitats (Minatti-Ferreira; Beaumord, 2004). A cidade de Rio Branco é recortada por vários igarapés, situada na região norte do Brasil, a cidade é delimitada pelo Rio Acre e seus afluentes. Nas últimas décadas a cidade experimentou um grande crescimento populacional, com a ocupação do entorno dos rios, igarapés e nascentes, com consequentes danos a estes recursos hídricos (Lima *et al.*, 2012). O igarapé São Francisco e outros afluentes formam um dos principais sistemas fluviais do sudoeste da Amazônia, região caracterizada pela predominância de rios, lagos e igarapés, padrões climáticos complexos, abundante precipitação, temperaturas elevadas e baixa amplitude térmica (Coutinho *et al.*, 2018). Como resultado, muitos dos afluentes do igarapé São Francisco possuem características que vão desde inundações extremas até baixas vazões de água, o que contribui para um alto grau de variação espacial e heterogeneidade dos habitats (Ortega *et al.*, 2018).

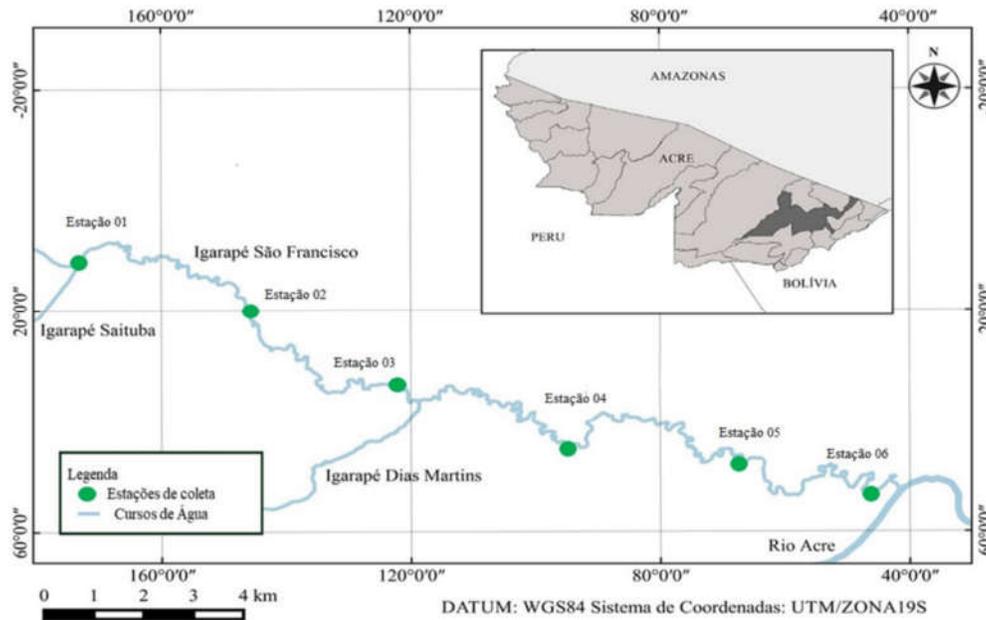
Os igarapés são ecossistemas que vêm sofrendo intervenções ambientais e alterações em suas paisagens decorrentes de ações antropogênicas, principalmente devido aos processos de urbanização e atividades agropecuárias. A ocupação das bacias hidrográficas e o consequente uso dos recursos hídricos modificam as características físico-químicas e ambientais dos corpos d'água propriamente ditos, e das margens ao longo de seus cursos, sendo poucos os corpos d'água que mantêm preservadas e íntegras suas condições naturais (Allan, 1995).

De acordo com Callisto *et al.* (2002), métodos de avaliação que englobam aspectos de integridade ambiental dos recursos hídricos e o conhecimento das variáveis físicas dos sistemas aquáticos são de grande importância para a definição das características gerais dos ecossistemas fluviais. No caso de ecossistemas de rios, não só o corpo d'água deve ser caracterizado, mas também o ambiente adjacente ao longo de seu curso, devido principalmente à intensa interação entre os mesmos (Minatti-Ferreira; Beaumord, 2004). Os protocolos, longe de apresentar caráter universal, estão sujeitos a complementações e adequações de acordo com as especificidades regionais e locais. Sua construção é um processo contínuo de ajustes e aprimoramentos à medida que o seu emprego visa cobrir uma gama mais diversificada de tipologias fluviais, bacias hidrográficas e correções (Ferreira, 2003).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo comparativo entre trechos de um igarapé da bacia do rio Acre localizado no município de Rio Branco utilizando um protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitats como uma ferramenta que pode ser usada na Educação Ambiental na formação de agentes promotores ambientais.

## Material e métodos

O estudo foi realizado em agosto de 2018, na sub-bacia do igarapé São Francisco, localizada no sudoeste da Amazônia, porção oeste do município de Rio Branco no estado do Acre, entre as coordenadas 68° 10' WG e 09° 55' S e 68° 00' WG e 10° 00' S, a qual compõe a rede de Unidades de Conservação (UC) do estado do Acre, visando a conservação dos recursos naturais (ACRE, 2005). O igarapé São Francisco é afluente a margem esquerda do rio Acre, que por sua vez compõe a Bacia do Rio Purus, ambos pertencentes à Bacia Hidrográfica Amazônica (Figura 1), compreende uma região de 54,5 km<sup>2</sup> e densidade de drenagem de 1,37 km<sup>2</sup>, abrange os municípios de Rio Branco e Bujari (Santi *et al.*, 2012).



**Figura 1.** Localização e distribuição das estações de coleta ao longo do igarapé São Francisco localizado em Rio Branco, Acre.

Além da área de estudo pertencer a Área de Proteção Ambiental e abranger 27 bairros, sendo responsável pela drenagem de 50% da bacia do Rio Acre no município de Rio Branco, dentre as estações escolhidas, quatro estão localizadas na parte urbana e duas na área rural do município de Rio Branco, Acre. Para cada unidade amostral foi aplicado o protocolo por três pesquisadores, ao fim do procedimento estes valores foram totalizados. Foram determinadas condições de referência, baseada na premissa de que os pontos amostrais pouco afetados pela ação humana exibiram melhores condições biológicas, e pontos mais afetados exibiram piores condições biológicas. Desta forma estabeleceu-se um gradiente de situações dos ambientes, variando de ótimo, bom, razoável e ruim que serviu para balizar as pontuações atribuídas.

O padrão climático é do tipo equatorial, quente e úmido, com dois períodos distintos: estação chuvosa, de novembro a março e estação seca, de abril a outubro, com temperatura média de 26,2°C, a média anual de pluviosidade é de 1935 mm (Inmet, 2018). A vegetação natural da sub-bacia é representada pelo Bioma Amazônia, abrangendo diversas formações fisionômicas. A formação geológica e geomorfológica são indicadores de rios de águas brancas, com grande concentração de material sólido em suspensão, oriundos dos processos hidroerosivo da corrente sobre as margens (Santi *et al.*, 2012).

A caracterização das estações amostrais seguiu a dinâmica da sua nascente à foz, com ou sem intensidade de interferência humana (Figura 1), as estações de coletas situaram-se: no alto, baixo e médio curso do igarapé. Distribuídas da seguinte forma: duas estações (E1 e E2) no alto curso que se situam próxima a nascente (área rural), duas no médio curso (E3 e E4) pertencente a área urbana e duas no baixo curso (E5 e E6) localizadas na parte urbana e próximas a foz (Tabela 1). As estações localizadas em área urbana caracterizam-se por possuírem pouca influência de cobertura vegetal (faixa estreita de vegetação remanescente), leito coberto por areia com pequenos bancos de liteira e contribuição de afluente e efluentes domésticos e industriais (Lima *et al.*, 2012). As estações de ordem rural caracterizam-se por apresentarem maior integridade ambiental com presença de faixa mediana de vegetação ripária, leito coberto por bancos de liteira fina e grossa, sem influência de efluentes e com contribuição de afluentes.

**Tabela 1.** Localização das Estações Amostrais na sub-bacia hidrográfica do igarapé São Francisco.

Estação amostral	Localização	Coordenada/Geográfica (SW)
E1	Rural	9°57'27.03"S; 67°46'48.85"O
E2	Rural	9°57'8.57"S; 67°48'16.98"O
E3	Urbano	9°57'4.51"S; 67°50'21.22"O
E4	Urbano	9°56'20.51"S; 67°52'11.46"O
E5	Urbano	9°55'31.48"S; 67°53'51.99"O
E6	Urbano	9°54'32.66"S; 67°55'31.43"O

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para o desenvolvimento deste estudo foi realizado um levantamento bibliográfico, para obtenção de informações sobre a utilização de protocolos de avaliação rápida de integridade ambiental, tais como Barbour *et al.* (1999), Parsons *et al.* (2002), Callisto *et al.* (2002) e Minatti-Ferreira *et al.* (2006).

Como unidades amostrais foram selecionadas seis estações de coletas delimitadas pelo espaçamento equidistante do comprimento total do igarapé a cada 9 km em um trecho de 54 km. A aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) foi realizada por três estudantes simultaneamente em cada uma das 6 estações amostrais. Além da aplicação do protocolo foram coletadas algumas variáveis limnológicas e parâmetros físico-químicos avaliados foram: o pH, a condutividade, oxigênio dissolvido (OD) e a temperatura com o auxílio de medidor multiparâmetro (AHROM, modelo KR405), turbidez com Turbidímetro (Instrutherm, TD-300), as medidas de vazão através do método do flutuador (Palhares *et al.*, 2007) e a transparência com auxílio do disco de Secchi, descritas na (Tabela 2). A avaliação foi realizada visualmente no que diz respeito a aspectos físicos. Avaliou-se 22 parâmetros e o valor final do protocolo foi obtido a partir da somatória das notas atribuídas a cada parâmetro, que refletiu o estado de conservação do trecho analisado (Ótimo, Bom, Razoável, Ruim e Péssimo).

**Tabela 2.** Variáveis limnológicas coletadas no igarapé São Francisco.

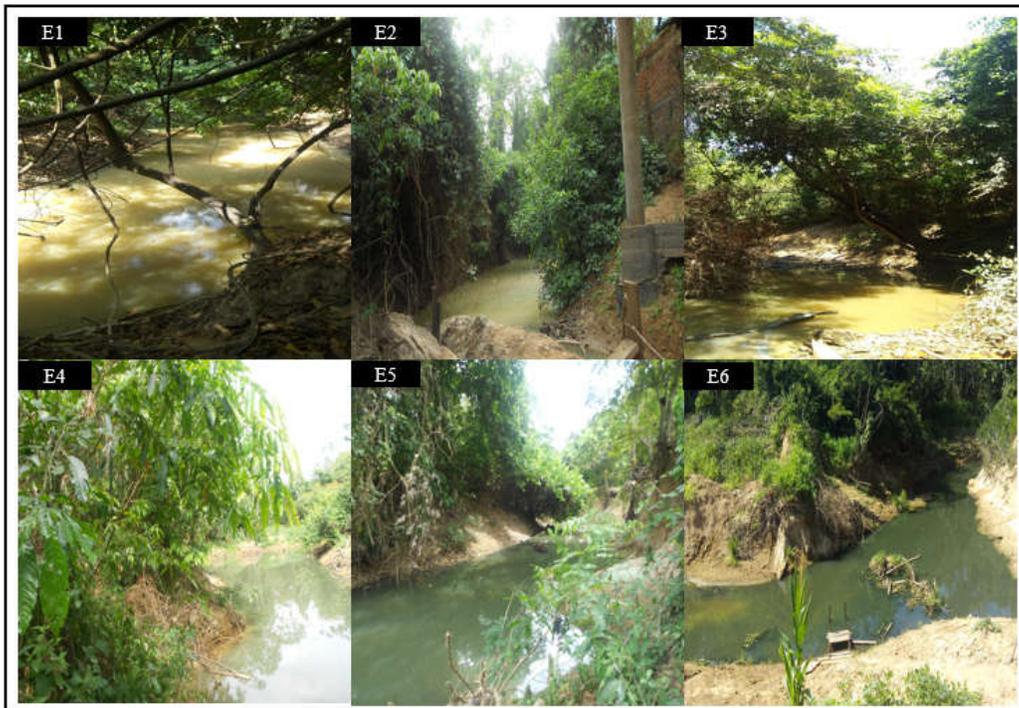
Variáveis	Código	Equipamento
Potencial hidrogênico	PH	Sonda multiparâmetro
Condutividade	COM	Sonda multiparâmetro
Temperatura	TE	Sonda multiparâmetro
Oxigênio Dissolvido	OD	Sonda multiparâmetro
Transparência	TR	Disco de secchi
Turbidez	TU	Turbidímetro
Largura	L	Trena milimetrada
Profundidade	PR	Disco de secchi
Vazão	VZ	Método do flutuador

Fonte: Elaborada pelo autor.

O método utilizado para avaliar as condições físicas e biológicas do igarapé, foi o protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitats proposto por (Minatti-Ferreira; Beaumord, 2004). O protocolo aplicado é uma simplificação do modelo de Barbour e Stribling (1991, 1994) e avaliou os parâmetros: substrato de fundo, complexidade do habitat submerso, qualidade dos remansos, estabilidade e proteção dos barrancos e grau de proteção fornecido ao ambiente pela cobertura vegetal das margens.

Para cada um dos parâmetros foram atribuídos valores correspondentes à situação verificada no local da avaliação, variando de uma situação ótima (nota 20), até uma situação ruim (nota 5), passando por situações intermediárias boa e razoável, com notas 15 e 10, respectivamente. Ao final do procedimento os valores foram totalizados. Para tal houve a necessidade de determinar algumas condições de referência, baseada na premissa de que os pontos pouco afetados pela ação humana exibiram melhores condições biológicas. Estabelecendo-se um gradiente de situações dos ambientes, variando de bom a péssimo e que serviu para balizar as pontuações atribuídas. Para a definição da concordância, considerou-se a observação de um padrão de respostas similares. A pontuação aumenta na mesma proporção da qualidade do habitat, e varia de acordo com o local das observações. (Minatti-Ferreira; Beaumord, 2004).

As estações variaram desde condições naturais bem preservadas passando por várias situações alteradas naturalmente, até modificações provocadas por ações antropogênicas, possibilitando assim um gradiente de condições ambientais. Os locais identificados foram registrados através de documentação fotográfica verificando as situações que representariam a qualidade ambiental de forma a facilitar a aplicação do protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental (Figura 2).



**Figura 2.** Estações de coletas (E1 à E6) para a aplicação do PAR no igarapé São Francisco, agosto/2018. Fonte: Elaborada pelo autor.

### Resultados e discussão

Para a definição da concordância, considerou-se a observação de um padrão de respostas similares. Os resultados da avaliação por meio do PAR ao longo do gradiente longitudinal nos trechos do igarapé São Francisco evidenciaram que as estações E1 e E2, que estão mais próximas a nascente, demonstraram que os ambientes que deveriam ser classificados como preservado apresentaram grau moderado de alteração, embora houvesse essa categorização, apresentaram alta diversidade de habitats, apesar das alterações percebidas foram categorizadas como em bom estado (Tabela 3).

Tabela 3 – Estado de conservação obtido nas estações 1 a 6 localizados no igarapé São Francisco

Situação	Pontuação	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Ótimo	(120-110)	-	-	-	-	-	-
Bom	(105-90)	100	90	-	-	-	-
Razoável	(85-70)	-	-	-	-	-	-
Ruim	(65-50)	-	-	55	-	-	-
Péssimo	(45-30)	-	-	-	30	30	30

Fonte: Elaborada pelo autor

Para a estação E3, considerada uma área de transição entre o meio rural e urbano, foi possível identificar alteração mais acentuadas, principalmente no quesito cobertura vegetal e substrato e redução na diversidade de habitats. As demais estações, E4, E5 e E6 foram avaliadas como estado de conservação péssimo, observou-se intensa pressão antrópica pelo uso e ocupação do solo e lançamento de efluentes e redução significativa na diversidade de habitats. Pela análise dos resultados foi possível constatar que três das seis estações encontram-se condições extremas, com evidências de habitats em estado avançado de degradação.

Alterações no canal decorrentes de obras para escoamento de drenagem urbana, lançamento de efluentes de esgoto, pontes ou qualquer ação que provoque uma mudança no curso natural da água, como observadas nas estações E4, E5, e E6, podem acarretar prejuízos para as comunidades fluviais (Rodrigues *et al.*, 2010). A presença das mesmas influencia a seletividade de espécies mais resistentes, dificultando, e até mesmo impedindo, a estabilização e manutenção de um equilíbrio ambiental (Araújo *et al.*, 2009). A biota aquática, em geral, possui requerimentos específicos de habitats, podendo ser sensíveis a pequenas alterações na vazão, ou ainda, a pequenos aumentos na carga sedimentar causado por alterações antropogênicas (Hannaford *et al.*, 1999).

Os pontos amostrais de ordem urbana apresentaram solos pouco coesos e susceptíveis à erosão, o afloramento de igarapés tende a escavar naturalmente o terreno, expondo margens íngremes, com angulação acentuada (Cionek *et al.*, 2011), razão pela qual todos os pontos avaliados na porção urbana foram avaliados entre a condição regular e péssima quanto a estabilidade dos barrancos. A estabilidade está associada à presença de vegetação enraizada, ou mesmo da serapilheira, a qual promove a coesão das partículas de areia e diminui os efeitos da erosão (Figueiredo Filho *et al.*, 2003). Porém, a ausência de vegetação torna os barrancos menos estáveis e mais susceptíveis aos processos erosivos, aumentando as concentrações de sólidos em suspensão no corpo receptor e comprometendo a sobrevivência de espécies mais sensíveis à turbidez (Minatti-Ferreira; Beaumord, 2006).

Não houve incongruência nas respostas e o padrão de respostas dos avaliadores poucas vezes apresentou distorções ou divergências entre os itens nos locais avaliados, indicando assim que o protocolo utilizado apresenta a confiabilidade necessária para aplicações dessa natureza. Apesar de sua grande utilidade, são poucos os métodos de avaliação desenvolvidos para aplicação em problemas regionais ou mesmo locais (Araujo *et al.*, 2018). Para um melhor resultado no diagnóstico é necessário considerar os parâmetros de caracterização dos habitats de forma individual.

Em relação as análises limnológicas do igarapé (Tabela 4) são similares das águas levemente ácidas a neutra, pH variando de 5 a 7,5, elevada condutividade elétrica menos de 450  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e são pouco aeradas com oxigênio variando entre 0,4 a 4,0 mg/L, padrão bem característico para os ambientes lóticos da Amazônia (Pinto *et al.*, 2009).

**Tabela 4.** Média e desvio padrão das variáveis físicas e químicas no igarapé São Francisco, entre julho e setembro de 2018 nas estações de coletas. Fonte: Elaborada pelo autor.

Variáveis	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Cond ( $\mu\text{Scm}^{-1}$ )	341,33 $\pm$ 93,37	353,22 $\pm$ 83,71	308,78 $\pm$ 108,15	195,89 $\pm$ 83,28	368,78 $\pm$ 68,26	107,9 $\pm$ 18,20
OD (%)	4,67 $\pm$ 3,09	1,51 $\pm$ 0,91	1,93 $\pm$ 0,87	3,45 $\pm$ 1,87	1,99 $\pm$ 1,11	2,6 $\pm$ 1,34
pH	7,00 $\pm$ 0,37	6,69 $\pm$ 0,60	6,62 $\pm$ 0,72	6,48 $\pm$ 0,69	6,73 $\pm$ 0,59	6,4 $\pm$ 0,78
Prof (m)	1,42 $\pm$ 0,08	1,42 $\pm$ 0,08	1,13 $\pm$ 0,12	0,33 $\pm$ 0,06	0,35 $\pm$ 0,0	9,60 $\pm$ 0,03
Temp ( $^{\circ}\text{C}$ )	27,41 $\pm$ 1,84	27,46 $\pm$ 1,99	26,71 $\pm$ 2,34	25,77 $\pm$ 2,14	25,71 $\pm$ 2,06	26,1 $\pm$ 1,85
Transp (cm)	0,31 $\pm$ 0,02	0,53 $\pm$ 0,05	0,44 $\pm$ 0,09	0,41 $\pm$ 0,10	0,36 $\pm$ 0,06	0,7 $\pm$ 0,04
Turb (NTU)	9,46 $\pm$ 5,68	14,09 $\pm$ 5,50	15,05 $\pm$ 10,72	21,55 $\pm$ 6,82	19,93 $\pm$ 1,17	27,6 $\pm$ 17,64
Vazão ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	1,07 $\pm$ 0,37	0,73 $\pm$ 0,21	0,4 $\pm$ 0,10	2,34 $\pm$ 0,25	4,19 $\pm$ 1,65	2,5 $\pm$ 2,84

Fonte: Elaborada pelo autor.

De maneira geral o igarapé São Francisco apresentou velocidade de corrente e profundidade baixa, pouco variável, sugerindo reduzida influência sobre o fluxo da água dos demais tributários entre o período avaliado. A turbidez seguiu o comportamento de maiores valores nas estações de ordem urbana. Em geral, os teores de turbidez estão relacionados ao material em suspensão presente nos corpos d'água, que tendem a ser menores no período do estudo.

A temperatura da água foi alta com o valor médio de 26,52 $^{\circ}\text{C}$  assim como o esperado para os meses de junho a setembro, período caracteristicamente mais quente na região Amazônica (Duarte, 2017). A oscilação do oxigênio variou entre 4,67% e 1,51% isso ocorreu, devido ao aumento dos compostos orgânicos e nutrientes, havendo uma demanda maior por oxigênio dissolvido na água pelos microrganismos aeróbios. Estes valores, foram similares àqueles observados em alguns períodos nos rios da bacia amazônica e da sub-bacia do Purus, à qual pertence o igarapé avaliado (Silva *et al.*, 2009) e para estudos já realizados no igarapé São Francisco (Santi *et al.*, 2012). Logo, a redução do OD decorreu da grande concentração de bactérias e matéria orgânica, oriundas dos esgotos domésticos (Pinto *et al.*, 2009), bem como os demais valores para o tipo de despejo que recebem no período do estudo.

A distinção entre os pontos amostrais de ordem rural e urbana evidenciou a necessidade de desenvolvimento de estudos mais pormenorizados nesse igarapé, procurando detectar as regiões mais fragilizadas, com a finalidade de desenvolver planos de manejo integrados que visem à recuperação desses ambientes. Embora o igarapé São Francisco esteja inserido em uma Área de Proteção Ambiental (APA), que compõe o grupo das Unidades de Conservação de Uso Sustentável, dentro do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, do Brasil, este encontra-se em constante ameaça devido ao uso e ocupação do solo no seu entorno, havendo a necessidade de políticas públicas mais consistentes.

## Considerações finais

Conforme as aplicações realizadas em campo, verificou-se que o problema quanto à proteção dos mananciais de água é tarefa urgente. A conscientização neste momento é o elo mais importante para que se inicie um processo de readequação desses ambientes. Através do método aplicado, pode-se perceber e analisar os diferentes estágios de alteração ambiental que uma bacia hidrográfica pode sofrer. A ausência de métodos e índices adequados para avaliar as condições biológicas e físicas do habitat tem impedido uma avaliação realista e detalhada da integridade biótica em ecossistemas aquáticos. A biota aquática é afetada estrutural e funcionalmente por variáveis associadas a fatores físicos, e desta forma, a disponibilização de um indicador dos aspectos físicos, ou mesmo estruturais do habitat, vem contribuir para complementar o elenco de ferramentas que possam ser utilizados no estabelecimento de indicadores de qualidade ambiental.

O estudo revelou que as estações que se localizam na porção rural são ambientes com pouca interferência humana, pois a proteção tem se tornado uma constante em relação à importância que a qualidade de água deve ter para o abastecimento da população urbana local e por se tratar de área de propriedade privada. Porém, há um avanço na área de pastagem e na crescente construção de reservatório (tanques) para a expansão da criação bovina e de piscicultura, sem contar os riscos por contaminação de agrotóxicos e herbicidas a que está sujeita.

Quanto as estações localizadas em área urbana, um dos problemas é a falta de preservação das matas ciliares e o lançamento de efluentes. O que demonstra a importância de se educar a população a respeito da qualidade ambiental dos rios, objetivando a identificação de cursos d'água que necessitam ser submetidos a trabalhos de recuperação e revitalização, localização e identificação de fontes poluidoras são de extrema importância para a sua manutenção da biota aquática.

O protocolo mostra a influência que a ocupação humana está ocasionando na diversidade e qualidade do ambiente natural, sendo nas áreas de poluição hídrica que ela se encontra mais afetada. O protocolo pode ser utilizado também como uma ferramenta em atividades voltadas para conscientização ambiental nas escolas ou mesmo formação de agentes ambientalistas. Este método pode ser aliado com o monitoramento biológico.

## Referências

- ACRE. (2005). Peça de criação Área de Proteção Ambiental - APA: Igarapé São Francisco - Unidade de Conservação de uso sustentável: Rio Branco. SEMA, 35p.
- Allan, J. D. (1995). Stream ecology structure and function of running waters. Chapman & Hall, London, 388p.
- Araújo, F. G., Peixoto, M. G., Pinto, B. C. T., Teixeira, T. P. (2009). Distribution of guppies *Poecilia reticulata* (Peters, 1860) and *Phalloceros caudimaculatus* (Hensel, 1868) along a polluted stretch of the Paraíba do Sul River, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 69(2), 41-48. doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842009000100005>.
- Araujo, R. M. G., Cabral, G. S., Santos, J. A. R., SILVA, R. S., Ghidini, A. R. (2019). Avaliação da integridade ambiental de um igarapé por meio de protocolo de avaliação rápida no sudoeste da Amazônia. III Congresso de Ciência e Tecnologia do IFAC. 4, 1-530. Recuperado de <https://portal.ifac.edu.br/images/conteudo/documentos/Editora/V1-2019-CADERNO-DE-CINCIA-E-TECNOLOGIA.pdf> (Acessado em 25/06/2020).
- Barbour, M. T., Stribling, J. B. (1991). Use of habitat assessment in evaluating the biological integrity of stream communities. In: George Gibson, editor. *Biological criteria: Research and regulation, proceedings of a symposium, 12-13 December 1990*, Arlington, Virginia. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. EPA440-5-91-005. Recuperado de [https://www.krisweb.com/biblio/gen\\_usepa\\_barbouretal\\_1991\\_rba.pdf](https://www.krisweb.com/biblio/gen_usepa_barbouretal_1991_rba.pdf) (Acessado em 25/06/2020).
- Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B., Stribling, J. (1999). *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wade able rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish*. 2. ed. Washington: EPA, 339p.
- Callisto, M., Ferreira, W.R., Moreno, P., Goulart, M., Petrucio, M. (2002). Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnológica Brasileira*, 34(2), 91-97. doi: <http://jbb.ibict.br/handle/1/708>.
- Cionek, V. M. Beaumord, A. C., Benedito, E. (2011). Protocolo de Avaliação Rápida de Ambiente para riachos inseridos na região do Arenito Caiuá – Noroeste do Paraná. *Eduem, Maringá*, 47p.
- Coutinho, E. C., Rocha, E. J. P., Lima, A. M. M., Ribeiro, H. M. C., Gutierrez, L. A. C. L., Barbosa, A. J. S., Paes, G. K. A. A., Bispo, C. J. C., Tavares, P. A. (2018). Variabilidade Climática da precipitação

- na Bacia Amazônica Brasileira entre 1982 e 2012. 22(14), 476-500. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v22i0.46074>.
- Duarte, A. F. (2016). Aspectos da climatologia do Acre, Brasil, com base no intervalo 1971- 2000. *Revista Brasileira de Meteorologia*. 21(3), 308-317. Recuperado de [http://acreibioclina.net/abcpublications/Environment\\_and\\_Health/LBA023-2006\\_AFDuarte.pdf](http://acreibioclina.net/abcpublications/Environment_and_Health/LBA023-2006_AFDuarte.pdf) (Acessado em 23/03/2020).
- Ferreira, H. L. M. (2003). Relação entre fatores sedimentológicos e geomorfológicos e as diferenciações estruturais das comunidades de invertebrados de trechos do alto da bacia dos rios das Velha. Departamento Geologia, Programa de Pós-graduação em Evolução dos Crustal e Recursos Naturais. Universidade Federal de Ouro Preto. Dissertação de Mestrado.
- Freitas, E. P., Silva M. S. R., Miranda, S. Á. F., Gomes, N. A., Campo, D. F. M., Bezerra, T. (2015). Protocolo de avaliação ambiental rápida para cursos de igarapés de Manaus/AM. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2015. Recuperado de [http://eventos.abrh.org.br/xxisbrh/programa\\_final.pdf](http://eventos.abrh.org.br/xxisbrh/programa_final.pdf) (acessado em 20/03/2019).
- Figueiredo Filho, A., Moraes, G. F., Schaaf, L. B., Figueiredo, D. J. (2013). Avaliação estacional da deposição de serrapilheira em uma floresta ombrófila mista localizada no sul do Estado do Paraná. *Ciência Florestal*, 13, 11-18. doi: 10.5902/19805098.
- Hannaford, M. J. Barbour, M. T. Resh, V. H. (1997). Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. *Journal of the North American Benthological Society*, 16 (2), 853-860. doi/abs/10.2307/1468176.
- INMET. (2018). Instituto Nacional de Meteorologia. Recuperado de <http://www.inmet.gov.br/portal> (acessado em 04/05/2018).
- Lima, K. D. J. V., Arcos, F. O., Serrano, R. O. P., Lima, Y. M. S. (2012). Áreas de risco e ocupação urbana: o caso do bairro Raimundo Melo. Rio Branco, Acre – Brasil. *Revista Geonorte*. 2, 197 – 206. Recuperado de <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2072> (acessado em 01/05/2019).
- Minatti-Ferreira D. D., Beaumord A. C. (2004). Avaliação rápida de integridade ambiental das sub-bacias do rio Itajaí-Mirim no Município de Brusque. *SC. Health and Environmental Journal*. 10(4), 21-27. Recuperado de [https://www.academia.edu/3652003/Minatti-Ferreira\\_and\\_Beaumord\\_2006](https://www.academia.edu/3652003/Minatti-Ferreira_and_Beaumord_2006) (acessado em 01/05/2020).
- Minatti-Ferreira, D. D., Beaumord, A. C. (2006). Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: aspectos físicos. *Revista Saúde e Ambiente*, Joinville, 7(1), 39-47. Recuperado de [https://www.academia.edu/3652003/Minatti-Ferreira\\_and\\_Beaumord\\_2006](https://www.academia.edu/3652003/Minatti-Ferreira_and_Beaumord_2006) (Acessado em 24/06/2020)
- Ortega, J.C., Thomaz, S. M., Bini, L. M. (2018). Experiments reveal that environmental heterogeneity increases species richness, but they are rarely designed to detect the underlying mechanisms. *Oecologia*. 188(2), 11-22. doi: <https://doi.org/10.1007/s00442-018-4150-2>.
- Palhares, J. C. P., C. Ramos, J. B., Klein, J. M. M., Lima, S., Muller, & T. Cestonaro. (2007). Medição da vazão em rios pelo método do flutuador. *Comunicado Técnico*. 1, 1-4. Recuperado de <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/443939/1/CUsersPiazzonDocuments455.pdf> (acessado em 01/05/2019).
- Parsons, M., Thomas, M. Norris, R. (2002). Australian river assessment system: review of physical river assessment methods – a biological perspective. *Monitoring River Health Technical Report Number 21*. Environment Australia. Canberra, Australia. Recuperado de <https://ausrivas.ewater.org.au/review/download/protocol-2.pdf> (acessado em 03/05/2020).
- Pinto, A. G. N., Horbe, A. M. C., Silva, M. S. R., Miranda, S. A. F., Pascoalato, D., Santos, H. M. C. (2009). Efeitos da ação antrópica sobre a hidrogeoquímica do rio Negro na orla de Manaus, AM. *Acta Amazônica*. 39(2), 627-638. doi: 10.1590/S0044-59672009000300018.
- Plafkin, J. L., Barbour M. T., Porter K. D., Gross S. K., Hughes R. M. (1989). Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: Benthic macroinvertebrates and fish. Washington, EPA. 5, 440-489. Recuperado de [https://www.krisweb.com/biblio/gen\\_usepa\\_barbouretal\\_1999\\_rba.pdf](https://www.krisweb.com/biblio/gen_usepa_barbouretal_1999_rba.pdf) (Acessado e 21/06/2020).
- Rodrigues, A. S. L., Malafaia, G.; Castro, P. T. A. (2010). A importância da avaliação do habitat no monitoramento da qualidade dos recursos hídricos: uma revisão. *SaBios – Revista de Saúde e Biologia*, 5, 26-42. doi: <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/4088>.
- 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, 2008.

- Santi, G. M., Furtado, C. M., Menezes, R. S., Keppeler, E. C. (2012). Variabilidade espacial de parâmetros e indicadores de qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, Rio Branco, Acre, Brasil, *Ecologia aplicada*. UNALM. 11, 23-31. doi: <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v11i1-2.422>.
- Silva, G. S., Sousa, E. R., Konrad, C., Bem, C. C., Pauli, J., Pereira, A. (2009). Phosphorus and nitrogen in waters of the Ocoí River sub-basin, Itaipu Reservoir tributary. *Journal Brazilian Chemical Society*, 20(9), 1580- 1588. doi: 10.1590/S0103-50532009000900004.