



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS-CCA**  
**ESPECIALIZAÇÃO EM RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

**TATIANA FERREIRA DE LIMA**

**ANÁLISE DE QUALIDADE AMBIENTAL A PARTIR DE UM PROTOCOLO  
DE AVALIAÇÃO RÁPIDA NO TRECHO DO RIO MACACU EM CACHOEIRAS DE  
MACACU –RJ**

**CACHOEIRAS DE MACACU - RJ**

**2022**

TATIANA FERREIRA DE LIMA

**ANÁLISE DE QUALIDADE AMBIENTAL A PARTIR DE UM PROTOCOLO  
DE AVALIAÇÃO RÁPIDA NO TRECHO DO RIO MACACU EM CACHOEIRAS DE  
MACACU –RJ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão como requisito básico para a obtenção do título de especialista no curso lato sensu em Especialização em Recuperação de Áreas Degradadas.

Orientadora: **Ma. Potiára Oliveira Diniz**

CACHOIERAS DE MACACU -RJ

2022

## Ficha catalográfica

L732a

Lima, Tatiana Ferreira de

Análise de qualidade ambiental a partir de um protocolo de avaliação rápida no trecho do Rio Macacu em Cachoeiras de Macacu –RJ. / Tatiana Ferreira de Lima. – Imperatriz, MA, 2022.

25 f.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Recuperação de Áreas Degradadas) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2022.

1. Recursos hídricos. 2. Qualidade da água. 3. Protocolo de avaliação rápida. 4. Imperatriz - MA. I. Título.

CDU 556.18

Ficha elaborada pelo Bibliotecário: **Mateus de Araújo Souza CRB13/955**

**ANÁLISE DE QUALIDADE AMBIENTAL A PARTIR DE UM PROTOCOLO  
DE AVALIAÇÃO RÁPIDA NO TRECHO DO RIO MACACU EM CACHOEIRAS DE  
MACACU –RJ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
à Universidade Estadual da Região Tocantina  
do Maranhão como requisito básico para a  
conclusão do Curso Especialização em  
Recuperação de Áreas Degradadas. .

Data de aprovação: 30 / 10 / 2022

**Banca Examinadora**



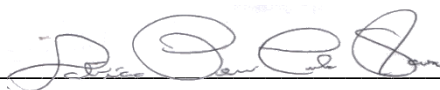
---

Profa. Ma. Potiára Oliveira Diniz



---

Prof. Ma. Geslany Oliveira Sousa



---

Prof. Dra. Patricia Ferreira Cunha Sousa



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>07</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.9</b>
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>15</b>
<b>4. DISCUSSÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>22</b>

## **Análise de qualidade ambiental a partir de um protocolo de avaliação rápida no trecho do rio Macacu em Cachoeiras de Macacu – RJ**

*Tatiana Ferreira de Lima<sup>1</sup>*  
*Potíára Oliveira Diniz<sup>2</sup>*

1 Acadêmica do curso de pós graduação Recuperação de Áreas Degradadas da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL.

2 Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnológicas, CCENT. Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL. E-mail: cleo@uemasul.edu.br

Observação :O artigo é de acordo com a norma da Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento link: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/>

### **Resumo**

A água é um recurso natural renovável e fundamental para a vida na terra. Embora seja um recurso natural renovável seu uso mal orientado tem provocado sua escassez pelo mundo principalmente nos grandes centros urbanos. Além dos problemas relacionados à quantidade de água tais como: escassez, estiagens e cheias, há também aqueles relacionados à qualidade da água, o que impede principalmente seu uso para abastecimento humano. Mediante as considerações apresentadas, este trabalho investigou um trecho do Rio Macacu, especialmente no município de Cachoeiras de Macacu do estado do Rio de Janeiro, onde foi realizada uma análise ambiental a partir de um Protocolo de Avaliação Rápida de Rios. O qual possibilitou a realização de diagnóstico socioambiental, bem como contribuição para ações mitigadoras e compensatórias para a qualidade ambiental do Rio Macacu.

**Palavras chaves:** PAR. qualidade de água. sustentabilidade urbana.

### **Introdução**

Os recursos hídricos têm sido alvo de intervenções ambientais que modificam as suas características naturais (GUIMARÃES, 2012). Essas modificações são resultantes de ações antrópicas, como urbanização, industrialização, mineração e agricultura (SOUZA, 2013). A ocupação das margens das bacias hidrográficas e o uso desordenado das águas, provoca

alteração nas características físico-químicas e ambientais dos corpos d'água, assim como de seu entorno. O agravamento da situação hídrica, deve-se também ao crescimento desordenado da população mundial nos últimos dois séculos. E assim a poluição tem se tornado preocupante, interferindo no equilíbrio dos ecossistemas, causando problemas à saúde e as atividades socioeconômicas que dependem dos recursos hídricos (PEDROSO; COLESANTI, 2018).

A degradação dos rios tem sido percebida e vem provocando mudanças na legislação e nos órgãos (SOUZA, 2013). A preocupação com a degradação do ecossistema provoca uma necessidade de estabelecer métodos de avaliação que sejam eficazes tanto em nível da própria avaliação, quanto como auxiliares nas tomadas de decisões nos processos de gestão ambiental (SOUZA, 2013).

O monitoramento da qualidade águas naturais acompanha as alterações nas características físicas, químicas e bacteriológicas da água, e estes métodos de avaliação são importantes para o estabelecimento de indicadores de potabilidade ou qualidade da água para o uso humano e ainda permite a obtenção de dados para a verificação da qualidade da água em bacias hidrográficas porém estes parâmetros se forem analisados de forma isolada podem subestimar a realidade dos danos que estão sendo provocados aos ambientes aquáticos (ESTEVES, 2011).

Avaliações isoladas dificultam estimar as reais modificações dos habitats, como também as alterações da qualidade da água, podem interferir em relação as comunidades biológicas nos rios (ESTEVES, 2011). Logo, surge a necessidade de uma avaliação que determine a saúde do rio englobando não somente a qualidade da água, nos parâmetros físico-químicos e biológicos, mas também das condições físicas do curso d'água e do seu entorno, e assim possibilitar informações que reflitam o verdadeiro estado de qualidade ambiental do meio. Esta avaliação pode ser realizada pela sociedade através da utilização de Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PARs). (SOUZA, 2013)

Estudos das condições físicas do ambiente, como tipos de margens, tipo de sedimentos, presença de microhabitats e vegetação são essenciais em qualquer pesquisa biológica (TRIERVEILER, 2014). A preocupação na caracterização dos atributos físicos dos rios surgiu em meados da década de 1980, em programas de monitoramento dos recursos hídricos, como *Environmental Monitoring and Assessment Program* (EMAP) da Agência Ambiental dos Estados Unidos (EPA) e o *National WaterQuality Assessment Program* (NAWWA) do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) (RODRIGUES, 2008).

Os programas EMAP e NAWWA incorporaram a medição de várias características da corrente, do canal e da morfologia das margens dos corpos d'água, com a finalidade de caracterizar a estrutura física dos segmentos de rio e de sua planície de inundação. (RODRIGUES, 2008). As agências ambientais dos Estados Unidos e da Grã-Bretanha adotaram uma avaliação de forma visual mais rápida e qualitativa para caracterizar a qualidade física global do habitat (RODRIGUES, 2008). Esta avaliação, rápida e qualitativa, pode ser realizada através de Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PAR's). Para Rodrigues et al. (2008) os PARs são ferramentas que agregam indicadores de qualidade ambiental referentes aos aspectos físicos e biológicos do ecossistema fluvial, que podem ser usados como um instrumento de avaliação dos recursos hídricos.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma análise de qualidade ambiental a partir do método do Protocolo de Avaliação Rápida proposto por Callisto et al. (2002) no trecho do Rio Macacu localizado no município de Cachoeiras de Macacu do estado do Rio de Janeiro.

## **Metodologia**

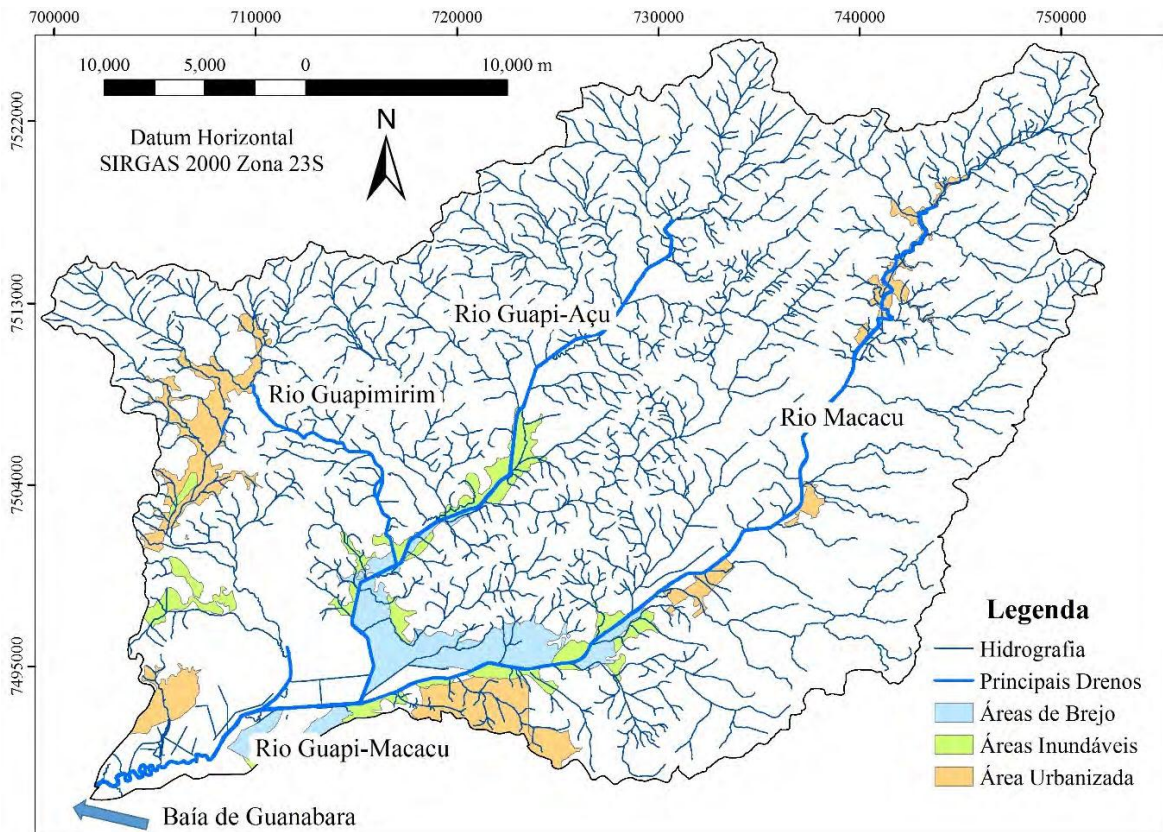
### **Área de estudos**

O Município de Cachoeiras de Macacu, localizado no Estado do RJ, possui extensão territorial de 952 Km<sup>2</sup>, tem aproximadamente 56.290 habitantes e localiza-se na região de baixadas litorâneas do Rio de Janeiro (IBGE, 2017). O rio Macacu, pertence à bacia Guapi-macacu da região hidrográfica V, Baía de Guanabara (SEMADS, 2001). Suas nascentes localizam-se no município de Cachoeiras de Macacu, na serra do Mar, dentro dos limites do Parque Estadual dos Três Picos, acima da localidade conhecida como Meio da Serra (CACHOEIRAS DE MACACU, 2010).

### **Bacia Guapi-Macacu**

A bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, localizada entre as coordenadas UTM 7.488.481 e 7.526.005 m de latitude sul e 699.292 e 752.193 m de longitude oeste, possui área de contribuição de 1.250,78 km<sup>2</sup>, abrangendo o Município de Cachoeiras de Macacu e partes de Itaboraí e de Guapimirim (Figura 1) (COSTA, 1999).

**Figura 1.** Mapa da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu



**Fonte:** Andreia Franco de Oliveira (2011)

### **Aplicação do Protocolo (PAR) na Bacia Guapi-Macacu**

A maioria dos trabalhos de pesquisa sobre Protocolo de Avaliação Rápida de rios seguem a metodologia e a adaptação da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987; HANNAFORD et al., 1997), como é o caso de Callisto et al. (2002). Já Rodrigues (2008), baseou-se na avaliação global do habitat cujo modelo é de Barbour et al. (1999).

Utilizamos neste trabalho uma adaptação dos protocolos de Hannaford et al. (1997), EPA (1987) e Rodrigues (2008). Foi necessária a adaptação no que diz respeito ao levantamento de parâmetros de maior importância para a análise ambiental dos cursos d'água da área de estudo, predominantemente inseridos em região de Mata Atlântica. Assim sendo, alguns parâmetros que estão presentes nas metodologias citadas, bem como suas respectivas pontuações atribuídas pelos autores não se encontram nesta avaliação sobre o rio Macacu por não se enquadrarem no âmbito do recorte espacial desta pesquisa. Foram elencados os seguintes parâmetros de análise exposto no quadro 1:

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

---

## Parâmetros

---

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

---

**Fonte:** Adaptado de Hannaford et al. (1997), EPA (1987) e Rodrigues (2008).

Aos parâmetros referidos, foram atribuídas pontuações correspondentes à categoria de sua condição ambiental, sendo essa condição associada à três prováveis pontuações: 0, 2 ou 4 pontos por parâmetro; onde 0 indica uma condição ruim, deficiente; 2 dispõe de uma condição intermediária; e 4 apresenta uma condição boa ou propícia do ambiente analisado para o respectivo atributo. A distribuição da pontuação para cada um dos parâmetros se dá conformem modelo de análise apresentado no Quadro 2.

**Quadro 2 – Pontuação atribuída aos parâmetros de análise do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios.**

Parâmetros	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
<b>1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)</b>	Vegetação natural	Campo de pastagem / agricultura /reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
<b>2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito</b>	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros	Moderada; pequenas áreas de erosão frequentes	Acentuada e Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio
<b>3. Alterações antrópicas</b>	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial/ urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retificação do curso do rio)
<b>4. Cobertura vegetal no leito</b>	Total	Parcial	Ausente
<b>5. Presença de Mata Ciliar</b>	Acima de 80% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de desflorestamento	Entre 50 e 80% com vegetação ripária nativa; desflorestamento parcial; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada	Menos de 50% da mata ciliar nativa; desflorestamento muito acentuado
<b>6. Extensão de mata ciliar</b>	Largura da vegetação ripária maior que 15 m; sem influência	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima	Largura da vegetação ripária menor que 12 m; vegetação

	de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.)	influência antrópica	restrita ou ausente devido à atividade antrópica
<b>7. Odor da água</b>	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
<b>8. Oleosidade da água</b>	Ausente	Moderada	Abundante
<b>9. Transparência da água</b>	Transparente	Turva/cor de chá-forte	Opaca ou colorida
<b>10. Odor do sedimento</b>	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
<b>11. Tipo de fundo</b>	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado
<b>12. Alterações no canal do rio</b>	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificações antigas	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado
<b>13. Características do fluxo das águas</b>	Lâmina d'água acima de 80% do canal do rio; ou menos de 20% do substrato exposto	Lâmina d'água entre 40 e 80% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos

**Fonte:** Adaptado de Hannaford et al. (1997), EPA (1987) e Rodrigues (2008).

Após feita a avaliação de cada item do protocolo, realizou-se a soma das pontuações atribuídas e assim categorização para o trecho de análise, conforme definição do padrão disposto na Tabela 1. O protocolo foi aplicado em 10 pontos na Bacia do Rio Macacu, compreendendo um no trecho do município de Cachoeiras de Macacu, considerando o estágio de conservação do curso, na tentativa de compreender o grau de interferência do uso e ocupação humana sobre o solo da área investigada (Tabela 02).

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

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

**Tabela 02** – Localização e descrição dos pontos de coleta de informações para o PAR no rio Macacu.

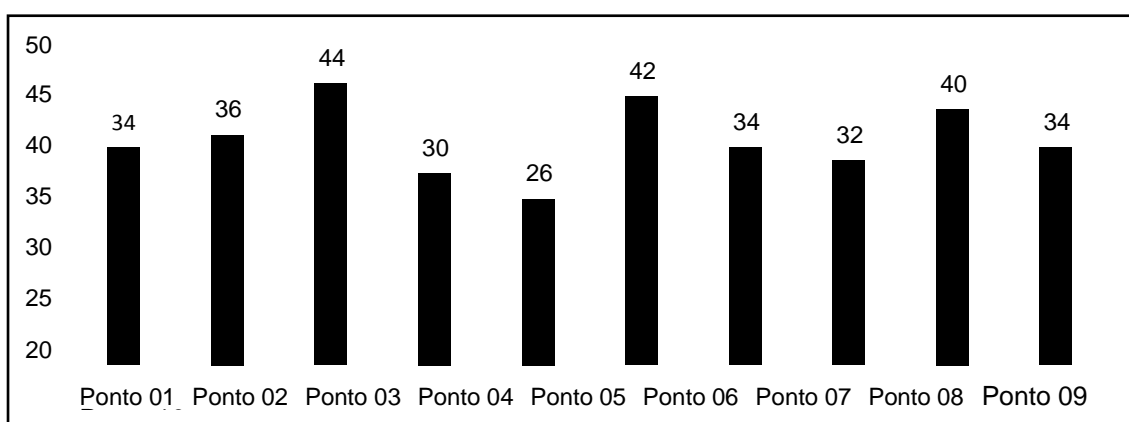
<b>Ponto</b>	<b>Rio Macacu</b>	<b>Pontuação</b>	<b>Condição Ambiental</b>
01	Alto curso;	34 pontos	Boa
02	Alto curso,	36 pontos	Boa
03	Médio curso	44 pontos	Otima
04	Médio curso	30 pontos	Boa
05	Trecho pós-urbano	26 pontos	Boa
06	Alto curso	42 pontos	Otima
07	Médio curso	34 pontos	boa
08	Alto curso	32 pontos	Boa
09	Exutório da bacia	40 pontos	Boa
10	Baixo curso	34 pontos	Boa

**Fonte:** autora (2022).

## Resultados

Os resultados da aplicação do PAR em trechos do rio Macacu distribuíram-se entre as três classes: impactado, alterado e natural. A aplicação do PAR ao longo dos pontos distribuídos na bacia resultou em apontamentos importantes que possibilitam a apreensão do quadro de qualidade ambiental das águas e de seus respectivos ambientes na bacia do Rio Macacu indicando, em alguns casos, urgência no que tange o processo de desenvolvimento de ações de preservação. Uma síntese da aplicação dos protocolos é apresentada no Gráfico 3.

**Gráfico 3** – Estrato do PAR.



**Fonte:** Autora (2022).

E foi possível constatar ao fazer a análise do gráfico que, dos dez pontos analisados, sete encontram-se em boas condições, dois na condição ótima e somente um ponto na condição regular. As maiores pontuações do PAR foram de 44 e 42 pontos e as menores variaram de 26 e 30.

Tais resultados podem ser demonstrados abaixo:

**Ponto 1** O ponto está localizado em uma fazenda local, onde são desenvolvidas atividades rurais, das quais destaca-se a agricultura. Na aplicação do PAR, o respectivo local recebeu soma total de 34 pontos, enquadrando-se na categoria de condição ambiental considerada boa. A análise do parâmetro 2, relativo à erosão próxima às margens do leito, indicou aspecto moderado, isto é, constatando-se determinada instabilidade nas margens, porém, não tão acentuada como se verifica em outros locais. Da mesma forma, o fluxo d'água no leito não se enquadraria como trecho rápido. Por essa característica, o fundo do canal (Parâmetro 11), apresentou concentração de lama e areia.

Não foi constatada alterações antrópicas de forma significativa no leito do rio que inclui a disposição inadequada de resíduos ou poluição. A cobertura vegetal no trecho estudado foi considerada como parcial, são encontradas espécies nativas ocupando as margens e alguns bambuzais, porém a presença da mata ciliar não é muito densa e assim apresentando trechos com solo exposto, podendo indicar desflorestamento da área.

Em relação aos outros parâmetros: não foi constatado oleosidade na água; a água e os sedimentos não apresentaram odores específicos que poderiam indicar poluição por disposição de efluentes. E esses parâmetros se mantiveram constantes ao longo dos pontos de análise.

O **Ponto 2** é um dos mais importantes cursos d'água da bacia hidrográfica do rio Macacu por conta de sua extensão. O trecho analisado não apresentou uso e ocupação do solo ativamente, à exemplo de comparação com outros locais, como se verificou atividades agropecuárias. Na aplicação do PAR, este ponto também somou 36 pontos, enquadrando-se na categoria de condição “boa”.

A avaliação dos parâmetros indicou que o tipo de ocupação das margens, embora não preservadas, é de vegetação natural, com a presença de pequenas erosões e com estabilidade média dos solos. Constatou-se alterações de origem doméstica, com presença de lixo, a exemplo de garrafas plásticas e embalagens de produtos. A cobertura vegetal do canal é parcial, situando-se às margens, não cobrindo o leito. A mata ciliar não é densa, apresentando trechos de solo exposto e, em alguns pontos, hidromorfizado, A extensão da mata ciliar no trecho apresenta intervenção antrópica moderada.

O **Ponto 3** é a sequência do curso d'água analisado no Ponto 2. Este local situa-se nas proximidades da rodovia BR 101, que liga os municípios de Cachoeiras de Macacu e Nova Friburgo, também próxima à ponte da respectiva rodovia. A soma da pontuação atribuída aos parâmetros de análise do PAR no respectivo ponto foi de 44 pontos, indicando “ótima” condição, recebendo pontuação máxima em todos itens, com exceção dos parâmetros 2 (que se refere à erosão próxima e/ou margens do corpo d'água), 6 (extensão da mata ciliar), 12 (alterações do canal) e 13 (características do fluxo das águas). Há presença de alguns processos erosivos, indicando nível moderado para este parâmetro. No entanto, não houve alterações antrópicas ou seja há ausência de lançamento de esgotos e disposição inadequada de resíduos.

O **Ponto 4** o trecho está inserido em área rural, com característica de presença de áreas de pastagem. Na avaliação do PAR, foram somados 30 pontos, categorizando o trecho

na condição boa . Para os parâmetros relacionados à cobertura vegetal, a análise indicou cobertura vegetal, bem como a frágil presença de mata ciliar, com grande desflorestamento.

O **Ponto 5** está situado em um trecho pós-urbano, próximo as áreas urbanas da cidade de Cachoeiras de Macacu, cujo uso e ocupação do solo local se dá por centro comercial. Há erosões nas margens, mais visíveis pelo rebaixamento do nível da água durante período de estiagem. Tratam-se de processos moderados, porém, frequentes. Verifica-se também no entorno do ponto, a presença de resíduos plásticos provenientes de uso doméstico, conforme Parâmetro 3 do PAR, cuja aplicação resultou na soma de 26 pontos, enquadrando-se na categoria regular.

A água deste trecho apresentou leve odor, associado à decomposição de matéria orgânica. Não foi constatada oleosidade na água, mas à cor, apresentou uma tonalidade verde escura e alta turbidez.

O **Ponto 06** a soma da pontuação atribuída aos parâmetros do PAR foi de 42 pontos, categorizando sua condição como ótima. As margens do curso são ocupadas por vegetação ripária, porém, intensa e diversa, com presença de árvores e arbustos com distintos portes. A cobertura vegetal é significativa atribuindo Total ao Parâmetro 4. O solo no local apresenta erosões moderadas próximas ao leito, o que dificulta acesso ao mesmo. As áreas no entorno do trecho são ocupadas por pequenas áreas de pastagem em estágio de degradação.

**Ponto 07** A soma da pontuação atribuída ao PAR foi de 34 pontos, condição considerada boa. O trecho recebeu menor avaliação nos parâmetros 5 e 6, que dizem respeito à presença e extensão da mata ciliar. A ocupação da área por áreas domiciliares é extensa com grande nível de desmatamento no local, também influenciadas pelas erosões consideradas de nível e intensidade moderada. Desta forma, além da baixa diversidade de cobertura vegetal os seus poucos indivíduos vegetais estão em alguns trechos às margens, cobrindo parcialmente o leito analisado. A lâmina d'água de forma bem abaixo com substrato exposto, a qual apresentou pouca transparência.

O **Ponto 08** a aplicação do PAR para este trecho resultou na soma de 32 pontos, enquadrando-se na categoria boa O tipo de ocupação das margens enquadra-se na segunda categoria, representado por campo. As margens se apresentaram bastante instáveis, com acentuado processo erosivo e presença significativa de material não consolidado. Verificou-se inúmeras áreas descobertas e susceptíveis à ocorrência de processos semelhantes, o que poderá ocasionar maior degradação da área, afetando a disposição do canal. A lâmina d'água se apresentou baixa e escassa, com parte do substrato exposto, recebendo avaliação baixa neste parâmetro (13).

O **Ponto 09** embora o propósito de se avaliar este ponto seja o de compreender a qualidade das águas deste rio em termos de contribuição para o Rio Macacu, há de se compreender a importância de processos naturais como a capacidade de autodepuração dos cursos d'água ao longo de seu percurso, sobretudo em trechos rápidos e turbulentos. Neste ponto na avaliação do protocolo, foi atribuído a este ponto um total de 40 pontos, categorizando-o como bom.

A análise do PAR apontou ausência de alterações antrópicas nas margens, e a cobertura vegetal verificada é parcial. A densidade da mata ciliar, no entanto, apresentou pequena influência antrópica. Não foram encontrados resíduos nas margens, tampouco a presença de oleosidade nas margens e na água.

E por fim o Ponto 10, permitiu compreender o estado do baixo curso do presente Rio em estudo. Na aplicação do PAR, o trecho recebeu 34 pontos, enquadrando-se na categoria boa. O tipo de ocupação da área desde ponto se dá por vegetação natural, onde se desenvolve agricultura. Há, desta forma, muitas áreas de cultivo próximas ao local de análise. Verificou-se próximo às margens intensa atividade erosiva, tornando as encostas bastante instáveis. Tal condição associada à baixa densidade da vegetação ciliar contribui para a susceptibilidade de intensificação destes processos com trechos de solo exposto, indicando desflorestamento.

## **Discussão**

Para Zalewski e Robarts (2003), uma avaliação de forma isolada, não contempla, de maneira global, a realidade do ecossistema. Sendo necessário que seja feitas abordagens interativas, como as que envolvam aspectos geomórficos, sedimentológicos, ecológicos, físico-químicos e biológicos das águas, sejam adotadas, para que cada um destes aspectos se complete de forma mútua, podendo disponibilizar informações de forma mais sistêmica em relação a qualidade dos recursos hídricos (Karr & Chu, 1999; Barbour & Stribling, 1991).

Segundo Maddock (1999), Para a “saúde” de um Rio ou sua integridade, existe um importante conjunto de variáveis que deve ser levado em conta no estudo e essas variáveis que o autor considera, vão além dos padrões estabelecidos para definição da qualidade da água e estabelece uma analogia entre as variáveis que determinam a “saúde” do rio e do corpo humano. A analogia proposta por Maddock (1999), explora variados métodos de diagnóstico da “saúde” de um rio e os métodos utilizados na avaliação da saúde de um paciente. Por exemplo um médico ao analisar seu paciente para diagnosticar seu estado de saúde, utiliza vários indicadores tais como sua pulsação, respiração, temperatura corporal e o seu conteúdo

sanguíneo. E assim para o autor o mesmo poderia ser usado na avaliação da “saúde” de um rio. Neste caso os indicadores utilizados deveriam incluir aspectos da hidrologia, biologia, indicadores da qualidade da água, habitat físico e da geomorfologia do sistema lótico.

No entanto, o maior desafio é o desenvolvimento de métodos que possam caracterizar o estado global de um determinado sistema fluvial e que ainda sejam de forma fácil e simples o suficiente para serem aplicados (DALE; BEYELER, 2001). É neste contexto que estão inseridos os PAR's (Protocolo de Avaliação rápida de Rios ) que são instrumentos úteis que levam em consideração a análise de forma integrada a qualidade da água, com uma metodologia fácil, simples e viável para a aplicação por pessoas treinadas. E ainda além de oferecer oportunidade de avaliar os níveis de impactos antrópicos em trechos de bacias hidrográficas, constituindo-se em importante ferramenta em programas de monitoramento ambiental (CALLISTO et al., 2001), os PAR s também facilita a tomada de decisão em relação aos problemas identificados durante a avaliação (REYNOLDSON, 1992).

Os métodos de avaliação como os PAR's, que englobam aspectos de integridade ambiental dos recursos hídricos e o conhecimento das variáveis físicas dos sistemas aquáticos, são essenciais para a definição das características gerais dos ecossistemas fluviais (CALLISTO et al., 2002). Nos ecossistemas de rios, neste caso, não só o corpo d'água deve ser caracterizado, mas o ambiente adjacente ao longo de seu curso também, devido à intensa interação entre os mesmos (MINATTIFERREIRA, 2004)

Um recurso Hídrico pode se enquadrar em quatro categorias, e aquele que está em condições Boa e Ótima, isto é, entre 27 e 52 pontos se encontra em qualidade ambiental sustentável, atendendo aspectos sistêmico natural (PEDROSO, 2018) Já as categorias de menor intervenção antrópica, se comparada aos recursos hídricos enquadrados nas categorias Regular e Péssima, as quais é constatado grande variação, ou alterações negativas do ponto de vista da observância de aspectos ecológicos (PEDROSO, 2018.). Desta forma, a pontuação atribuída constituiu-se também enquanto uma ferramenta de análise planejamento e gestão ambiental local.

A transformação destas paisagens naturais pode acarretar diversas consequências prejudiciais ao ecossistema que envolve dinâmica das águas estuarinas, salinidade, sedimentação, entre outras. Os rios que compõe a bacia hidrográfica de Cachoeiras de Macacu foram muito modificados ao longo dos anos, por processos de drenagem e retificação das calhas, como também pela própria ocupação urbana, acentuada nas últimas décadas (DANTAS et al., 2008). Tais intervenções foram diretamente responsáveis pelo desaparecimento de brejos, pântanos e grande parte dos manguezais (SEMADS, 2001).

Verificou-se que existe ocupação das margens dos corpos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Macacu tanto por área rural com pastagens e culturas agrícolas quanto urbana. Também observamos que os trechos do rio Macacu possuem a cobertura vegetal nativa de alguma forma onerada, apresentando largura inferior ao exigido pela legislação vigente indicando alterações provenientes de atividades antrópicas. Por outro lado, não há presença de processos erosivos de grandes extremidades que possa afetar o curso natural dos leitos, em se tratando de tempo curto. Além disso, não se constatou alterações quanto ao aspecto propriedades que podem ser facilmente percebidas pelos nossos sentidos na análise das águas como o cheiro.

Tais constatações são objetivas e pontuais, não demonstrando a realidade de toda a bacia hidrográfica. Observou-se que, até mesmo pontos mais distantes de áreas urbanas, apresentaram fragilidades que refletiram em suas pontuações. Quanto a metodologia aplicada, a seleção dos parâmetros se mostrou eficaz. Pois, permitiu identificar as principais fragilidades ambientais da área de estudo. A análise dos parâmetros de forma conjunta se fez necessária para avaliar o quadro geral de qualidade da bacia em estudo.

A falta de planejamento diante da expansão urbana e das atividades industriais provoca uma deterioração da qualidade da água e redução da capacidade de armazenamento de água da bacia hidrográfica (PEDREIRA et al., 2009). E a conversão da cobertura vegetal original em uso alternativo com manejo inadequado e intensivo das terras por longos períodos, de acordo com o histórico de produção agrícola da região, agrava os processos erosivos e o assoreamento dos rios (PDBG, 2002).

A ocupação urbana, o uso intensivo do solo e a instalação de atividades industriais, são hoje, os principais fatores responsáveis pela destruição das matas ciliares e zonas ripárias dos rios. Pois, proporcionam a erosão, o carreamento de sedimentos, e conseqüentemente a piora da qualidade da água e principalmente a diminuição da capacidade de armazenamento das bacias hidrográficas, levando à redução da vazão do lençol freático (TUCCI, 2002).

A aplicação do protocolo de Avaliação rápida de Rios visa de forma a avaliar qualitativamente os recursos hídricos e são de grande relevância para a gestão de bacias hidrográficas, pois possibilita um diagnóstico ambiental sobre as águas e seus respectivos entornos. No caso Bacia Hidrográfica do Rio Macacu, foi verificado a ocupação das margens dos corpos hídricos por atividades agrícolas de diferentes culturas e ainda centros urbanos. Constatando que praticamente todos os trechos, a cobertura vegetal nativa encontra-se de forma onerada apresentando o que é exigido pela legislação e indicando alterações provenientes de atividades antrópicas.

No entanto, não há a presença de erosão de forma extrema que afetem o curso natural do rio, da mesma forma em que não se constata alterações sobretudo em termos de odor ou seja em âmbito geral, a bacia dispõe de boa condição do ambiente entorno das águas. A média geral da bacia respondeu pelo total de 36 pontos do PAR. Assim sendo, metodologia para análise da qualidade da água deve ser adaptada à realidade da bacia, permitindo contemplar pontos que respondam pela real abordagem qualidade da bacia.

Importante enfatizar que os resultados obtidos por meio das análises estão se referindo a características dos pontos estudados. Mesmo que represente parte da realidade da bacia, não pode ser possível afirmar que todos pontos analisados sejam dotados da mesma característica. Para pesquisas que seja feitas por órgãos públicos que possui maior disponibilidade de recursos e mão-de-obra, é recomendado que se o empregue de mais pontos pra análise, de modo que um mesmo curso d'água não apresente grandes extensões sem monitoramento. Também é necessário que essas pesquisas sejam realizadas de forma periódica, como forma de monitoramento das águas, juntamente com planos de ação de órgãos competentes, evitando severos mudanças nos quadros de qualidade e disponibilidade, como a escassez hídrica. Sendo possível avaliar e identificar fragilidades ambientais, possibilitando maior eficácia na atuação do poder público face aos problemas recorrentes.

## **CONCLUSÕES**

A aplicação do protocolo de Avaliação rápida de Rios visa avaliar qualitativamente os recursos hídricos portanto é de grande relevância para a gestão de bacias hidrográficas, visto que possibilita um diagnóstico ambiental sobre as águas e seus respectivos entornos.

No caso Bacia Hidrográfica do Rio Macacu, foi verificado a ocupação das margens dos corpos hídricos por atividades agrícolas de diferentes culturas e ainda centros urbanos. Constatando que, em praticamente todos os trechos, a cobertura vegetal nativa encontra-se de forma onerada apresentando o que é exigido pela legislação e indicando alterações provenientes de atividades antrópicas.

No entanto, não há a presença de erosão de forma extrema que afetem o curso natural do rio, da mesma forma em que não se constata alterações sobretudo em termos de odor ou seja em âmbito geral, a bacia dispõe de boa condição do

ambiente entorno das águas. A média geral da bacia respondeu pelo total de 36 pontos do PAR. Assim sendo, metodologia para análise da qualidade da água deve ser adaptada à realidade da bacia, permitindo contemplar pontos que respondam pela real abordagem qualitativa da bacia.

Importante enfatizar que os resultados obtidos por meio das análises estão se referindo a características dos pontos estudados. Mesmo que represente parte da realidade da bacia, não pode ser possível afirmar que todos pontos analisados sejam dotados da mesma característica. Para pesquisas que seja feita por órgãos públicos que possui maior disponibilidade de recursos e mão-de-obra, é recomendado que se o empregue de mais pontos pra análise, de modo que um mesmo curso d'água não apresente grandes extensões sem monitoramento. Também é necessário que essas pesquisas sejam realizadas de forma periódica, como forma de monitoramento das águas, juntamente com planos de ação de órgãos competentes, evitando severos mudanças nos quadros de qualidade e disponibilidade, como a escassez hídrica. Sendo possível avaliar e identificar fragilidades ambientais, possibilitando maior eficácia na atuação do poder público face aos problemas recorrentes.

## REFERENCIAS

CACHOEIRAS DE MACACU. **Agenda 21 de Cachoeiras de Macacu**. Pancrom, 2010. 154 p.

BARBOUR, M.T.et. al. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and wade able rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish**. 2. ed. Washington: EPA 1999. 339p;BARBOUR. M. T. & Stribling J. B. Use of habitat assessment in evaluating the biological integrity of stream communities. Biological Criteria: Research and Regulation, EPA-440-5-91-005:25-38. 1991.

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, p. 259-266, 2001.

CALLISTO, M **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ)**. Acta Limnologica, Brasiliensis, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

COSTA, H. **Subsídios para Gestão dos Recursos Hídricos das Bacias hidrográficas dos rios Macacu, São João, Macaé e Macabu**. Rio de Janeiro: SEMA, 1999. 280 p.

DALE, V.H.; BEYELER, S.C. Challenges in the development and use of ecological indicators. **Ecological Indicators**, v. 1, p. 3-10, 2001

DANTAS. M. E. **Estudo geoambiental do Estado do Rio de Janeiro**. Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Minas e metalurgia. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Brasília. Dezembro 2000. 1 CD-ROM.

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

ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. 3 Ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2011.826p;GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental**. Revista Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science: v. 7, n. 3, 2012.

HANNAFORD, M.J.; BARBOUR, M.T.; RESH, V.H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. **J. N. Am. Benthol. Soc.**, v. 16, n. 4, p. 853-860, 1997.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo populacional Cachoeiras de Macacu**, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/cachoeiras-de-macacu/panorama>>. Acesso em: 20 Mar. 2022.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. A.; CORSEUIL, C. W. **Recursos Hídricos e Saneamento**. 1ª Edição. Curitiba – PR. Ed. Organic Trading, 2008.

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

MACHADO, C. J. S. **Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios.** Ambiente e Sociedade, v. 6, n. 2, p. 121-136, 2003.

MINATTI-FERREIRA, D.D.; BEAUMORD, A.C. Avaliação rápida de integridade ambiental das sub-bacias do rio Itajaí-Mirim no Município de Brusque, SC. **Health and Environmental Journal**, v. 4, p. 21-27, 2004.

Maddock I. 1999. **The importance of physical habitat assessment for evaluating river health.** *Freshwater Biology*, 41:373-391.

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. **Health and Environmental Journal**, v. 7, n. 1, p. 39-47, 2006.

Pedreira, B. da C. C. G.; Fidalgo, E, C. C.; Abreu, M, de B. Mapeamento do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu. RJ. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.** Natal. Brasil. 25-30 abril 2009. INPE. P. 2111-2118.

PEDROSO L B. COLASANI.M Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios durante período de estiagem **em trechos da bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia Goiás**, Revista de Geografia (Recife) V. 35, No. 3, 2018. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/revistageografia>

PDBG, Programa de Despoluição da Baía de Guanabara. Book PDBG. Rio de Janeiro:CIBG2002. Disponível em: <http://www.cibg.rj.gov.br/bookPDBG.doc>.

REYNOLDSON, T.B.; METCALFE-SMITH, J.L. An overview of the assessment of aquatic ecosystem health using benthic invertebrates. **Journal of Aquatic Ecosystem Health**, v. 1, p. 295-308, 1992.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. **Avaliação ambiental de trechos de rios na região de Ouro Preto-MG através de um protocolo de avaliação rápida.** Revista de Estudos Ambientais, Blumenau, v. 10, n. 1, p. 74-83, 2008;

\_\_\_\_\_. **A importância da avaliação do habitat no monitoramento da qualidade dos recursos hídricos: Uma revisão.** SaBios: Rev. Saúde e Biol., Campo Mourão, v. 5, n. 1, p. 26-42, jan./jul. 2010;

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 do cerrado.** (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2008;

SEMADS. **Ambiente das águas no estado do Rio de Janeiro.** Cooperação Técnica Brasil Alemanha, Projeto PLANÁGUA-SEMADS/GTZ, 2001. 230 p.

SOUZA, V. C. B. **Gestão da drenagem urbana no Brasil: desafios para a sustentabilidade.** Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, v. 1, n. 1, p. 58-72, 2013.

TRIERVEILER, M. Avaliação da integridade de cursos d'água: Bacia Hidrográfica do Ribeirão Wunderwald, Pomerode/SC. **Trabalho Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** 3º edição. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ ABRH, 2002. Cap 2, p. 40-42.

ZALEWSKI M. & Roberts R. 2003. **Ecohydrology** – A New Paradigm for Integrated Water Resource Management *Sil News*, 40:1-5