

Avaliação da qualidade ambiental dos rios da APA Tambaba através do Protocolo de Avaliação Rápida

Randolpho Sávio de Araújo Marinho¹ , Ely Ewerton Amorim Lopes¹ , Wysllayne de Queiroz Silva² , Maria Cristina Crispim^{1,3} , Clarisse Teixeira Adloff⁴ 

1 Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba. Campus I, CEP 58051-900. João Pessoa, PB, Brasil

2 Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba. Campus I, CEP 58051-900. João Pessoa, PB, Brasil.

3 Departamento de Sistemática e Ecologia, Universidade Federal da Paraíba, Campus I, CEP 58051-900. João Pessoa, PB, Brasil

4 Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ecoville, Curitiba - PR, CEP 81280-340.

*Autor para correspondência: rando28br@gmail.com

Recebido em 19 de abril de 2023.

Aceito em 11 de julho de 2023.

Publicado em 31 de agosto de 2023.

Resumo - Os corpos hídricos são ecossistemas frequentemente impactados pelas atividades antrópicas, em especial pelo adensamento urbano e pelas atividades agropecuárias. Nesse cenário, faz-se necessário instrumentos que permitam a avaliação e o monitoramento das alterações ambientais nesses ecossistemas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar por meio do Protocolo de Avaliação Rápida, as condições ambientais dos rios inseridos na APA Tambaba, incluindo o Rio Gurugi, a fim de identificar os principais impactos ambientais. Os rios Graú, Bucatu e Gurugi apresentaram maiores impactos, enquanto o Rio Mucatu e o Riacho Caboclo apresentaram melhores condições ambientais. Dentre os 13 pontos avaliados, 3 apresentam condições naturais, 8 alterados e 2 impactados. As alterações mais frequentes ocorreram na mata ciliar (21,30%), nas características dos sedimentos (18,33%) e nas características físicas da água (18,52%). Os pontos apresentaram pior qualidade ambiental à medida que estavam situados mais próximos de centros urbanos. O Protocolo de Avaliação Rápida mostrou-se uma promissora ferramenta para a identificação preliminar de impactos ambientais, no entanto, avaliações mais precisas são necessárias para refinamento do diagnóstico e tomadas de decisões.

Palavras-chave: Area de Preservação Ambiental. Bacia hidrográfica. Impactos ambientais.

The environmental quality assessment of APA Tambaba rivers through the Rapid Assessment Protocol

Abstract - Water bodies are ecosystems impacted generally by human activities, especially urban densification and agricultural activities. In this scenario, instruments are needed to allow the assessment and monitoring of environmental changes in these ecosystems. The objective of the present study

was to evaluate, through the Rapid Assessment Protocol, the environmental conditions of the rivers inserted in the Tambaba Protected Area, including the Gurugi River, in order to identify the main environmental impacts. The Graú, Bucatu and Gurugi rivers had the greatest impacts, while the Mucatu river and the Caboclo Stream had better environmental conditions. Among the 13 points evaluated, 3 presented natural conditions, 8 altered and 2 impacted. The most frequent alterations occurred in the riparian forest (21.30%), in the characteristics of the sediments (18.33%) and in the physical characteristics of the water (18.52%). The points had worse environmental quality as they were located closer to urban areas. The Rapid Assessment Protocol proved to be a promising tool for preliminary identification of environmental impacts, however, more accurate assessments are needed to refine the diagnosis and make decisions.

Keywords: Environmental Preservation Area. Watershed. Environmental impacts.

Evaluación de la calidad ambiental de los ríos de APA Tambaba mediante el Protocolo de Evaluación Rápida

Resumen - Los cuerpos de agua son ecosistemas que frecuentemente son impactados por las actividades humanas, especialmente la densificación urbana y las actividades agrícolas. En este escenario, se requieren instrumentos que permitan evaluar y monitorear los cambios ambientales en estos ecosistemas. El objetivo del presente trabajo fue evaluar, a través del Protocolo de Evaluación Rápida, las condiciones ambientales de los ríos incluidos en el APA Tambaba, incluido el río Gurugi, con el fin de identificar los principales impactos ambientales. Los ríos Graú, Bucatu y Gurugi presentaron mayores impactos, mientras que el río Mucatu y Riacho Caboclo mostraron mejores condiciones ambientales. De los 13 puntos evaluados, 3 presentan condiciones naturales, 8 alterados y 2 impactados. Las alteraciones más frecuentes ocurrieron en el bosque de ribera (21,30%), en las características de los sedimentos (18,33%) y en las características físicas del agua (18,52%). Los puntos tenían peor calidad ambiental por estar ubicados más cerca de los centros urbanos. El Protocolo de Evaluación Rápida demostró ser una herramienta prometedora para la identificación preliminar de impactos ambientales, sin embargo, se necesitan evaluaciones más precisas para refinar el diagnóstico y tomar decisiones.

Palabras clave: Área de Preservación Ambiental. Cuenca hidrográfica. Impactos ambientales.

Introdução

Os corpos hídricos de maneira geral, e em especial os rios, são um dos ecossistemas alterados pelas atividades antrópicas. A intensa ocupação das margens fluviais tem sido responsável pela degradação dos habitats aquáticos. A urbanização das sociedades modernas, o desenvolvimento de atividades agropecuárias e o elevado uso de recursos hídricos tem ocasionado perda da qualidade ambiental

mediante mudanças nas características físicas e químicas desses ecossistemas (Minatti-Ferreira e Beaumord 2006).

Nos últimos anos, têm sido cada vez mais evidenciados os impactos das atividades humanas sobre os recursos hídricos, especialmente em rios e riachos. Alterações diretas como as decorrentes de construção de represas, reservatórios, retificação e canalização de cursos de água, são exemplos claros da interferência antrópica sobre a paisagem natural. Direta ou indiretamente, o uso continuado – e inadequado – do solo também vem provocando aumento de carga de sedimentos por meio da drenagem difusa, sem contar a descarga de grandes quantidades de efluentes orgânicos e inorgânicos, nas regiões mais populosas e/ou industrializadas (Schwarzbold 2000).

Em função dessas constatações, a necessidade de se avaliar e monitorar as alterações ambientais e suas consequências nos ecossistemas aquáticos torna-se crescente (Rodrigues et al. 2008 e Padavesi-Fonseca et al. 2010). Nesse contexto, uma das formas de se avaliar os rios e riachos é através da utilização do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios, instrumento relativamente recente originários da agência ambiental dos EUA (Rodrigues et al. 2008; Calisto, 2002).

Esta metodologia prática possibilita identificar os diversos parâmetros que influenciam na qualidade dos cursos de água como um todo, levando em consideração as atividades antrópicas, bem como as alterações decorrentes da mesma em todo o meio ambiente. A técnica incorpora uma série de atributos físicos, os quais são pontuados ao longo de um gradiente numérico gerando o nível de perturbação do curso de água em análise, baseado na inspeção visual ou em uma quantidade mínima de medidas. Assim, os protocolos simplificados constituem-se em importantes ferramentas nos programas de avaliação ambiental (Callisto et al. 2002).

No Brasil em específico, o uso dos protocolos de avaliação rápida tem aumentado nos últimos anos, com utilizações diferenciadas. Já é possível observar estudo sobre a inserção da sociedade no monitoramento dos recursos hídricos através destes protocolos (Rodrigues et al. 2008), e sobre a realização de diagnósticos das condições ambientais de rios e riachos de diferentes estados da federação.

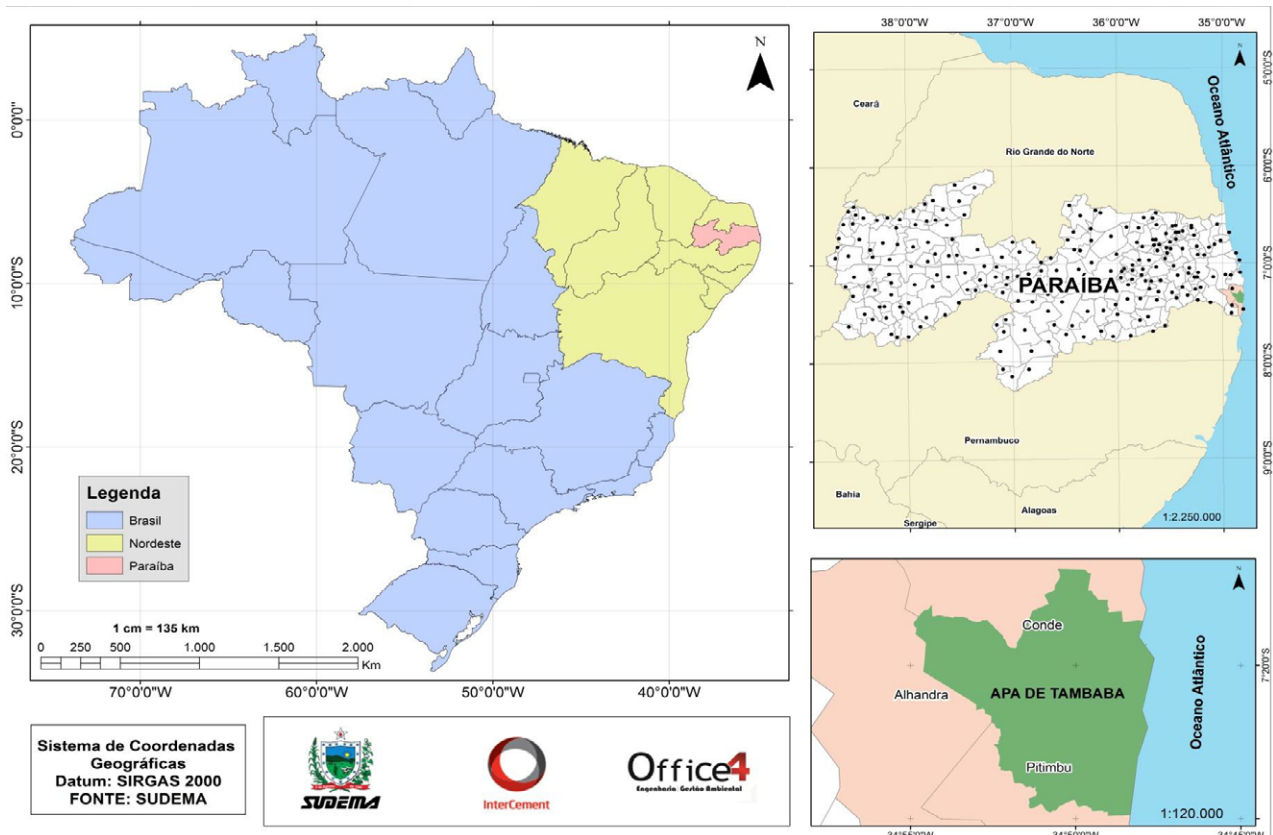
Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar por meio do Protocolo de Avaliação Rápida proposto por Calisto (2002), as condições ambientais dos rios inseridos na APA Tambaba, incluindo o Rio Gurugi, a fim de identificar os principais impactos ambientais nestes rios.

Material e Métodos

Área de Estudo

A APA Tambaba foi criada através do Decreto Estadual N° 22.882, de 26 de março de 2002, situando-se entre os paralelos 7° 25' 00" e 7° 16' 30" Latitude Sul, e entre os meridianos 34° 55' 00" e 34° 47' 30" Longitude Oeste, na mesorregião da Mata Paraibana, entre os municípios do Conde, Pitimbu e Alhandra (Figura 1). Encontram-se inseridas na APA, as praias de Tabatinga, Coqueirinho, Tambaba, Graú e praia Bela, além das localidades de Mata da Chica, Garapaú, Andreza, Roncador e Mucatú. (Sudema, 2015; Santos e Sousa Neto 2011).

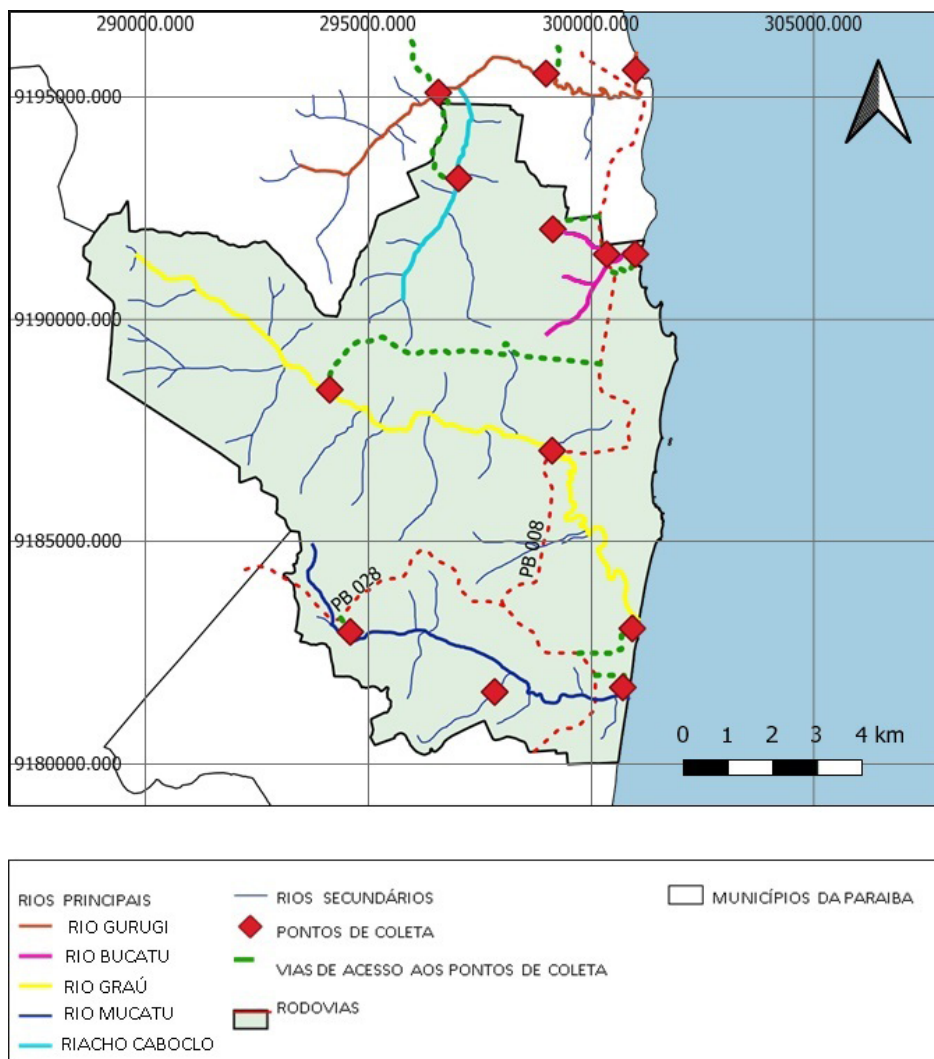
Figura 1. Mapa de localização da APA Tambaba.



Fonte: SUDEMA, 2017.

Os rios estudados estão inseridos em áreas da APA Tambaba, incluindo as microbacias hidrográficas dos rios Bucatu e Gurugi e Riacho Caboclo, localizadas no município de Conde; Rio Mucatu no município de Pitimbu; e Rio Graú, com suas nascentes no município de Alhandra e sua foz em Pitimbu (Figura 2).

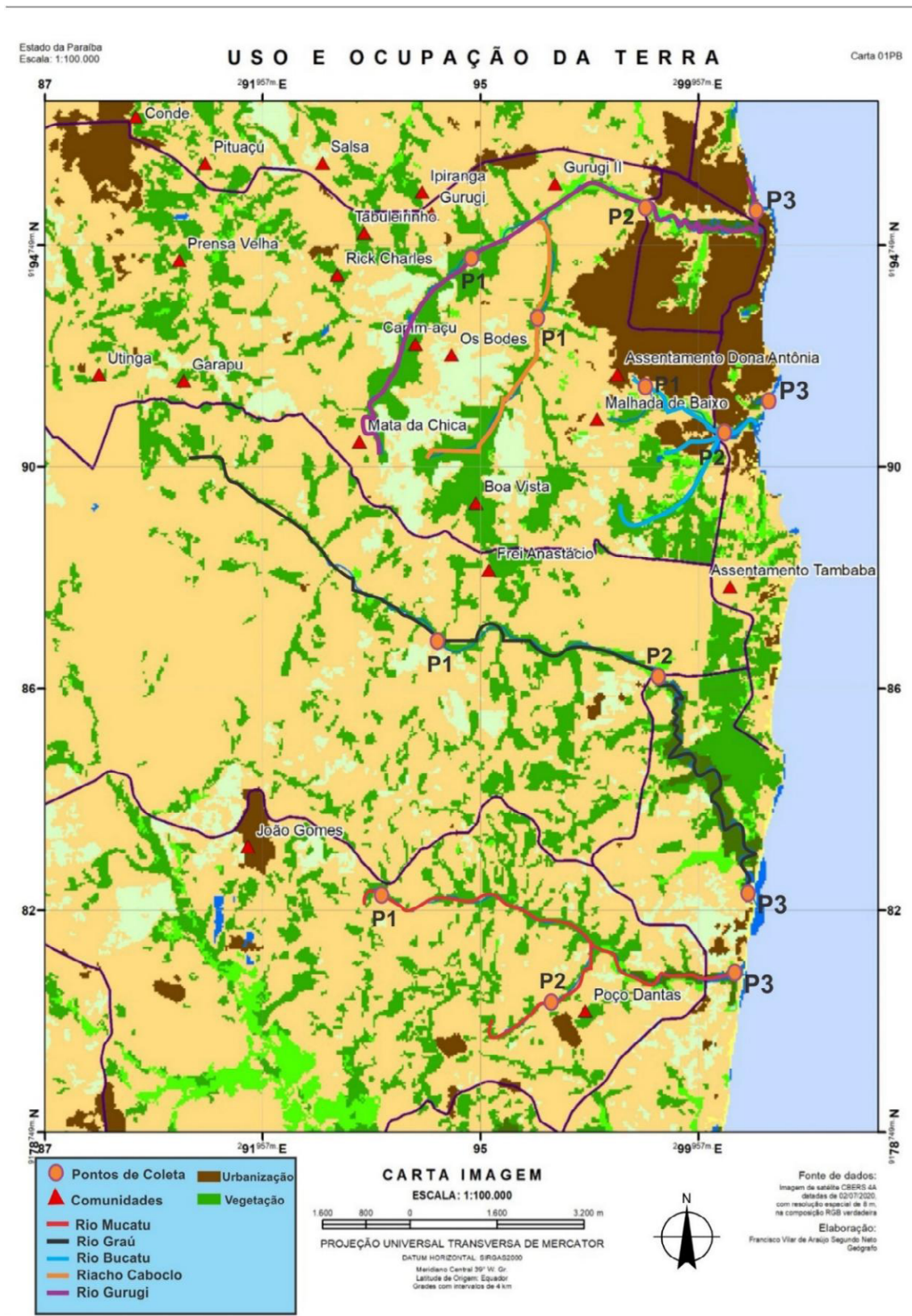
Figura 2. Rios que cortam a APA Tambaba, incluindo o Rio Gurugi.



Fonte: Kaio Freitas, 2021.

Os pontos de coleta foram selecionados em trechos a montante e a jusante dos rios, e próximos a comunidades que estão inseridas na APA Tambaba (Figura 3). De modo a avaliar 13 pontos, 3 pontos por rio e 1 ponto no riacho, cujas coordenadas geográficas foram obtidas in loco através de GPS Portátil (Tabela 1). O ponto 1 correspondendo às áreas próximas das nascentes, o 2 em trecho intermediário e o 3 no estuário.

Figura 3. Mapa de uso e ocupação da terra, mostrando os pontos de cada rio que corta a APA Tambaba.



Fonte: Francisco Segundo Neto, 2023

Tabela 1. Lista de coordenadas dos pontos avaliados.

Pontos	Coordenadas
Rio Gurugi	
1	7°16'41.68"S / 34°50'33.29"O
2	7°16'28.09"S / 34°49'14.40"O
3	7°16'25.80"S / 34°48'8.83"O
Rio Bucatu	
1	7°18'22.00"S / 34°49'9.90"O
2	7°18'48.95"S / 34°48'30.55"O
3	7°18'40.47"S / 34°48'9.60"O
Rio Graú	
1	7°20'18.69"S / 34°51'53.60"O
2	7°21'3.92"S / 34°49'11.08"O
3	7°23'14.22"S / 34°48'12.92"O
Rio Mucatu	
1	7°23'15.90"S / 34°51'39.30"O
2	7°24'0.25"S / 34°49'53.84"O
3	7°23'57.30"S / 34°48'20.05"O
Riacho Caboclo	
1	7°17'44.48"S / 34°50'18.72"O

Avaliação da qualidade ambiental através do Protocolo de Avaliação Rápida

Foram avaliados a qualidade ambiental dos rios que compõem as bacias hidrográficas pertencentes à APA Tambaba. Para tanto, foi aplicado o Protocolo de Aplicação Rápida, proposto por Callisto et al. (2002). As avaliações foram realizadas em outubro de 2020 por 3 pessoas, a fim de reduzir o viés.

A partir de parâmetros que avaliam diversas características do corpo hídrico e da paisagem do entorno (Quadros 1 e 2), os parâmetros foram pontuados pelos três observadores conforme estabelecido no protocolo. Em seguida, mediante o somatório da pontuação para cada observador e em cada parâmetro nas respectivas estações de coleta, foi feita a média e em seguida realizado o somatório final, e posteriormente realizada a classificação do ambiente nas condições de natural, alterado ou impactado. Neste caso, foram consideradas as médias dos 3 avaliadores.

Quando a pontuação é maior que 54 pontos significa que o curso de água possui características físicas de ambiente natural; pontuação entre 44 – 54 pontos significam que o curso de água se encontra alterado; e pontuação menor que 44 pontos significam que o curso de água encontra-se impactado.

Quadro 1. Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats aplicado em trechos de Bacias Hidrográficas (CALISTO, 2002).

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	4	2	0
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem/ Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/Comercial/ Industrial
2. Erosão próximas e/ ou as margens e assoreamento em seu leito.	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (Esgoto, Lixo)	Alterações de origem industrial / urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retificação do curso do rio)
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
6. Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7. Transparência da água	Transparente	Turva/cor de chá-forte	Opaca ou colorida
8. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
9. Oleosidade do fundo	Ausente	Moderado	Abundante
10. Tipo de fundo	Pedras	Lama/areia	Cimento/canalizado

Quadro 2. Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats aplicado em trechos de Bacias Hidrográficas (CALISTO, 2002).

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente; substratos frequentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvias; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.

12. Extensão de Rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13. Frequência de Rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
14. Tipos de Substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes).	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15. Deposição de Lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
16. Depósitos Sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado.
18. Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.

19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de desflorestamento; todas as plantas atingindo a altura “normal”.	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; desflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura “normal”.	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; desflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura “normal”.	Menos de 50% da mata ciliar nativa; desflorestamento muito acentuado.
20. Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22. Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídas no rio, substrato com perifiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos de macrófitas (p.ex. aguapé).

Resultados e discussão

De acordo com os resultados obtidos, os rios da APA Tambaba foram classificados, de modo que dos 13 pontos investigados apenas 3 foram classificados como naturais, 8 foram classificados como alterados e 2 foram classificados como impactados (Tabela 2).

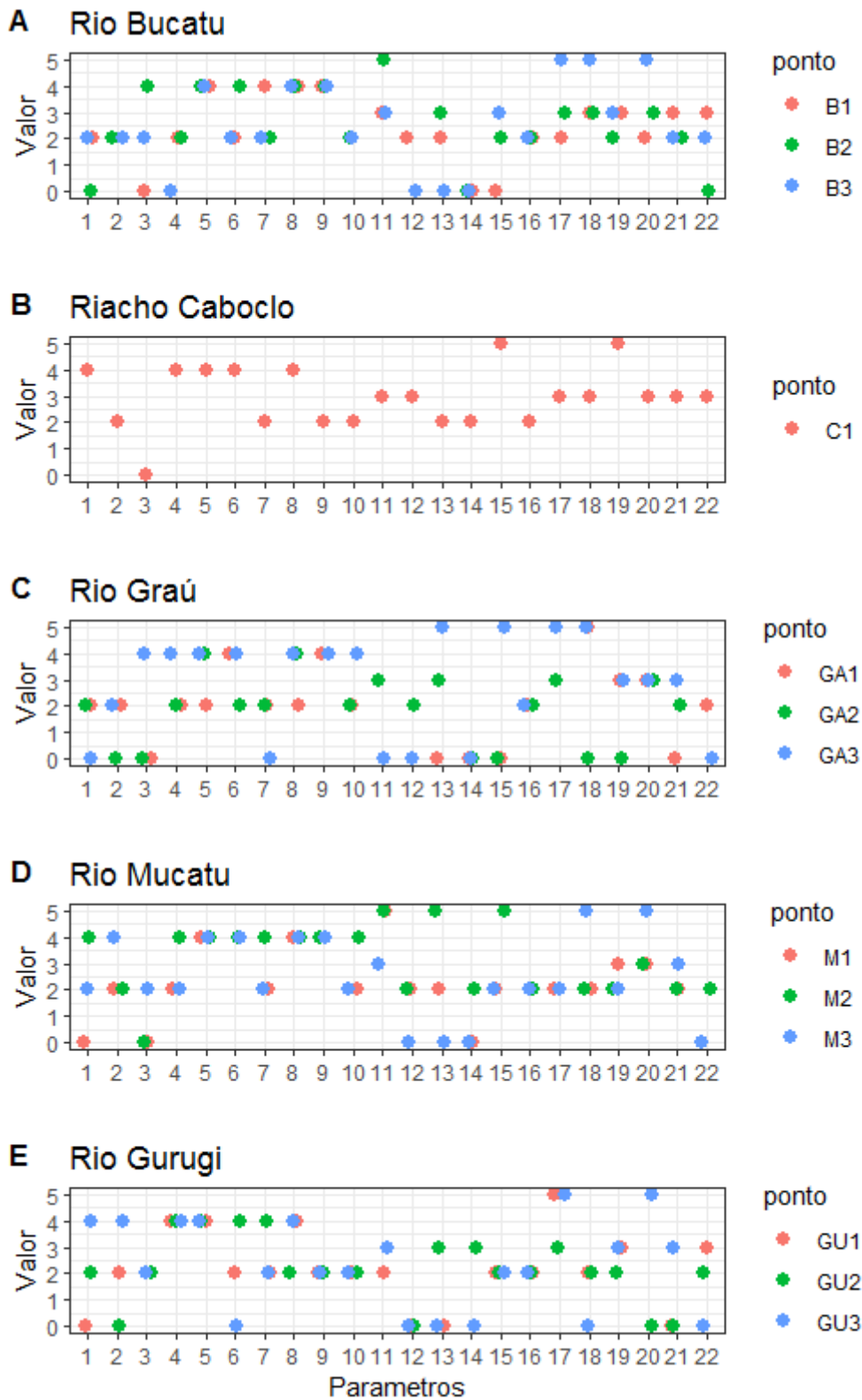
A maioria dos pontos que estiveram em uma condição alterada, estão localizados próximos a comunidades ou em estuários que contêm intensa atividade antrópica. É comum que a qualidade ambiental diminua em trechos que estejam inseridos em áreas urbanas, ou em que haja algum tipo de intervenção humana como lançamento de esgoto doméstico, lixo domiciliar, desmatamento da vegetação ripária com a finalidade de ocupação colaborando significativamente para que a qualidade ambiental nestas áreas seja reduzida (Oliveira 2015).

Tabela 2. Avaliação segundo o Protocolo de Avaliação Rápida de todos os pontos dos rios avaliados.

Pontos	Condição	Pontuação
Rio Gurugi		
1	alterado	48
2	alterado	48
3	alterado	51
Rio Bucatu		
1	alterado	51
2	alterado	53
3	alterado	54
Rio Graú		
1	impactado	43
2	impactado	40
3	natural	61
Rio Mucatu		
1	alterado	48
2	natural	68
3	alterado	54
Riacho Caboclo		
1	natural	65

Foi determinado a pontuação de cada parâmetro nos pontos de cada rio (Figura 4). A ampla variação identificada entre os pontos é justificada pelas diferentes características físicas e de paisagem próprias entre os trechos, como pode ser observado nos registros fotográficos de cada ponto (Figura 4).

Figura 4. Distribuição das pontuações dos parâmetros avaliados nos rios Bucatu, Graú, Mucatu, Gurugi e riacho Caboclo.



Riacho Caboclo

O Riacho Caboclo é um afluente do Rio Gurugi, localizado próximo da comunidade Dona Antonia. Neste riacho apenas um ponto foi analisado. Tem as suas margens bem protegidas, com uma excelente vazão e com um alto potencial de irrigação para exploração de culturas produtivas (SILVA 2017). O resultado da aplicação do protocolo confirma que a condição encontrada é de “ambiente natural” (P1 = 65), apesar de terem sido observadas algumas alterações no trecho do riacho, como uma pequena ponte para passagem de veículos (Figura 5).

Figura 5. Único ponto do Riacho Caboclo, afluente do Rio Gurugi.



Comparando com o Rio Gurugi que apresentou pior qualidade ambiental, pode-se verificar que apesar de apresentar maior cobertura vegetal perto do P1, este rio apresenta 3 comunidades perto, o que pode enviar esgoto não tratado para o seu leito, além de ter maior uso do rio, o que o Riacho Caboclo não apresenta, tendo a sua região a montante também bem vegetada e apenas uma comunidade mais perto.

Os parâmetros que receberam menores pontuações foram erosão próxima às margens, transparência da água, oleosidade do fundo, tipo de substrato, deposição de lama e alterações no canal do rio (Figura 4). A cor um pouco escurecida das suas águas é proveniente da grande quantidade de matéria orgânica presente na água ou do sedimento de característica lamosa.

Os rios com águas mais escuras, geralmente apresentam suas águas mais ácidas, e são o resultado de drenagem por área de vegetação baixa e solo arenoso (Gaillardet et al., 1997; Pinheiro e Borges, 2013). Estas águas escuras possuem características próprias, pela presença de Sólidos Totais Dissolvidos, devido à presença de material orgânico dissolvido (ácidos húmicos e fúlvicos), derivados da decomposição vegetal (Sioli, 1984; Ertel et al., 1986).

Águas mais escuras podem ou não ser sinal de poluição e no geral, o ambiente apresentou poucos aspectos negativos. Na região Amazônica é comum rios com águas pretas, que são o resultado da presença de muita vegetação (Pinheiro e Borges, 2013) e não de poluição, como registrado aqui no caso do Riacho Caboclo.

Os processos que interferem nas condições naturais dos recursos hídricos estão relacionados, principalmente, com a urbanização e exploração do solo e subsolo pela mineração e agropecuária. O uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica e conseqüentemente, os usos múltiplos da água alteram as características físicas, químicas e ambientais não apenas dos corpos hídricos, mas também de suas margens e do seu entorno. Sendo assim, são poucos os cursos fluviais que ainda mantêm suas condições naturais preservadas (Vargas e Júnior 2012).

Rio Gurugi

A Bacia do Rio Gurugi está inserida na Mesorregião de Mata Atlântica Paraibana, próximo ao município do Conde. Esta Bacia é composta pelos rios Estiva, Caboclo e Pau Ferro. Entretanto somente o Riacho Caboclo é que se insere na APA Tambaba. Segundo a aplicação do protocolo de avaliação rápida, todos os pontos apresentaram “condição alterada” (P1 = 48, P2 = 48 e P3 = 51) e estão localizados próximos das comunidades Dona Antônia, Rick Charles e Gurugi II (Figura 6).

Figura 6. Pontos de coleta do Rio Gurugi.



O P1, localizado próximo da comunidade quilombola Gurugi II, é um ponto que os moradores utilizam para lavar roupas. Além disso, apresenta construções em suas margens, como bares, quiosques e estacionamentos. O P2 teve a sua margem modificada para construção de uma ponte com estrada de acesso de veículos e estacionamento em uma das margens do rio. O P3 apresentou construções nas suas margens incluindo bares. Além disso, foi identificado o uso de embarcações a motor em seu leito, o que justifica o aspecto oleoso da água em alguns trechos da margem.

Especialmente nos P1 e P2 foram identificadas alterações referentes aos parâmetros de extensão, frequência de rápidos, extensão da mata ciliar e estabilidade das margens. Não foi identificado odor na água em nenhum dos pontos (Figura 4).

A retirada da cobertura vegetal de áreas marginais para fins de criação de núcleos urbanos (cidades, bairros e vilas) está inserida no processo de ocupação territorial. Estas ocupações, por sua vez, geralmente acontecem desordenadamente, ou seja, sem a preocupação de um planejamento da área a ser ocupada, dificultando a gestão da área, causando problemas ao meio ambiente (Horta, 2006). Mesmo quando não tem ocupação por construções e urbanização nas margens do rio, no caso de muitos trechos é visível a degradação, principalmente pela remoção de mata ciliar para o lazer e

estacionamento, que é o que se verifica no P1 do Rio Gurugi e em outros analisados aqui. O P2 por exemplo tem uma grande extensão sem presença de mata ciliar, apenas com vegetação rasteira.

Bersot (2015), também avaliando trechos do Rio Imbé localizado no município de Trajano de Moraes/RJ, considerou trechos alterados em seu trabalho, com destaque para um dos pontos que continha ocupações residenciais e comerciais, que influenciaram diretamente na instabilidade das margens do rio.

A ocupação do solo no entorno de cursos de água (rios, córregos, lagos, oceanos) e a pressão exercida pelas atividades antrópicas, tem alterado significativamente o meio físico, comprometendo os serviços oferecidos por este recurso, como por exemplo, o abastecimento de água para as populações (Vieira, 2007).

Rio Bucatu

O Rio Bucatu, vem passando por um processo de ocupação do seu entorno, fruto das pressões ocasionadas pelas populações humanas que agem direta e indiretamente sobre a sua bacia. A beleza cênica das praias próximas ao rio e a facilidade do acesso a tais praias, promovida pela existência de uma rodovia estadual que liga a região à capital do estado, favoreceram o crescimento do setor imobiliário, que transcendeu os espaços costeiros, adentrando cada vez mais rumo ao interior do continente (Marinho, 2018). Esse processo causa diversas alterações no ambiente, como terraplanagem, queimadas, supressão e impactos na vegetação, principalmente no manguezal (Lima, 2012).

A aplicação do protocolo, neste rio confirmou o aumento dos impactos causados pelo avanço da ocupação urbana, visto que todos os pontos apresentaram a condição de “ambiente alterado”. Além disso, indicou um aumento na qualidade ambiental ao longo do trecho do rio à medida que se aproximava do estuário (P1 = 51; P2 = 53 e P3 = 54). Os parâmetros que receberam menores pontuações foram erosão próximo das margens, tipo de ocupação nas margens, cobertura vegetal no leito, sendo considerados aspectos negativos para os três pontos de coleta no Rio Bucatu (Figura 7).

Figura 7. Pontos de coleta do Rio Bucatu.



O P1 está localizado em uma área com nascentes do Rio Bucatu que está próxima da comunidade Dona Antônia. Foi possível verificar aspectos negativos como instabilidade e erosão acentuada das margens, presença de oleosidade na água, alterações no canal do rio e presença de lixo nas margens e no leito do rio. Nas encostas ao redor da nascente, foram identificadas áreas desmatadas para cultivo de agricultura, essa pode ser uma das causas do alto índice de erosão e alteração do leito do

rio observadas. O P2 está localizado mais afastado da maior mancha de urbanização, justificando a redução dos impactos em relação ao P1. O desmatamento da vegetação do entorno para construção de casas de veraneio foi marcante no P2 e P3. No entanto, a presença de mangue, com restrição de ocupação humana permitiu aumentar um pouco os valores do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios. Bersot *et al.* (2015), também registraram os ambientes do rio alterados e impactados mais perto da urbanização, um ponto natural, com água transparente e muitos seixos e outro muito próximo a este, mas alterado, devido ao assoreamento, por estar perto de área de pastagem.

Sabe-se que as matas ciliares, ao longo de um rio funcionam como uma barreira natural, tendo como uma de suas funções conter os processos erosivos, pois atuam como uma barreira contendo a força das águas e das marolas, como também evitam que os sedimentos oriundos da erosão se depositem no leito do rio, o que levaria à diminuição de seu volume. Em virtude disso, as áreas com mata localizadas na área de abrangência dos rios, evitam a chegada das ondas nas suas margens e retêm maiores quantidades de sedimentos em comparação com as áreas onde não existe (Teixeira *et al.* 2014). Além disso, as árvores presentes retêm nutrientes e sedimentos carregados pela água de escorrência das chuvas, evitando que alcancem os rios, reduzindo o aumento da eutrofização. No caso deste estudo, como os rios analisados são de pequeno porte, a presença de ondas era apenas registrada nas áreas estuarinas, por influência da maré.

Rio Graú

O Rio Graú apresenta suas nascentes no município de Alhandra e seu estuário na divisa entre os municípios de Conde e de Pitimbu. De acordo com os resultados da aplicação do protocolo (Figura 4), o rio apresentou “condição impactada” nos trechos a montante (P1 = 43 e P2 = 40), o trecho próximo ao estuário foi identificado como “condição natural” (P3 = 61), apesar de ter algumas construções em uma das margens (Figura 8).

Figura 8. Pontos de coleta do Rio Graú.



Como pode ser visto na (Figura 3), o Rio Graú apesar de não apresentar comunidades perto do seu leito, apenas a Aldeia Vitória, apresenta muitas áreas de agricultura, o que altera a sua qualidade ambiental, por outro lado, perto da foz aumenta a área vegetada, principalmente pela presença do mangue, o que justifica a melhor qualidade ambiental.

O P1 é localizado próximo da Aldeia Vitória, comunidade do povo indígena Tabajara. Nesse ponto, o rio apresentou condições de degradação, pela presença de lixo doméstico e pelo aspecto

visual opaco da água e o odor fétido, indicando provável lançamento de efluentes sanitários em local a montante do coletado.

Em um ponto próximo ao perímetro urbano foi identificadas construções irregulares realizando despejo direto de efluentes sem qualquer tratamento no rio. Outro estudo realizado por Fernandez e Sander (2006) constatou que de treze pontos avaliados com a aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida em Iguarapé Caxangá (Boa Vista/RR), apenas um trecho não foi classificado na categoria de “condição impactada”. Isso demonstra a situação atual dos rios no país, revelando a necessidade de que as áreas ambientais dos rios, principalmente no que concerne às APPs sejam conservadas, de forma a conservar esses ambientes e proporcionar melhores qualidades para os rios, recursos tão importantes, não apenas como recurso para os humanos, mas também como manutenção dos ecossistemas aquáticos, para toda a biota neles presente.

As implicações ambientais decorrentes das atividades urbanas em uma microbacia no município de Boa Vista/RR, levaram Falcão (2010) a concluir que as relações entre homem e meio ambiente, estabelecidos por meio dos processos de ocupação e sistema de exploração dos recursos naturais, acarretam mudanças físicas, ambientais, sociais e culturais, geralmente inadequadas e com efeitos ambientais adversos, a maior parte deles negativa para o ambiente natural.

O P2 apresentou alterações antrópicas, incluindo a remoção da mata ciliar para o plantio de monoculturas de banana e de bambu em ambas as margens, e a construção de uma ponte para a rodovia PB 008. Tais alterações justificam a existência de processos erosivos nas margens. Além disso, a água apresentou aspecto opaco e presença de oleosidade. No P1 e P2 verificou-se grande presença de lama no substrato.

O P3 apresentou visualmente uma boa preservação ambiental do estuário, apesar de construção imobiliária em uma das margens. Além disso, a água apresentou coloração escura, provavelmente devido à grande quantidade de matéria orgânica decomposta, natural do ambiente de manguezal, que como citado acima, ao decompor libera ácidos húmicos e fúlvicos, que dão a cor escura às águas (Sioli, 1984; Ertel et al., 1986).

O desenvolvimento urbano está frequentemente associado com a substituição de ambientes naturais ou seminaturais por ambientes construídos, direcionando o fluxo de águas pluviais para os corpos de água adjacentes aos canais de drenagem, o que aumenta o movimento superficial das águas, reduzindo a recarga dos aquíferos. Além deste desequilíbrio, a supressão da vegetação, cuja função ecossistêmica é desempenhar a retenção do escoamento das águas pluviais desencadeia processos erosivos responsáveis pela deposição de sedimentos, constituindo um cenário de propensão a enchentes e a danos à vida aquática (Benini et al. 2003). Portanto, intervenções não planejadas na infraestrutura de um sistema urbano podem acarretar na degradação dos recursos hídricos, os quais são essenciais para a manutenção da vida, sendo utilizados para inúmeros fins, tais como: usos domésticos, irrigação agrícola, uso industrial, dessedentação de animais, pesca, lazer, geração de energia elétrica e turismo. O uso inadequado deste recurso para os seus usos múltiplos pode causar conflitos na qualidade e quantidade dos mesmos (Baio 2009). Apesar dos rios analisados não estarem propriamente em meio urbano, demonstram bastantes alterações que os coloca em estado alterado, o que afeta também a biota presente e com certeza a qualidade de suas águas, comprometendo o uso desse recurso para os seres humanos.

Rio Mucatu

O Rio Mucatu tem as suas águas utilizadas na irrigação de cultivos agrícolas como acerola, maracujá, inhame, banana e mandioca através de barragens, e em sua desembocadura na Praia Bela é uma importante atração turística para a região (Silva 2010). Segundo a aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios, apenas o P2 apresentou “condição natural” (P2 = 68), este localizado no Riacho do Boi afluente do Rio Mucatu e próximo à comunidade Nova Vida. O P1, próximo da comunidade Mucatu, e o P3, próximo ao estuário em Praia Bela, foram classificados como de “condição alterada” (P1 = 48 e P3 = 54). (Figuras 4 e 9). Como pode ser visto a presença de urbanização nestes dois pontos foi mais intensa (Figura 3).

Figura 9. Pontos de coleta do Rio Mucatu.



O P1 apresentou alterações antrópicas pela leve ocupação urbana em suas margens, em razão desse trecho cruzar o perímetro urbano da comunidade Mucatu, onde foram identificadas diversas construções de casas e comércio, além da presença de viveiros de piscicultura. No P2 observou-se a manutenção das matas ciliares e boa qualidade ambiental, apesar de haver plantios de agricultura após as matas ciliares e uma pequena passagem para veículos feita com troncos de madeira.

Nos P1 e P2 observou-se processos erosivos, provavelmente ocasionados pelas alterações nas margens do rio. Além disso, foi constatado a coloração escura da água e substrato lamoso, essa característica pode estar associada ao lançamento de efluentes domésticos ou de piscicultura, causando o aumento da matéria orgânica nesses trechos. O P2 apresentou melhor qualidade do que o P1 em relação à extensão de rápidos, tipo de substrato e deposição de lama, possivelmente por apresentar maior vazão no riacho, assim colaborando para uma boa oxigenação da água e do substrato.

O P3 apresentou alto grau de alterações das margens pelas construções imobiliárias, a exemplo de bares e restaurantes, além de ocorrer a disposição indevida de lixo doméstico. No entanto, a água aparentou boa qualidade pela não existência de odor ou oleosidade.

A avaliação ambiental realizada na região do Baixo Rio Paraíba do Sul por Souza (2015) identificou maior qualidade em pontos a jusante localizados dentro do perímetro urbano do que em nascentes também localizadas em área urbana. Esse resultado evidencia a capacidade de autodepuração dos rios, de modo a recuperar a qualidade ambiental mesmo após trechos impactados. Isso também se verificou neste estudo, em que alguns rios apresentaram piores condições de qualidade nas cabeceiras, mas melhoraram perto da foz.

Pontuações referentes a trechos naturais foram também detectadas por Pandovesi-Fonseca (2010) em regiões de área preservada (córregos Brejinho e Fumal) e em área de transição na porção inicial

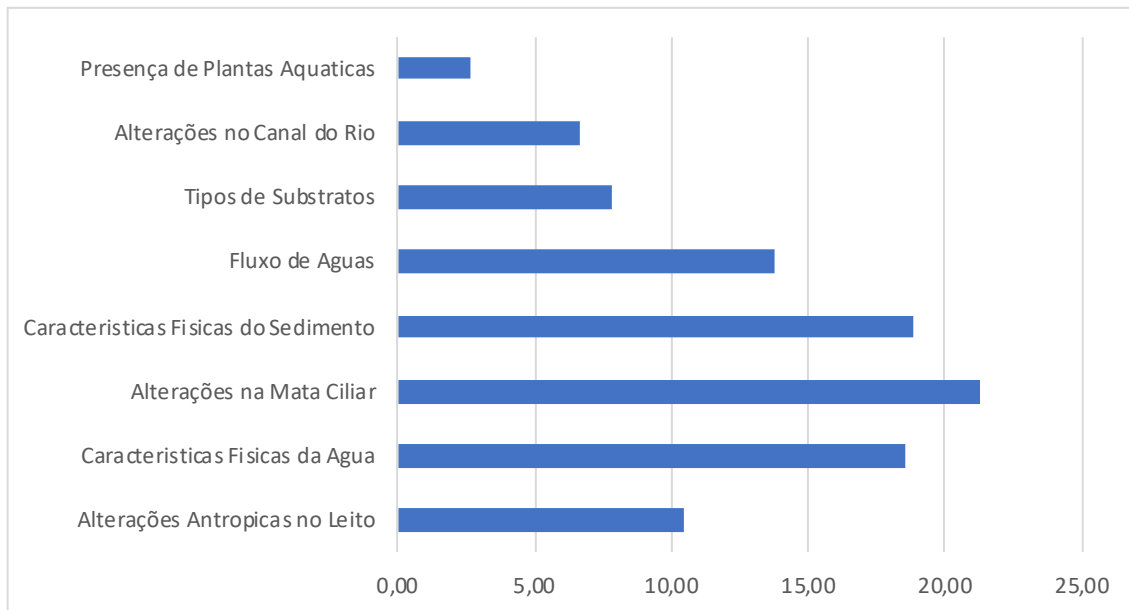
do Córrego Sarandi, afluente da margem direita do Ribeirão Mestre d'Armas - Distrito Federal. As áreas naturais apresentam em comum a preservação das matas ciliares e características da água e de sedimentos indicadores de boa qualidade ambiental. Esses locais apresentam vegetação ripária nativa preservada e sedimento com predominância de seixos e cascalhos, revelando ausência de assoreamento. A presença de Poço Dantas nas proximidades do P2 não foi o suficiente para levar à perda de qualidade ambiental nesse local.

A estabilidade das margens é medida de acordo com a ocorrência ou ausência de erosão no seu decorrer. Na medida em que se observam áreas erodidas, instáveis e com a possibilidade do surgimento de novos problemas no futuro, essas margens são classificadas como condição “péssima”. Para que uma margem seja considerada estável e possua uma classificação de condição “ótima”, é necessário que ocorra uma mínima quantidade de erosão e um nível de risco muito pequeno para surgimentos de problemas futuros (Rodrigues e Castro, 2008). A estabilidade das margens evita que ocorra o assoreamento dos cursos de água.

Vale salientar também que a eliminação das matas ciliares acelerada nos últimos anos, vem causando vários processos de deterioração na qualidade dos ambientes naturais. Diversos autores têm destacado a importância da mata ciliar para a manutenção da qualidade dos ambientes aquáticos. Dentre os benefícios proporcionados ao meio ambiente por esta vegetação, tem merecido destaque o controle da erosão nas margens dos rios e córregos; a redução dos efeitos de enchentes; manutenção da quantidade e qualidade das águas (Rosa e Irgang, 1998; Arcova e Cicco, 1999); filtragem de resíduos de produtos químicos como agrotóxicos e fertilizantes (Martins e Dias, 2001); além de servir de habitat para diferentes espécies animais contribuindo para a manutenção da biodiversidade da fauna local (Paz, 2008).

Na Figura 10, foram agrupados os parâmetros que fossem semelhantes para que fossem visualizados os principais aspectos que contribuíram para os resultados finais de todos os 13 pontos em estudo. Neste caso as alterações na mata ciliar dos rios foi o que obteve maior ocorrência com 21,30% dos pontos avaliados, seguindo de características físicas do sedimento com 18,83% e características físicas da água com 18,52%. Em todos os rios foi observado alterações na mata ciliar seja para construções imobiliárias ou para monocultivo ou para agropecuária, valendo salientar que a retirada da mata ciliar, pode ocasionar no assessoramento do rio, provocando alterações no sedimento e na água. Nos pontos onde ocorria essa prática foi observado que a cor da água era diferente, bem como o sedimento que era mais lamoso.

Figura 10. Distribuição Percentual das pontuações dos parâmetros avaliados em categorias de todos os rios avaliados.



Do ponto de vista biológico/ambiental, tais atividades ocasionam prejuízos significativos no funcionamento natural dos rios, os quais culminam em diminuição da biodiversidade local. Além disso, pode-se dizer que as grandes extensões de desmatamento da mata ciliar, as quais dão lugar a áreas de pastagens e de cultivo, particularmente, acabam por proporcionar condições favoráveis aos processos erosivos nas margens do rio e, conseqüentemente, o assoreamento do mesmo (França, 2013). No caso dos rios analisados nesta pesquisa, a agricultura e pecuária não eram tão intensos, mas no Rio Graú, por exemplo o plantio de bambu ia até às margens do rio, mas a urbanização ou áreas de lazer eram os principais agentes modificadores da paisagem.

Certamente esses são fatores que alteram a integridade ambiental do ecossistema fluvial avaliado, ocasionando perdas no que se refere ao equilíbrio dinâmico do mesmo e à biota local, por reduzir a disponibilidade de habitats. Algumas observações como presença de lixo doméstico no leito, lançamento de esgoto doméstico foram agrupados em alterações antrópicas no leito, estes tendo ocorrência no ponto 1 dos Rios Mucatu e Bucatu. Alterações nos canais dos rios foram observados em quase todos os pontos, sendo os mais observados a construção de pontes, canalizações ou até mesmo pequenas travessias.

Apenas a presença de plantas aquáticas foi a que teve menor frequência do total de pontos distribuídos no protocolo. Foi observado plantas aquáticas do gênero *Salvinia sp.* e *Ninpheia sp.* apenas no ponto 1 do Rio Mucatu, Gurugi e Bucatu.

A erosão marginal é motivo de grande preocupação, pois com a retirada da cobertura vegetal, que possui a função de proteger estas margens, as mesmas ficam muito suscetíveis aos processos erosivos. O resultado desse processo é a perda dessas áreas marginais, conseqüentemente assoreando o leito dos rios (Silva 2011).

Em trabalho realizado por Silva (2010) que avaliou trechos do Rio Cachoeira também foi verificado que dos 6 trechos avaliados, pelo mesmo protocolo, apenas um, localizado na Fazenda Santa Amélia,

foi considerado alterado, devido à retificação do rio e ocupação a partir de construções imobiliárias em suas margens.

Mudanças relacionadas com a retificação de rios, canalizações, impermeabilizações devido a obras de engenharia sanitária levam à redução da área de drenagem de inúmeras bacias hidrográficas, reduzindo drasticamente a densidade e diversidade de espécies aquáticas. As principais mudanças relativas ao acréscimo da urbanização referem-se ao aumento do lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais, imprevisíveis flutuações do nível de água em época de chuvas levando a sérios problemas de erosão, carreamentos e assoreamento de cursos de água. Como consequência, observa-se a elevação da temperatura da água, retirada da vegetação ripária dos rios, redução do canal e desestruturação de habitats para as espécies aquáticas, reduzindo as interações entre os rios e sua bacia de drenagem (Callisto e Moreno 2006).

Em todos os pontos analisados neste trabalho foi possível observar que na maioria dos locais que foram considerados impactados ou alterados, uma certa redução da mata ciliar, seja pela urbanização ou por alguma atividade agrícola. Situação semelhante ao trabalho realizado por Santos (2023) na Bacia do Araranguá em Santa Catarina, onde o mesmo relata que a redução das matas ciliares, cujas margens são ladeadas por áreas agrícolas e núcleos urbanos, atividades favoreceram para a a classificação dos pontos por este trabalhados fossem alterados e impactados.

Conclusões

- Pode-se concluir então que os rios Gurugi e Bucatu, são os ambientes que sofrem mais com a urbanização e expansão imobiliária, pois apresentaram condições alteradas em seus 3 pontos, de acordo com o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios;
- Apenas no ponto 3 do Rio Graú e no ponto 2 do Rio Mucatu, além do único ponto do Riacho Caboclo, apresentaram condições naturais, e com bom estado de conservação;
- Trechos de rios mais próximos às comunidades apresentaram algum tipo de alteração antrópica, e que nos pontos 1 e 2 do Rio Graú foram os mais impactados, havendo no P1 a presença de urbanização (aldeia Vitória) e no P2 presença de monoculturas (bambu e banana);
- O Rio Gurugi por não fazer parte da Área de Preservação de Tambaba, apresentou problemas ao longo do seu trajeto, por estar perto do distrito de Gurugy no seu P1 e de Jacumã, no P3, aglomerados urbanos de maiores dimensões que as comunidades dos outros rios, demonstrando a importância de se conservarem os rios em Unidades de Conservação;
- Dessa forma, a urbanização é um dos maiores impactos, causadores de alteração nos diversos trechos dos rios analisados, tanto dentro como fora da APA;
- Ressalta-se, ainda, que a avaliação por meio do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios constituiu-se num importante indicador preliminar para identificar os principais impactos ambientais em um rio, mas está muito associado ao aspecto geral do entorno do mesmo, e de aspectos muito mais presentes em ambientes muito poluídos, como o tipo de sedimento e presença de óleo, sendo no entanto necessárias avaliações mais precisas com outros indicadores de qualidade de água como análises físicas e químicas, para se determinar a real qualidade de água dos rios.

Participação dos autores: RSAM –idealização e escolha dos pontos, elaboração e estruturação do artigo; EEAL - Um dos observadores, elaboração e confecção dos gráficos e estruturação do artigo; WQS - Uma das observadoras além disso ajudou na estruturação do artigo.; MCBC - A autora é orientadora do autor principal do artigo, bem como esta ajudou nas correções e sugestões do referido trabalho.; CTA -A referida autora ajudou nas traduções do resumo para o inglês e espanhol adequação do artigo nas normas da revista.

Aprovação ética ou licenças de pesquisa: O referido trabalho não teve a necessidade de aceite do comitê de ética, pois não teve envolvimento de pessoas, bem como de animais. Sendo apenas um trabalho de observação e classificação visual e ambiental dos rios em estudo, portanto não houve necessidade de licença para este trabalho.

Disponibilidade dos dados: Como este trabalho faz parte do primeiro capítulo do projeto de Tese do autor principal, ele estará após a defesa incluído no repositório da Biblioteca da Universidade Federal da Paraíba (https://repositorio.ufpb.br/?locale=pt_BR).

Fomento: O autor principal possuía um apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no valor de 2.200 reais durante metade do período do doutorado.

Conflito de interesses: Os autores declaram que não houve conflito de interesse para o referido trabalho.

Referências

Almeida, NV. 2006. Proposta de Zoneamento Ecológico Econômico para a Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual de Tambaba-Paraíba. Dissertação. Universidade Federal da Paraíba/PRODEMA.186p. João Pessoa-PB. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/4534>. Acesso em: 16/11/2021.

Anzolin, T. 2013. Diagnóstico ambiental de fragmentos do rio Alegria (Medianeira-PR) através de um protocolo de avaliação rápida e de parâmetros físico-químicos. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/13586>. Acesso em: 20/04/2020.

Arcova, FCS.; Cicco, V. 1999. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. Scientia Forestalis, n. 56, p. 125-134.

Baio, JAF.2009. Avaliação da Contaminação nos principais corpos d'água do município de São Carlos/SP. 2009. 111 p. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) – Instituto de Química de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos-SP. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75132/tde-21122009-105913/pt-br.php>. Acesso em: 20/04/2021.

Benini, RM; Mendiondo, E. M; Martioli, C e Tonissi, F. B. 2003. Cenários ambientais visando a mitigação de enchentes decorrentes da implantação do campus II - USP, São Carlos - SP. Anais: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Curitiba,

Bersot, MROB.2015.; Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) na bacia hidrográfica do rio Imbé - RJ. **Ambiência**. Guarapuava (PR) v.11 n.2 p.277 - 294. <https://doi.org/10.1590/1809-9823.2014.13083>.

Bezerra, A.D.M; 2016. Aplicação De Protocolos De Avaliação De Rios (Par's) Na Caracterização Da Qualidade Ambiental Na Bacia Hidrográfica Do Córrego Da Onça, Município De Três Lagoas, MS .Rev. Conexão Eletrônica – Três Lagoas, MS – Volume 13 – Número 1. p1-15

Callisto M, Ferreira W, Moreno P, Goulart Mdc, Petrucio M. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). Acta Limnologica Brasiliensis 14: 91-98. <https://doi.org/10.1080/03680770.2021.1921877>.

Ertel, JR; Hedges, JI.;Devol,AH.;Richey,JE.; Nazarg, M.; Ribeiro, G. 1986. Dissolved humic substances of the Amazon River system. Limnology and Oceanography, v. 31, n. 4, p. 739–754.

- Falcão, MT; Benezar, RMC; Freitas, B. 2010. Implicações ambientais decorrentes das atividades urbanas em uma microbacia no município de Boa Vista- Roraima. VI Seminário Latino- Americano de Geografia Física II Seminário Ibero- Americano de Geografia Física Universidade de Coimbra.
- Fernandez, OVQ; Sander, C. 2006. Aplicação de um protocolo simplificado de avaliação de habitats aquáticos no igarapé Caxangá, Boa Vista, RR. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. Goiânia, GO.
- França, LO. 2013. Diagnóstico ambiental do córrego do Açude, Orizona-GO por meio de um protocolo de avaliação rápida de rios. Revista Tropica: Ciências Agrárias e Biológicas, v.7, n.1. p32-44. <https://doi.org/10.0000/rtcab.v7i1.721>.
- Gaillardet, J.; Dupre, B.; Allegre, CJ.; Négrel, P. 1997. Chemical and physical denudation in the Amazon River Basin. Chemical Geology, v. 142, n. 3-4, p. 141– 173. [https://doi.org/10.1016/S0009-2541\(97\)00074-0](https://doi.org/10.1016/S0009-2541(97)00074-0)
- Horta, IMF. 2006. Levantamento dos Solos e Ocupação da superfície do Município de Nazareno/MG. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Lavras. Lavras/MG.74p. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/13553>. Acesso em: 14/12/2022
- Marinho, RSA; 2018. Biorremediação para o melhoramento da qualidade da água em rios urbanos em João Pessoa -PB; Efeitos na ictiofauna. Dissertação. Universidade Federal da Paraíba, UFPB, João Pessoa, Brasil. 94p.
- Martins, SV; Dias, HCT. 2001. Importância das Florestas para a Qualidade e Quantidade da Água. Revista Ação Ambiental, v. IV, n. 20, p. 1-10.
- Minatti-Ferreira D, Beaumord A. 2006. Avaliação rápida de integridade ambiental das sub-bacias do rio Itajaí-Mirim no município de Brusque, SC. Revista Saúde e Ambiente V.5.p. 21-27.
- Rodrigues A; Malafaia G, Castro PTA. 2008. Avaliação ambiental de trechos de rios na região de Ouro Preto-MG através de um protocolo de avaliação rápida. Revista de Estudos Ambientais 10:p74- 83. <http://dx.doi.org/10.7867/1983-1501.2008v10n1p74-83>.
- Rosa, FF; Irgang, BE. 1998. Comunidades vegetais de um segmento da planície de inundação do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia, Botânica, v. 50, p. 75-87.
- Oliveira, FM.; Nunes, T.S. 2015. Aplicação de protocolo de avaliação rápida para caracterização da qualidade ambiental do manancial de captação (Rio Pequeno) do município de Linhares, ES. Natureza online, Santa Teresa, v.13, n.2, p.86- 91,
- Padovesi-Fonseca, C.; Corrêa, ACG.; Leite, GFM.; Joveli, JC.; Costa, LS.; Pereira, ST. 2010. Diagnóstico da sub-bacia do ribeirão Mestre d'Armas por meio de dois métodos de avaliação ambiental rápida, Distrito Federal, Brasil Central. Ambí-Agua, Taubaté, v. 5, n. 1, p. 43-56. doi:10.4136/1980-993X.
- Pinheiro, LA.; Borges, JT. 2013. Avaliação hidroquímica qualitativa das águas do baixo rio negro. Revista Eletrônica de Petróleo e Gás, v. 1, n. 2, p. 23–32.
- Santos, JG.; Scussel C., Varela, EP; Nicoladelli, TB; Luz, CDA.; Milanez, PR; Olivo, EF., e Zocche, J. 2023.. APLICAÇÃO DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DA INTEGRIDADE AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARARANGUÁ, SC. *Boletim Paulista De Geografia*, 109(1), p.147–171. <https://doi.org/10.54446/bpg.v109i1.2974>
- Silva, DA.; 2017. Caracterização do perfil socioeconômico e da percepção ambiental dos agricultores familiares dos assentamentos Dona Antônia e Gurugi II, no Conde – Paraíba. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade. Volume 12, número 6.p.85-99. Curitiba – PR.
- Silva, VR; 2012. Ocupação e degradação na margem do Rio Paraguai em Cáceres, Mato Grosso. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. v. 8, n. 1, p. 125-152, , Taubaté, SP, Brasil.
- Silva, CLF; 2010. Identificação das Compatibilidades Físico-Ambientais e urbanísticas e Definição de diretrizes para o Uso e a Ocupação do Solo no Distrito de Jacumã, Município do Conde-PB. Dissertação. Universidade Federal da Paraíba/ Prodem. 295 p. João Pessoa-PB Disponível em : <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/4585>. Acesso em : 15/05/2017.

Sioli, H. 1984. *The Amazon*. Dordrecht: Springer Netherlands, v. 56.

Souza, VG; Bulhões, EMR; 2015. Avaliação Ambiental Através De Protocolo De Avaliação Rápida No Baixo Leito Do Rio Paraíba Do Sul, No Município De Campos Dos Goytacazes/RJ. *Caderno de Estudos Geoambientais CADEGEO*. v.06, n.01, p.32-50. Universidade Federal Fluminense. Campos dos Goytacazes-RJ.

Tundisi, JG. 2003. *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. São Carlos: Rima., 247 p.

Vargas JRA; Junior, PDF.2012. Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida na Caracterização da Qualidade Ambiental de Duas Microbacias do Rio Guandu, Afonso Cláudio, ES. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 17: 161-168.

Vieira, DM.; Teixeira, PWGN.; Lopes, WGR.2007. Identificação dos usos e ocupações do solo nas áreas de preservação permanente do rio Poti e sua compatibilidade legal no perímetro urbano de Teresina Piauí-Brasil. In: *Anais do VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica*.



Esta obra está licenciada com uma *Licença Creative Commons Atribuição Não-Comercial 4.0 Internacional*.