

Vinícius Vieira Pontini

Centro de Ciências Humanas e Naturais, Programa de
Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal do Espírito Santo
pontinivini@gmail.com

André Luiz Nascentes Coelho

Centro de Ciências Humanas e Naturais, Programa de
Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal do Espírito Santo
alnc.ufes@gmail.com

Emprego de protocolo de avaliação rápida no diagnóstico ambiental de sistemas fluviais: estudo de caso em áreas urbanas de Iconha e Piúma (ES)

Resumo

Bacias hidrográficas são exemplos de recortes espaciais que integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas compreendidas, onde ganham destaque a urbanização e suas materializações que, muitas vezes, têm desdobramentos negativos nos sistemas fluviais. Atualmente, o desenvolvimento de ferramentas rápidas e simples para realizar o diagnóstico ambiental preliminar desses sistemas vêm ganhando espaço frente às estações de monitoramento, a exemplo dos Protocolos de Avaliação Rápida (PARs). Logo, este artigo discute as potencialidades de aplicação de um modelo de PAR em áreas urbanas de Iconha e Piúma (ES), no contexto da Bacia Hidrográfica do Rio Novo. Os resultados apontam que em quatro dos cinco pontos analisados a qualidade ambiental foi classificada como “intermediária”, enquanto no outro restante foi “boa”. A utilização do protocolo mostrou-se, em geral, satisfatória, expondo as vantagens do seu uso para aferir a qualidade ambiental dos rios analisados.

Palavras-chave: Bacia de Drenagem do Rio Novo, Protocolo de Avaliação Rápida, Iconha (ES), Piúma (ES).

Abstract

USE OF RAPID EVALUATION PROTOCOL IN THE ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF FLUVIAL SYSTEMS: CASE STUDY IN URBAN AREAS OF ICONHA AND PIÚMA (ES)

Drainage basins are examples of spatial arrangements that integrate a joint vision of the behavior of natural conditions and human activities within them, where urbanization and its materializations are highlighted, which often have negative consequences in the fluvial systems. Nowadays, the development of rapid and simple tools to accomplish the preliminary environmental diagnosis of such systems has been conquering space against monitoring stations, like the Rapid Evaluation Records (Protocolos de Avaliação Rápida – PARs). Thus, this study discuss the potentialities of applying a PAR model in urban areas of the municipalities of Iconha and Piúma (ES), in the context of the Novo River Drainage Basin. The results show that in four out of five analyzed points, the environmental quality was classified as “intermediate”, while in the remaining one it was “good”. The use of the PAR model was generally satisfactory, exposing the advantages of its use to designate the environmental quality of the analyzed rivers.

Key-words: Novo River Drainage Basin, Rapid Evaluation Record, Iconha (ES), Piúma (ES).

1. Introdução

Os rios e suas áreas marginais de topografia plana são locais visados há milhares de anos pelo homem em função não apenas da fundamental importância da água para sua sobrevivência, mas também, com o avanço técnico-científico e com mudanças culturais, econômicas, políticas e sociais mais recentes, para fins industriais, de irrigação de áreas cultivadas, recreação, turismo, dentre outras finalidades de natureza antrópica. Em adição a isso, favoreceram o surgimento e a expansão de núcleos urbanos (CUNHA, 2001).

Indiretamente, os rios refletem as condicionantes naturais e as atividades humanas executadas na bacia de drenagem, sofrendo, em virtude da escala e da intensidade de mudanças nesses dois elementos, alterações no interior do canal e da bacia, efeitos e/ou impactos no comportamento da descarga, sólida e dissolvida, e poluição das águas (CUNHA, 2008), o que vai ao encontro da ideia, como argumenta Smol (2008, p. 8, tradução nossa), de que “[...] rios são deteriorados por influências humanas”.

As bacias de drenagem integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas compreendidas. Mudanças significativas em quaisquer unidades podem acarretar em

alterações, efeitos e/ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída (descarga de cargas sólidas e dissolvidas). Em adição a isso, em função da escala e da intensidade da mudança, os tipos de leito e de canais podem se alterar.

As manifestações e materializações de relações estabelecidas entre a sociedade e a natureza podem ser observadas nas bacias de drenagem que, em muitos casos, são palco de impactos socioambientais atrelados a um mau ordenamento e a uma má gestão do território frente aos condicionantes físico-naturais. Coelho (2009) alega que, se analisados em conjunto, os processos físicos e socioeconômicos promovem com o passar do tempo mudanças hidrológicas, bióticas, dentre outras, moldando na calha principal do rio/canal uma morfologia direcionada por essas condições. O produto destas relações, como discorre Deina (2013), tem se materializado de maneira bastante degradante, a exemplo da ocorrência de alagamentos e inundações constantes, além da ampla poluição hídrica.

O sistema fluvial ou bacia de drenagem, na figura dos rios, pode ter suas dinâmicas hidrológica e morfológica condicionadas tanto por condicionantes naturais, a exemplo do comportamento climático, regime de chuvas, declividade das encostas e profundidade do talvegue, como por condicionantes sociais, entre as quais estão presentes a construção de barragens e vertedouros, construção de canais artificiais para aproveitamento na agropecuária, retificações, canalizações, dragagens, aterros e o próprio fenômeno da urbanização predatória e exacerbada em direção aos corpos d'água.

Rosa e Magalhães Junior (2019) argumentam que, no Brasil, o diagnóstico da qualidade ambiental de cursos d'água acontece, principalmente, por meio das estações de monitoramento que, por sua vez, apresentam algumas limitações, tais como o custo oneroso das análises, que são quantitativas e, apesar de fornecerem importantes informações sobre a potabilidade das águas, são insuficientes para aferir a realidade ambiental de um sistema fluvial. Nesse sentido, os Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) são interessantes iniciativas para preencher algumas das lacunas do monitoramento de sistemas fluviais.

Nesse contexto, o presente artigo objetiva diagnosticar o panorama ambiental de sistemas fluviais da Bacia de Drenagem do Rio Novo, com enfoque em áreas urbanas em seu médio e baixo cursos, por meio da aplicação de um PAR elaborado a partir das realidades locais. De forma específica, espera-se apresentar as potencialidades do PAR enquanto

ferramenta acessível e de baixo custo a ser utilizada no monitoramento de sistemas fluviais em áreas urbanas e contribuir para a melhor gestão e proteção dos mesmos.

1.1 *Interfaces ser humano e ambientes fluviais*

Embora a relação do homem com os corpos líquidos e suas repercussões serem registradas há muito tempo, a interferência antrópica sobre os recursos hídricos, bem como seus impactos, elevaram-se em demasia nos tempos historicamente mais recentes, sobretudo nos rios. O advento da urbanização e da industrialização e a eventual concentração da população nas cidades emergiram outras necessidades diferentes daquelas do passado, a exemplo da geração de energia elétrica, da expansão de áreas habitáveis nas cidades, do abastecimento de água nas moradias e indústrias e do controle de enchentes e inundações. É importante destacar que os termos se referem a processos distintos: enquanto aquele se refere ao aumento temporário do canal fluvial sem extravasamento, este diz respeito ao transbordamento do canal fluvial, atingindo áreas marginais.

Park (1981) e Knighton (1984), citados por Cunha (2001) relatam que existem dois grupos de mudanças fluviais provocadas pelo homem: as diretas e as indiretas. O primeiro grupo refere-se às mudanças ocorridas diretamente no canal fluvial com o intuito de controlar as vazões ou para a morfologia do canal forçada pelas obras estruturais, com o objetivo de estabilizar as margens, diminuir os efeitos de enchentes, inundações, erosão ou deposição de material, retificar o canal e remover cascalhos. Tais obras mudam, dentre outros aspectos, a seção transversal, o perfil longitudinal do rio e o padrão do canal.

Já o segundo grupo diz respeito às mudanças fluviais indiretas resultantes da ação humana que são realizadas fora da área dos canais, porém modificam o comportamento da descarga e da carga sólida do rio. Dentre essas atividades, que se prolongam por toda a bacia de drenagem, estão aquelas relacionadas ao uso e cobertura da terra, como a remoção da vegetação, emprego de práticas agrícolas inapropriadas e urbanização. Park (1977 apud CUNHA, 2001) chama a atenção que as relações obtidas para um ambiente ou tipo de canal, a partir da constatação de tais mudanças, diretas ou indiretas, não podem ser aplicadas para outro, de modo que os resultados sejam avaliados com cuidado e evitando, assim, generalizações.

Exemplos de impactos diretos oriundos da bacia de drenagem e que causam a degradação dos canais são, como aponta Cunha (2008): os desmatamentos indevidos e não controlados pela legislação e o crescimento urbano desenfreado, desproporcionando a manutenção de áreas verdes para permitir o ciclo hidrológico e sem as condições mínimas de saneamento, a substituição das matas ciliares por terras cultivadas, o avanço da urbanização e a ação direta nos canais, como atividades mineradoras (alúvios) e de obras de engenharia, a exemplo da canalização (retificação, alargamento e aprofundamento do canal), dos barramentos para controle de vazão, construção de pontes e diques artificiais e da alteração nas dimensões da calha, cuja gênese associa-se à excessiva erosão das margens e do assoreamento, provocados pelo maior aporte sedimentar.

Uma das obras de engenharia executadas nos canais fluviais é a canalização que, segundo Cunha (2001), constitui na direta alteração da calha do rio e gera consideráveis impactos, tanto no canal quanto na planície de inundação. Constituem processos de canalização o alargamento e o aprofundamento da calha fluvial, a retificação do canal, a construção de diques e canais artificiais, a proteção das margens e a remoção de obstáculos no canal (CUNHA, 2001), que exigem permanente manutenção da capacidade do canal. Durante a canalização, conforme Botelho (2011), ao dotar o curso d'água de uma seção transversal com forma geométrica definida, normalmente com revestimento, ameniza-se o atrito das águas com o fundo e as laterais.

Os ambientes fluviais, conforme Lima-e-Silva, Guerra e Dutra (2007) são ameaçados, particularmente, de três maneiras: a) pelo desmatamento generalizado, diminuindo a infiltração e aumentando o escoamento; b) pela contaminação dos lençóis freáticos, através da poluição dos solos, tanto em áreas urbanas quanto rurais; e c) em alguns locais, pelo uso excessivo desses recursos, por meio do bombeamento para irrigação, ou em grandes empreendimentos industriais, e nas cidades. Os autores também chamam a atenção para a poluição direta das águas, sejam elas salgadas ou doces, por atividades industriais, que constituem outro elemento crucial. Comumente, ocorre uma diminuição drástica da qualidade dos recursos hídricos, a ponto de se fazer necessário um grande investimento financeiro para despoluir lagoas, rios e baías.

1.2 Protocolos de Avaliação Rápida (PARs): breves considerações

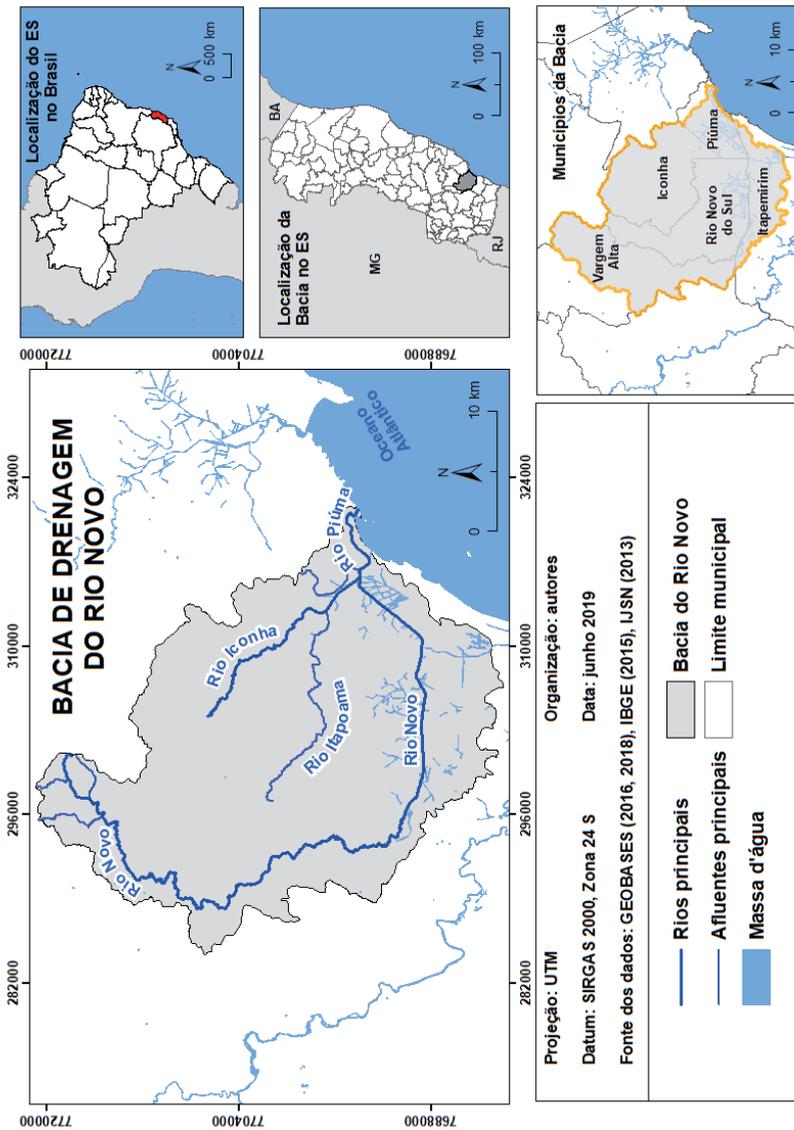
Os protocolos de avaliação rápida de rios são ferramentas que podem ser utilizadas “para caracterizar o rio qualitativamente, ou seja, para estabelecer uma pontuação para o estado em que o ambiente se encontra” (RODRIGUES, 2008, p. 37). São definidos previamente parâmetros de naturezas diversas, como física, química e biológica para, *in situ*, ser realizada a caracterização atrelada à pontuação para o estado em que o ambiente se encontra, sendo que as notas mais altas refletem um bom estado de conservação e as mais baixas um estado de degradação.

Como salientam Rosa e Magalhães Junior (2019), os PARs não são documentos rígidos e conclusivos, podendo ser adaptados de acordo com as especificidades locais, como clima, geologia, geomorfologia, solo e uso e cobertura da terra. Outro ponto a se considerar é a rapidez e a facilidade de sua aplicação, não sendo necessário treinamentos demasiadamente sistemáticos aos seus aplicadores ou mesmo a presença de especialistas. A subjetividade é uma característica marcante nos PARs, uma vez que as pontuações são estabelecidas a partir da observação de quem o aplica, já que seus conhecimentos e capacidade de percepção são levados em consideração. De modo a amenizar essa situação, pode-se oferecer treinamento, acompanhamento parcial e suporte de avaliadores com mais experiência (RODRIGUES, 2008).

1.3 A Bacia de Drenagem do Rio Novo (BDRN)

O rio Novo, que dá nome à bacia, localiza-se na região sul do estado do Espírito Santo, com aproximadamente 80 km de extensão e é, assim, um rio de domínio estadual (figura 1). Este nasce no sopé da Serra do Richmond, no município de Vargem Alta, e sua foz localiza-se no município de Piúma, onde, após confluir com o rio Iconha, passa a se denominar rio Piúma. A bacia ocupa uma área de aproximadamente 762 km² entre as latitudes 20° 36'00"S e 20° 57'30"S e entre as longitudes 41° 10'00"W e 40° 40'00"W, abrangendo cinco municípios capixabas: Iconha, Itapemirim, Piúma, Rio Novo do Sul e Vargem Alta. A rede de drenagem da bacia possui uma malha que se estende por cerca de 440 km.

Figura 1
MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA DE DRENAGEM DO RIO NOVO



Fonte: autores.

Por sua vez, o rio Iconha constitui o principal afluente do rio Novo, com comprimento de cerca de 24 km. Dessa forma, constitui a principal sub-bacia da BDRN, detendo uma área aproximada de 208 km² (OLIVEIRA et al., 2015). Os municípios abrangidos por esta são Iconha, Rio Novo do Sul e Piúma. Outros importantes afluentes são os rios Guioamar, Ipeaçu, Santo Antônio, São Benedito e, especialmente, o rio Itapoama.

Os rios Novo e Iconha possuem características distintas. Enquanto este é um rio que possui uma qualidade hídrica superior ao do Novo em virtude das quedas d'água ao longo de seu curso, que promovem uma maior oxigenação da água e ilustram os níveis de base locais ao longo da sub-bacia, aquele se enquadra mais como um rio de planície em virtude da sua extensa planície fluvial situada em seu baixo curso, onde predominam processos deposicionais e há muita matéria orgânica que, após entrar em decomposição, consome oxigênio da água (A TRIBUNA, 2007).

Uma vez que alguns núcleos urbanos surgiram e se desenvolveram de forma negligente à dinâmica dos ambientes fluviais na bacia, ocupando áreas inundáveis ao longo dos três rios supracitados, não é incomum registrar episódios de inundações nos municípios de Iconha, Piúma e Rio Novo do Sul, trazendo como principais consequências as perdas materiais e até humanas.

Outro empecilho observado na BDRN é o assoreamento, agravado pelas construções em áreas marginais impróprias e pela supressão da mata ciliar e, assim, condicionado pela maior chegada de sedimentos que, acumulados, podem originar bancos e ilhas, reduzindo a capacidade do canal, favorecendo as inundações e alterando a qualidade da água (CUNHA, 2008). Esse quadro é observado, também, na foz do rio Piúma, que é do tipo estuário e afeta a movimentação de embarcações de pescadores locais, que só conseguem chegar aos píeres ou cais com marés muito altas, não havendo passagem para barcos de médio porte (A TRIBUNA, 2007).

Também merece destaque o Canal de Itaputanga, uma das fozes do rio Piúma que por décadas sofreu obras de dragagem, canalização e retificação em sua calha, além de, atualmente, ter a sua foz barrada naturalmente em episódios de passagens de frentes frias e também por maquinários (figura 2) a serviço da Prefeitura Municipal de Piúma e de acordo com seu nível de vazão, o que é motivo de impasses sociopolíticos e ambientais.

Figura 2
ATERRAMENTO DA FOZ DO CANAL DE ITAPUTANGA POR TRATORES



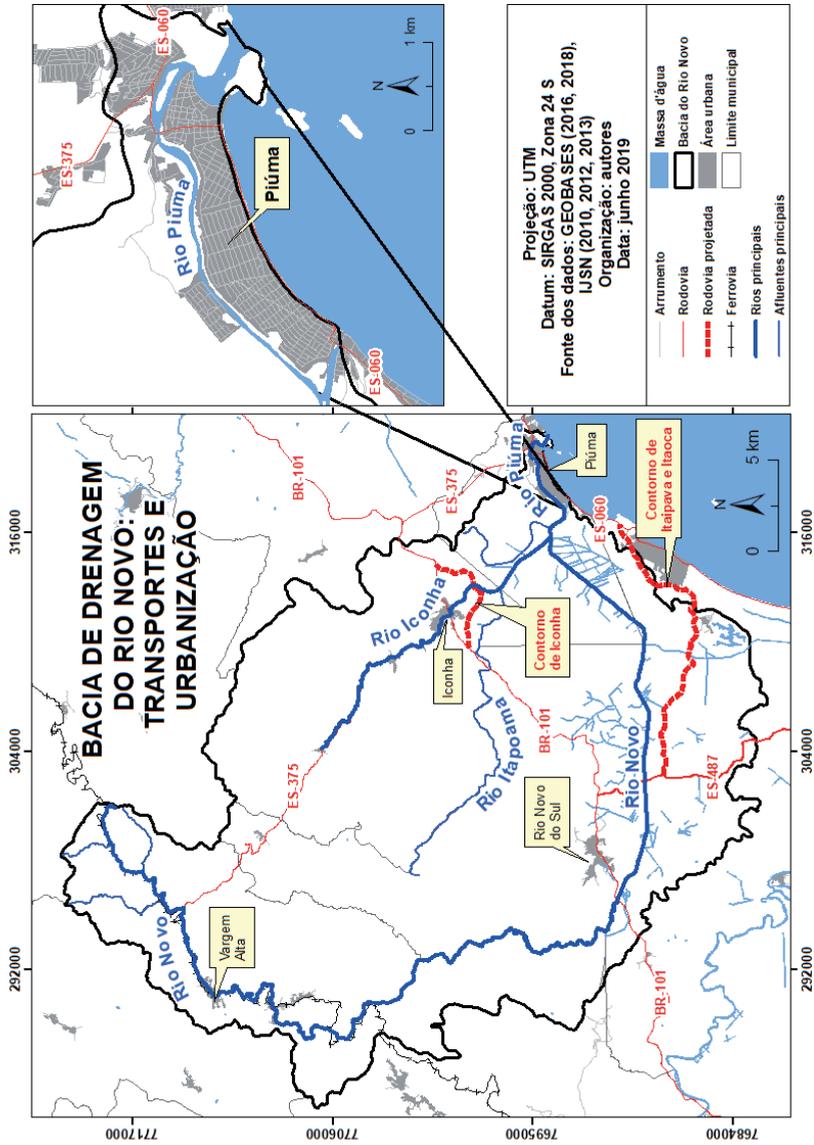
Fonte: acervo pessoal de Regina Oliveira (2019).

O compartimento mais urbanizado da bacia é o seu baixo curso, onde encontram-se as sedes municipais de Piúma e Iconha, palco desta pesquisa, além da de Rio Novo do Sul. Estritamente relacionado à urbanização (figura 3) está o crescimento populacional (tabela 1), que atingiu significativamente todos os municípios da BDRN, levando-se em conta a população total (urbana e rural).

Nota-se que todos os municípios da bacia apresentaram crescimento populacional no intervalo temporal considerado, de 1970 a 2017. O decréscimo populacional observado em Itapemirim, entre 1991 e 2000, deve-se à criação do município de Marataízes, desmembrado daquele, em 14 de janeiro de 1992, pela Lei Estadual nº 4.619, e instalado em 10 de janeiro de 1997.

O município com o crescimento menos expressivo foi Rio Novo do Sul, cuja população saltou de 9.161 em 1970 para 12.095 em 2017, representando um aumento de 32,03%. Em contrapartida, o município de maior crescimento demográfico foi Piúma, com uma população de 3.583 residentes, em 1970, e de 21.336, em 2017, expressando um crescimento exponencial de 595,48%.

Figura 3
TRANSPORTES E URBANIZAÇÃO NA BACIA DE DRENAGEM DO RIO NOVO



Fonte: autores.

Tabela 1

CRESCIMENTO POPULACIONAL NOS MUNICÍPIOS DA BDRN

MUNICÍPIO \ ANO	1970	1980	1991	2000	2010	2018
Iconha	7.604	8.282	10.172	11.481	12.523	13.745
Itapemirim	28.558	35.113	44.492	28.121	30.988	34.032
Piúma	3.583	5.345	9.430	14.987	18.123	21.363
Rio Novo do Sul	9.161	8.900	10.004	11.271	11.325	11.618
Vargem Alta	-1	-1	13.082	17.376	19.130	21.207

¹ Segundo o IBGE, o município de Vargem Alta foi fundado pela Lei Estadual nº 4063 de 10 de maio de 1988, desmembrado de Cachoeiro de Itapemirim. Logo, não constam as relações de população para o município nos anos de 1970 e 1980.

Fontes: IBGE (1970, 1980, 1991, 2000, 2010, 2018). Os dados do último ano são de população estimada, ao passo que os demais se referem aos censos demográficos. Organização: autores. Em negrito está destacado o crescimento populacional de Piúma e Iconha, municípios-alvo da pesquisa.

2. Materiais e Métodos

Almejando alcançar os objetivos traçados, a pesquisa foi dividida em três principais etapas. Na primeira, ocorreu o levantamento bibliográfico acerca da problemática abordada com o intuito de compilar um material adequado e condizente com a problemática abordada. Em adição a isso, foram adquiridos os seguintes dados cartográficos gratuitamente a fim de espacializar, obter informações diversas e auxiliar na discussão da pesquisa (tabela 2).

Tabela 2

DADOS CARTOGRÁFICOS UTILIZADOS

DADO CARTOGRÁFICO	FONTE	ANO
Plano de informação vetorial: continente; limite estadual	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	2015
Planos de informação vetorial: área urbana; arruamento; bacia de drenagem; ferrovia; limite municipal; rodovia	Instituto Jones dos Santos Neves/Coordenação de Geoprocessamento (IJSN/CGEO)	2010; 2012; 2013; 2016; 2018
Planos de informação vetorial: curso d'água; massa d'água	Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo	2016

Fonte: elaborado pelos autores.

Na segunda etapa, os mesmos foram trabalhados no *software ArcGIS 10.2* e ajustados, conforme a necessidade, ao sistema de projeção UTM, Datum SIRGAS 2000, Zona 24 S (IBGE, 2005).

Por sua vez, a terceira etapa consistiu na constatação empírica do cenário socioambiental do baixo curso da BDRN por meio de duas campanhas de campo. A primeira ocorreu no dia 15 de junho de 2019, quando foram feitos dois pontos de parada no município de Iconha, um na comunidade de Bom Destino, pertencente ao distrito de Duas Barras, e outro na Sede Municipal: em ambos foi analisado o rio Iconha e seu entorno; a segunda ocorreu no dia 16 de junho de 2019, com três pontos de parada, todos na sede municipal de Piúma e retratando o rio homônimo e seus entornos.

Para fins de registros fotográficos, foi utilizada a câmera de um *smartphone* Xiaomi Redmi Note 5 e, para fins de localização, foi utilizado um *software* gratuito, em formato de aplicativo e cujo *download* foi feito no aparelho celular, chamado *GPS Essentials*. Também foram registradas as coordenadas UTM de cada ponto (tabela 3), posteriormente convertidas em formato de plano de informação no *software ArcGIS 10.2* para fins de espacialização das mesmas em mapa temático (figura 4), bem como suas respectivas altitudes.

Tabela 3
COORDENADAS UTM DOS PONTOS/SEGMENTOS ANALISADOS E SUAS ALTITUDES

SEGMENTO / PONTO	DESCRIÇÃO	COORDENADA		ALTITUDE (m)
		X	Y	
1	Rio Iconha – Comunidade de Bom Destino	309073	7702544	84,6
2	Rio Iconha – Sede Municipal de Iconha	311375	7699556	7,10
3	Rio Piúma – foz do Canal de Itaputanga	317935	7693066	8,07
4	Rio Piúma – Praia Doce/Estuário	320605	7694375	4,16
5	Rio Piúma – Bairro Centro	320193	7695103	8,82

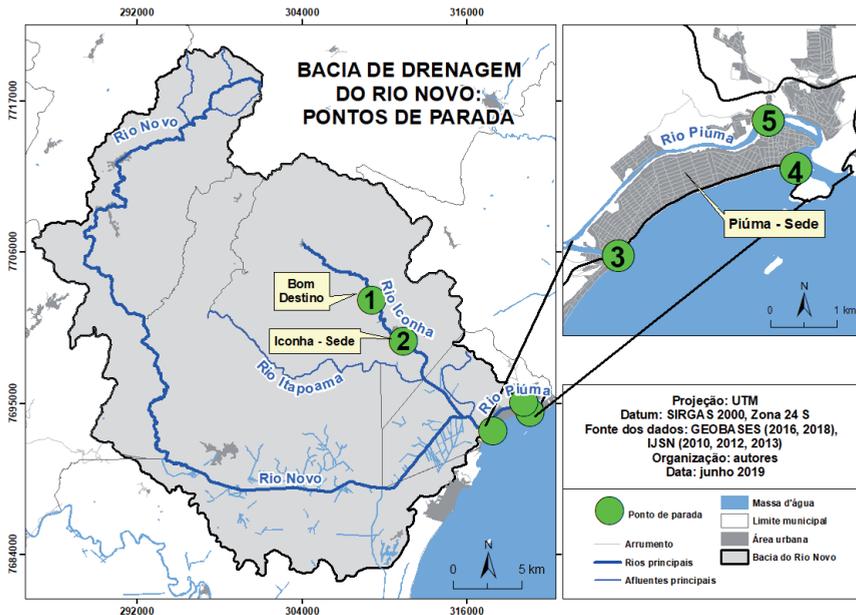
Fonte: autores.

Nas campanhas de campo foi aplicado um PAR de modo a diagnosticar o quadro socioambiental dos sistemas fluviais urbanos levados em consideração de maneira quali-quantitativa. Para determinação da qualidade ambiental dos cinco pontos ou segmentos avaliados visualmente,

calculou-se o total da pontuação de cada parâmetro em cada um dos segmentos e, a partir dela, enquadrrou-se cada um em cinco possíveis categorias, com base no trabalho de Ramos et al. (2017) (tabela 4).

O modelo do PAR, bem como os parâmetros utilizados na aferição do diagnóstico se encontram na tabela 5. A pontuação varia de 3 (boa situação), passando por 2 (situação mediana) e terminando em 1 (situação ruim). Como complementação, foram calculadas as médias de cada parâmetro nos cinco segmentos (pontos de parada) visitados, os valores totais de cada segmento e a média dos valores totais.

Figura 4
LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE PARADA



Fonte: autores.

Tabela 4
ESCALA DE QUALIDADE AMBIENTAL

Crítica	Ruim	Intermediária	Boa	Ótima
14 a 19 pontos	20 a 25 pontos	26 a 31 pontos	32 a 37 pontos	38 a 42 pontos

Fonte: autores.

Tabela 5
MODELO DE PAR UTILIZADO

Localização:										
Data da coleta:										
Tempo Atmosférico:										
Responsável:										
Tipo de Ambiente:					Avaliação					Média
PARÂMETRO	Pontuação				Segmentos					
	3	2	1	1	2	3	4	5		
1	Tipos de ocupação nas margens e proximidades	Vegetação nativa	Pastagem, agricultura, refloresta-mento	Residencial, comercial e industrial						
2	Obras e estruturas hidráulicas	Ausente	Parcialmente canalizado (margens ou fundo)	Totalmente canalizado e/ou tamponado						
3	Fontes pontuais de emissão de efluentes	Ausente	Emissão de esgoto doméstico	Emissão de efluentes de origem química industrial						
4	Resíduos sólidos	Ausente	Pouco	Muito						
5	Espumas e manchas	Ausente	Pouca	Muita						
6	Odor da água (exceto mangue)	Ausente	Fraco	Forte						
7	Turbidez da água	Transparente	Turva / cor de chá forte	Opaca ou colorida						
8	Vegetação aquática	Ausente	Presença de musgos obstruindo o rio	Macrófitas						
9	Proteção/ Estrutura das margens	Protegida	Pouco protegida	Sem proteção						
10	Cobertura vegetal adjacente	Abundante	Esparsa	Ausente						
11	Elementos de retenção no canal	Pedras, troncos e folhas	Parcial	Ausente						
12	Estabilidade das margens à erosão e movimentos de massa	Estável	Parcialmente estável	Instável						

13	Sombreamento por vegetação	Total	Parcial	Ausente					
14	Uso por animais	Ausente	Pouco expressivo	Presente					
Totais									

Fonte: autores.

3. Resultados e Discussão

O segmento 1 (figura 5) corresponde a um trecho do rio Iconha situado na área urbana da comunidade de Bom Destino, no município de Iconha. Na margem esquerda nota-se a presença de residências com pilares elevados como estratégia frente às inundações esporádicas que acometem a área e a presença de canos que lançam efluentes domésticos no rio. Há presença de vegetação ciliar, sobretudo, na margem direita, que confere sombreamento considerável ao rio no trecho. Também se observa a presença de uma espécie de “muro” dentro do canal fluvial, separando o trecho com o fundo rochoso e com presença de matacões do trecho ausente dessas características, provavelmente com o intuito de facilitar a navegação no passado. A turbidez da água na porção entre as residências e o muro é opaca com coloração verde e odor forte.

Figura 5

SEGMENTO 1 EM BOM DESTINO, ICONHA. 1) RESIDÊNCIAS COM PILARES ELEVADOS; 2) FUNDO DO LEITO ROCHOSO; 3) COLORAÇÃO OPACA DA ÁGUA; 4) ESPÉCIE DE “MURO” CONSTRUÍDO NO LEITO FLUVIAL



Fonte: autores.

O segmento 2 (figura 6) também corresponde ao rio Iconha, em um trecho a jusante do segmento 1, na sede do município homônimo. Nota-se, novamente, a presença de residências bem próximas ao canal fluvial e alguns canos que lançam efluentes diretamente no rio, bem como a maior presença de muros em ambas as margens, que promovem a estabilização das margens à erosão e, conseqüentemente, o canalizam. Os estratos da vegetação ciliar fazem o sombreamento parcial do rio e existem alguns resíduos sólidos nas margens e dentro do canal, a exemplo de um pneu preso ao fundo do leito. Frisa-se, também, o baixo nível d'água no ponto, quase formando bancos de areia.

Figura 6

SEGMENTO 2 NA SEDE DE ICONHA. 1) MUROS AO LONGO DA MARGEM DIREITA DO RIO; 2) SOMBREAMENTO PARCIAL DO RIO PELOS ESTRATOS VEGETAIS; 3) PNEU PRESO AO FUNDO DO LEITO FLUVIAL (SETA VERMELHA)



Fonte: autores.

O segmento 3 (figura 7) abrange a foz do Canal de Itaputanga, que é uma das desembocaduras do rio Piúma, no município homônimo. Diferentemente dos segmentos anteriores, aqui a presença de residências, embora existente, é menor, ocorrendo, sobretudo, à margem esquerda. Não se observou fontes pontuais de emissão de efluentes e a vegetação ciliar, por ser de pequeno porte, deixa o canal quase que completamente exposto à luz solar, com exceção de um pequeno trecho próximo à foz, que conta com castanheiras. Há vegetação aquática (macrófitas) que obstruem o canal no limite com o aterro da foz, que é o elemento mais marcante do segmento, que geralmente é feito em períodos de vazante.

Figura 7
SEGMENTO 3 NO CANAL DE ITAPUTANGA, PIÚMA. 1) MACRÓFITAS; 2) ATERRO DE ORIGEM ANTRÓPICA CONSTRUÍDO NA FOZ DO CANAL



Fonte: autores.

O segmento 4 (figura 8) se insere na outra foz do rio Piúma, que corresponde a um trecho de estuário num local conhecido como Praia Doce. O trecho foi o que recebeu menor pontuação, o que condiz com o seu atual estado de degradação. Embora não sejam observadas fontes pontuais de emissão de efluentes, há muitos resíduos sólidos (papeis, plásticos, metais e vidros) e matéria orgânica depositada na margem direita, que conta com a presença de muitos urubus e odor forte. O estuário é passagem de embarcações de pescadores locais, que pescam em alto mar e retornam ao rio em um trecho a jusante para abastecer as peixarias. O sombreamento por vegetação é praticamente inexistente e também há acúmulo de areia de natureza antrópica na margem direita, representando a abertura de uma trilha que dá acesso à praia.

Figura 8
SEGMENTO 4 NA PRAIA DOCE, PIÚMA. 1) ABERTURA DE TRILHA; 2) PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA E RESÍDUOS SÓLIDOS VARIADOS



Fonte: autores.

O segmento 5 (figura 9) corresponde a um trecho a montante do anterior, ainda no rio Piúma. Este é o trecho mais bem avaliado, representando um trecho de manguezal urbano no bairro Centro. Há vegetação de mangue abundante, sobretudo, na margem direita, que conta com a presença de garças. Há presença de várias pequenas embarcações no rio e algumas residências na margem esquerda, sendo que em algumas nota-se emissão de efluentes no rio. A água é turva e, em alguns pontos, observou-se a presença de manchas na mesma, o que não ocorreu nos demais segmentos.

A tabela 6 mostra o resultado da avaliação de cada segmento e parâmetro, bem como a avaliação final da qualidade ambiental.

Figura 9

SEGMENTO 5 NO CENTRO DE PIÚMA. 1) EMBARCAÇÕES; 2) VEGETAÇÃO DE MANGUE; 3) MANCHA OBSERVADA NO RIO (SETA VERMELHA); 4) CONCENTRAÇÃO DE GARÇAS NO MANGUE (PONTOS BRANCOS)



Fonte: autores.

Tabela 6
RESULTADOS DA AVALIAÇÃO

Parâmetro Segmento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Total
1	1	2	2	2	3	1	1	3	2	2	3	3	2	3	30
2	1	2	2	2	3	2	1	3	2	2	2	2	2	3	29
3	1	2	3	2	3	2	2	1	2	2	2	3	2	3	30
4	1	2	3	1	3	1	1	3	3	2	1	3	1	2	27
5	1	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	2	2	33
Média	1	2,2	2,4	1,8	2,8	1,8	1,4	2,8	2,4	2,2	2	2,8	1,8	2,6	29,8

Fonte: autores. Parâmetros: 1) Tipos de ocupação nas margens e proximidades. 2) Obras e estruturas hidráulicas. 3) Fontes pontuais de emissão de efluentes. 4) Resíduos sólidos. 5) Espumas e manchas. 6) Odor de água (exceto mangue). 7) Turbidez da água. 8) Vegetação aquática. 9) Proteção/estrutura das margens. 10) Cobertura vegetal adjacente. 11) Elementos de retenção no canal. 12) Estabilidade das margens à erosão e a movimentos de massa. 13) Sombreamento por vegetação. 14) Uso por animais.

4. Considerações Finais

A princípio, o modelo de PAR empregado mostrou-se satisfatório para uma avaliação preliminar dos sistemas fluviais visitados, mostrando-se uma ferramenta acessível, de fácil aplicação, pouco onerosa e que pode ser utilizada por diversos segmentos sociais na aferição da qualidade ambiental desses ambientes, promovendo a maior participação popular na gestão, na conservação e na proteção dos sistemas fluviais. Ademais, o PAR mostrou-se uma eficaz ferramenta de aplicação de indicadores socioambientais no âmbito da pesquisa.

Nos segmentos 1 a 4 o resultado final da avaliação mostrou-se intermediário (30, 29, 30 e 27 pontos, respectivamente), enquanto que o segmento 5 foi o único que apresentou um resultado bom (33 pontos). Todavia, esse cenário é questionável, uma vez que o segmento 4, na Praia Doce, que é o visivelmente mais degradado, ficou apenas dois pontos atrás do segmento 2, o segundo com pior avaliação total. Uma possível solução para melhor enquadrar os segmentos quanto à avaliação seria impor pesos matemáticos diferentes aos parâmetros, como sugerem Ramos et al. (2017), de acordo

com o seu grau de perturbação no ambiente, ou mesmo inserir mais variáveis no PAR.

A subjetividade é outro ponto a ser destacado. Além de haver possíveis diferenças na avaliação dos parâmetros de acordo com a leitura do avaliador, “outro aspecto desfavorável relaciona-se com os valores utilizados para enquadrar os segmentos nas categorias de qualidade estabelecidas” (ROSA; MAGALHÃES JUNIOR, 2019, p. 462). Dessa forma, o caráter de ferramenta de avaliação preliminar da qualidade ambiental de sistemas fluviais deve ser salientado, sendo necessária a realização de estudos mais aprofundados e sistemáticos que resultem em informações mais consolidadas.

A observação nas campanhas de campo das inter-relações estabelecidas pelos fatores naturais e antrópicos materializados, sobretudo, na urbanização de Iconha e Piúma, foi fundamental para aferir o impacto negativo e significativo da urbanização nos sistemas fluviais, como na emissão de efluentes domésticos e em obras estruturais/hidráulicas que alteram a dinâmica desses ambientes.

Uma recomendação futura é a aplicação do PAR remodelado em ambientes não urbanizados e urbanizados atravessados pelo mesmo curso d'água, de modo a possivelmente detectar com mais clareza como as materializações urbanas impactam na qualidade ambiental a ser verificada na avaliação e na pontuação finais.

Mesmo com as limitações apresentadas, o modelo de PAR aplicado trouxe resultados, no geral, coerentes com o cenário ambiental constatado em campo. Por envolver parâmetros variados, o mesmo possibilita uma análise integrada do curso d'água, com resultados mais amplos e críveis, podendo auxiliar, inclusive, na adoção e realização de medidas em prol da redução dos impactos socioambientais pelos órgãos competentes no contexto da BDRN e em ações que contemplem a educação ambiental em espaços formais e não formais de ensino.

Referências

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (Org.) **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, n. 3, p. 71-115.

COELHO, A. L. N. Bacia hidrográfica do rio Doce (MG/ES): uma análise socioambiental integrada. **Geografares**, Vitória, n. 7, p. 131-146, 2009.

CUNHA, S. B. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. n. 5, p. 211-252.

CUNHA, S. B. Canais fluviais e a questão ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.) **A questão ambiental**: diferentes abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. n. 7, p. 219-238.

DEINA, M. A. **Alterações hidrogeomorfológicas no baixo curso do rio Jucu (ES)**. 2013. 187 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censos demográficos**: 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>, acesso em: 12 Ago. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e estados do Brasil**: Iconha, Itapemirim, Piúma, Rio Novo do Sul e Vargem Alta. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br>>, acesso em: 29 jun. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapas interativos do IBGE**: base de dados geográficos, 2015. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/home/>>, acesso em: 05 mar. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Resolução IBGE nº 1/2005 que altera a caracterização do referencial geodésico brasileiro, passando a ser o SIRGAS-2000**, 2005. Disponível em: <http://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_25fev2005.pdf>, acesso em: 05 mar. 2018.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES/COORDENAÇÃO DE GEOPROCESSAMENTO (IJSN/CGEO). **Base de dados geográficos**: 2010, 2012, 2013, 2016, 2018. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/>>, acesso em: 28 jun. 2019.

LIMA-E-SILVA, P. P.; GUERRA, A. J. T.; DUTRA, L. E. D. Subsídios para avaliação econômica de impactos ambientais. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.) **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. n. 5, p. 217-261.

NAVEGANDO os rios capixabas. **A Tribuna**, Vitória, 9 set. 2007. Caderno Especial. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/bibliotecaonline/>>, acesso em: 19 fev. 2018.

OLIVEIRA, F. S. et al. Evolução temporal da cobertura florestal na bacia hidrográfica do Rio Iconha, Espírito Santo, Brasil. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 7, n. 4, p. 83-91, 2015. Disponível em: <https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/776/pdf_23>, acesso em: 10 mar. 2018.

RAMOS, A. L. D. et al. Avaliação visual de rios urbanos: metodologia e aplicação. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 11, n. 25, p. 159-184, 2017.

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. 146 f. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2140/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Adequa%C3%A7%C3%A3oProtocoloAvalia%C3%A7%C3%A3o.pdf>, acesso em: 28 jun. 2019.

ROSA, N. M. G.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Aplicabilidade de Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) no diagnóstico ambiental de sistemas fluviais: o caso do Parque Nacional da Serra do Gandarela (MG). **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 29, n. 57, p. 441-464, 2019.

SISTEMA INTEGRADO DE BASES GEOESPACIAIS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (GEOBASES). **Navegador geográfico, feições**: 2016. Disponível em: <https://www2.geobases.es.gov.br/publico/AcessoNavegador.aspx?id=142&nome=NAVEGADOR_GEOBASES>, acesso em: 05 mar. 2018.

SMOL, J. P. **Pollution of lakes and rivers: a paleoenvironmental perspective**. Nova Iorque: Blackwell Publishing, 2008.

Recebido em: 16/07/2019

Aceito em: 20/08/2019