

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE
ECOSSISTEMAS COSTEIROS E MARINHOS**

BRUNA DOS SANTOS ALVES

**ÍNDICE DE INTEGRIDADE BIÓTICA DA ICTIOFAUNA DAS BACIAS
HIDROGRÁFICAS DA BAIXADA SANTISTA E LITORAL NORTE DO
ESTADO DE SÃO PAULO**

SANTOS/SP

2019

BRUNA DOS SANTOS ALVES

**ÍNDICE DE INTEGRIDADE BIÓTICA DA ICTIOFAUNA DAS BACIAS
HIDROGRÁFICAS DA BAIXADA SANTISTA E LITORAL NORTE DO
ESTADO DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada à
Universidade Santa Cecília
como parte dos requisitos para
obtenção de título de mestre no
Programa de Pós-Graduação em
Sustentabilidade de
Ecossistemas Costeiros e
Marinhos, sob a orientação da
Profa. Dra. Ursulla Pereira
Souza.

SANTOS/SP

2019

Autorizo a reprodução parcial ou total deste trabalho, por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

363.73 Alves, Bruna.

A479i Índice de Integridade Biótica da ictiofauna das Bacias Hidrográficas da Baixada Santista e Litoral Norte do Estado de São Paulo/ Bruna dos Santos Alves.

2019.

44 f.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ursulla Pereira Souza.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, Santos, SP, 2019.

1. Ictiofauna. 2. Integridade Biótica. 3. Riachos
4. Biomonitoramento. 5. Litoral Paulista. I. Souza, Ursulla.
II. Índice de Integridade Biótica da Ictiofauna das Bacias Hidrográficas da Baixada Santista e Litoral Norte do Estado de São Paulo.

Elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas – Unisanta

Agradecimentos

À prof. Dra. Ursulla Pereira Souza e ao Prof. Dr. Fabio Cop Ferreira, pela orientação, competência, profissionalismo e compreensão em momentos que eu era obrigada a me dividir entre o mestrado e o meu serviço.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinheiros da Universidade Santa Cecília, por todo o conhecimento transmitido ao longo curso de mestrado.

Aos meus pais Vera e Robson, por todo apoio, amor e incentivo aos estudos.

Às amigas Aline V., Danielly, Sara e Sumaya, que, apesar da distância, sempre se fizeram presentes, incentivando a conclusão deste trabalho.

Às amigas Fernanda e Isabela, por todo apoio, companheirismo e pelos momentos de descontração.

À amiga Pamela pela elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo.

Aos meus colegas de serviço Aline G, Annie, Elias, Marina e Rene, pela compreensão e paciência com a minha ausência em determinados momentos.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

Resumo

As bacias hidrográficas costeiras são importantes para o desenvolvimento socioeconômico do litoral paulista, devido aos usos múltiplos das águas. A urbanização e a expansão portuária, industrial e agrícola têm causado o desmatamento da mata ciliar, expondo o solo à erosão, alterando o aporte de matéria orgânica particulada, nutrientes e poluentes para os riachos e afetando também a biota aquática. O índice de integridade biótica (IIB) analisa múltiplos parâmetros relacionados à composição trófica, riqueza, diversidade de habitat e abundância da ictiofauna, correlacionando-os com intervenções antrópicas no entorno dos riachos, para mensurar a qualidade da água. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade ambiental dos riachos das bacias hidrográficas costeiras da baixada santista e do litoral norte do estado de São Paulo, por meio da análise do índice de integridade biótica (IIB). A coleta de peixes foi realizada em 72 pontos de 4 bacias hidrográficas e posteriormente foram calculadas métricas para compor o índice de integridade biótica. O IIB apontou uma qualidade boa nas bacias hidrográficas de Itanhaém, Quilombo e Una e uma qualidade ruim em Boiçucanga. Embora o uso e a ocupação do solo variem entre as bacias hidrográficas analisadas, as intervenções antrópicas vêm afetado negativamente a qualidade ambiental dos riachos costeiros de São Paulo. Com a tendência de aceleração do processo de urbanização na região litorânea nos próximos anos, faz-se necessário aumentar a fiscalização e o monitoramento ambiental dos corpos hídricos e da vegetação ripária.

Palavras-chave: Ictiofauna. Integridade Biótica. Riachos. Biomonitoramento. Litoral Paulista.

Abstract

The coastal watersheds are important for the socioeconomic development of the coast of São Paulo due to the multiple uses of the water. Urbanization, port, industrial and agricultural expansion have caused deforestation of the riparian forest, exposing the soil to erosion, altering the contribution of particulate organic matter, nutrients and pollutants to the streams and also affecting the aquatic biota. The index of biotic integrity (IBI) analyzes multiple parameters related to the trophic composition, richness, habitat diversity and abundance of the ichthyofauna, correlating them with anthropic interventions in the surroundings of the streams, to measure water quality. This study aimed to evaluate the environmental quality of streams along the coast of São Paulo, through the application of IBI. The fish data were collected in 72 points from 4 drainage basins, and then metrics were calculated to compose the IBI. The IBI indicated a good quality in Itanhaém, Quilombo and Una river basins and a bad quality in Boiçucanga river basin. Although the land use is different in each river basin, anthropogenic interventions are negatively affecting the environmental quality of the studied streams. In the coming years there will be an increase of the urbanization process in the coastal region, so it is necessary to increase the environmental monitoring of water bodies and riparian vegetation.

Keywords: Ichthyofauna. Biotic Integrity. Streams. Biomonitoring. São Paulo Coast.

LISTA DE FIGURAS

1.	Localização dos pontos de coleta	3
2.	Mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Itanhaém	7
3.	Uso e ocupação do solo da Microbacia do Rio Aguapeú	8
4.	Uso e ocupação do solo da Microbacia do Rio Branco	8
5.	Uso e ocupação do solo da Microbacia do Rio Preto	9
6.	Uso e ocupação do solo da Microbacia do Rio Mambu	9
7.	Mapa de uso e ocupação do solo das bacias hidrográficas dos Rios Quilombo, Una e Boiçucanga	10
8.	Uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Quilombo ...	11
9.	Uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Boiçucanga	11
10.	Uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Una	12
11.	Gráfico de dispersão entre o IIB e o índice de distúrbio	20
12.	Média e intervalo de confiança para os valores de IIB em cada bacia amostrada	20
13.	Média e intervalo de confiança para os valores de IIB em cada microbacia do Rio Itanhaém	21

LISTA DE TABELAS

1. Descrição de cada categoria de uso e ocupação do solo.....	6
2. Métricas pré-selecionadas para compor o índice de integridade biótica	13
3. Classificação das espécies da ictiofauna coletadas nas bacias hidrográficas estudadas, conforme BUCKUP <i>et al.</i> , (2007)	15
4. Abundância da ictiofauna em cada bacia hidrográfica.....	16
5. Métricas selecionadas para o cálculo do IIB (✓) e indicação das métricas excluídas nos critérios de variabilidade (1), redundância (2) e responsividade (3)	17
6. Descrição de cada categoria e valores do índice de integridade biótica	18
7. Informações relevantes sobre o IIB de cada microbacia hidrográfica do Rio Itanhaém	19
8. Informações relevantes sobre o IIB de cada bacia hidrográfica	19

LISTA DE SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
DATAGEO	Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo
IIB	Índice de Integridade biótica
PESM	Parque Estadual da Serra do Mar
RMBS	Região Metropolitana da Baixada Santista
UGRHI 3	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Litoral Norte
UGRHI 7	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Baixada Santista
UNISANTA	Universidade Santa Cecília
USIMINAS	Usinas Siderurgicas de Minas Gerais S.A.
WGS	World Geodetic System

LISTA DE ABREVIATURAS

AC	Corrente alternada
Km	Quilômetros
Km ²	Quilômetros quadrados
M ²	Metros quadrados
p	Probabilidade de significância
r	Coefficiente de correlação de Spearman
pH	Potencial hidrogeniônico
V	Volts

SUMÁRIO

1.	Introdução	1
2.	Materiais e métodos	3
2.1	Áreas de estudo	3
2.2	Amostragem da ictiofauna.....	4
2.3	Análise de dados	5
2.3.1	Elaboração de mapas de uso e ocupação do solo	5
2.3.2	Índice de Integridade Biótica	13
3.	Resultados	14
4.	Discussão	21
5.	Conclusão	24
6.	Comprovante de submissão do artigo ao periódico	
	Oecologia Australis	25
7.	Referências bibliográficas	27
	Apêndice A	33
	Apêndice B	34
	Apêndice C	34
	Apêndice D	34

1. Introdução

As bacias hidrográficas costeiras são importantes para o desenvolvimento socioeconômico do litoral do estado de São Paulo, devido aos usos múltiplos das águas para o consumo humano, atividade portuária, industrial, agricultura, pesca, lazer, prática de esportes aquáticos, ecoturismo, entre outros (ZÜNDT, 2006; SOUZA e LUNA, 2008; ALVES *et al.*, 2009; DIAS, 2012; STARZYNSKI e SIMÕES, 2015; TELES e NOGUEIRA, 2016). Nas últimas décadas houve o adensamento populacional de forma irregular nas margens dos rios costeiros, causando o desmatamento da vegetação nativa para a construção de moradias. Além disso, a crescente expansão de atividades portuárias, industriais e agrícolas também contribuiu para a degradação da mata ciliar (SOUZA e LUNA, 2008; KAWASHIMA, 2016).

A remoção da vegetação do solo diminui a taxa de infiltração da água, e conseqüentemente, aumenta o escoamento superficial, levando à ocorrência de processos erosivos nas margens dos rios, além de alterações no aporte de matéria orgânica particulada, nutrientes e poluentes para os riachos (KUNTSCHIK, 2011). A degradação da mata ciliar afeta também a biota aquática, pois diminui a entrada de matéria orgânica de origem alóctone, cujos frutos e sementes servem de alimento para os peixes e elimina o sombreamento dos riachos, ocasionando um aumento da temperatura da água. Como consequência, muitas espécies que são sensíveis a essas alterações no ambiente podem ser localmente eliminadas (KARR *et al.*, 1985; KUNTSCHIK, 2011). Para uma gestão adequada dos recursos hídricos é necessário obter informações sobre a integridade do ambiente e das principais pressões antrópicas que afetem a biota aquática. Essas informações são fundamentais no processo decisório para adoção de políticas públicas mais eficazes (BRASIL, 1997; ROCHA *et al.*, 2011).

No estado de São Paulo, o monitoramento da qualidade ambiental é feito majoritariamente por meio do uso de indicadores físicos e químicos, tais como pH, temperatura, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, entre outros (ROCHA *et al.*, 2011, CUNHA *et al.*, 2013). A desvantagem desse método é que não são considerados alguns tipos de perturbações, como

degradação da mata ciliar e alterações no fluxo de água, caso estes não incorram em mudanças nas características físicas e químicas da água. O índice de integridade biótica proposto por Karr (1981) pressupõe que um dos melhores indicadores para mensurar a qualidade de um curso d'água é justamente a sua capacidade de sustentar uma biota que esteja em equilíbrio ecológico com o habitat. Este índice analisa múltiplos parâmetros (métricas) relacionados à composição trófica, riqueza de espécies, diversidade de habitat e abundância da ictiofauna, correlacionando-os com intervenções antrópicas no entorno dos rios e riachos (KARR e SCHLOSSER, 1977; KARR e DUDLEY 1981; KARR *et al.*, 1985; FAUSCH *et al.*, 1984; FAUSCH *et al.*, 1990; KARR, 1990, 1991, 1999; KARR e CHU, 2000; FERREIRA e CASATTI, 2006; COOPER *et al.*, 2018).

Nas últimas décadas, vários estudos têm utilizado índices como uma ferramenta de biomonitoramento de ambientes aquáticos (ARAÚJO, 1998; BASTOS e ABILHOA, 2004; CASATTI *et al.*, 2006; TERRA *et al.*, 2013; FERREIRA *et al.*, 2015; CETRA e FERREIRA, 2016; FISCH *et al.*, 2016; CARVALHO *et al.*, 2017; ABHIJNA e KUMAR, 2017; COOPER *et al.*, 2018). Segundo Karr (1981), as principais vantagens de utilizar a ictiofauna para monitoramento ambiental incluem uma maior facilidade na identificação de espécies, grande variedade de níveis tróficos nas comunidades de peixes (carnívoros, onívoros, herbívoros, detritívoros, etc.) e ampla ocorrência de indivíduos, até mesmo em riachos pequenos ou bastante poluídos.

Alguns estudos sobre integridade biótica têm analisado também a dinâmica de uso e ocupação do solo no entorno dos riachos, uma vez que a substituição da cobertura vegetal por outros usos do solo, tais como agricultura e expansão urbana, tem potencial para desencadear uma série de alterações no ambiente aquático, afetando também os padrões de diversidade e distribuição da ictiofauna. Ao se correlacionar as informações de uso e ocupação do solo, obtidas através do sensoriamento remoto, com informações referentes à ictiofauna, coletadas em campo, obtém-se um panorama mais específico da situação atual da qualidade ambiental dos corpos hídricos do litoral de São Paulo e pode-se estabelecer áreas prioritárias para realizar ações fiscalizatórias e de recuperação ambiental (ROTH *et al.*, 1996; HARDING *et al.*, 1998; ROA-FUENTES e CASATTI, 2017).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade ambiental dos riachos costeiros das bacias hidrográficas de Itanhaém, Quilombo, Boiçucanga e Una, localizadas na Baixada Santista e Litoral Norte do estado de São Paulo, por meio da análise do índice de integridade biótica e do uso e ocupação do solo.

2. Materiais e Métodos

2.1. Áreas de Estudo

Os rios do litoral paulista formam uma série de drenagens costeiras geograficamente isoladas pelas escarpas da Serra do Mar, resultando no alto grau de endemismo da ictiofauna local, se comparada à fauna dos sistemas de drenagens do interior do estado (RIBEIRO, 2006). A atividade tectônica de reativação de falhas geológicas do escudo Sul Americano, ocorrida durante a Era Mesozoica, é apontada como um dos principais fatores que moldaram a escarpa da Serra do Mar e alteraram o curso de alguns rios de planalto, fazendo com que eles divergissem e se tornassem rios costeiros, influenciando assim a distribuição das espécies de peixe (RIBEIRO, 2006; CONTI e FURTADO, 2006).

Neste trabalho foram estudadas as bacias hidrográficas costeiras dos Rios Itanhaém, Quilombo, Una e Boiçucanga, que estão situadas em duas unidades de gerenciamento de recursos hídricos (UGRHI). As áreas de coleta estão delimitadas na Figura 1.

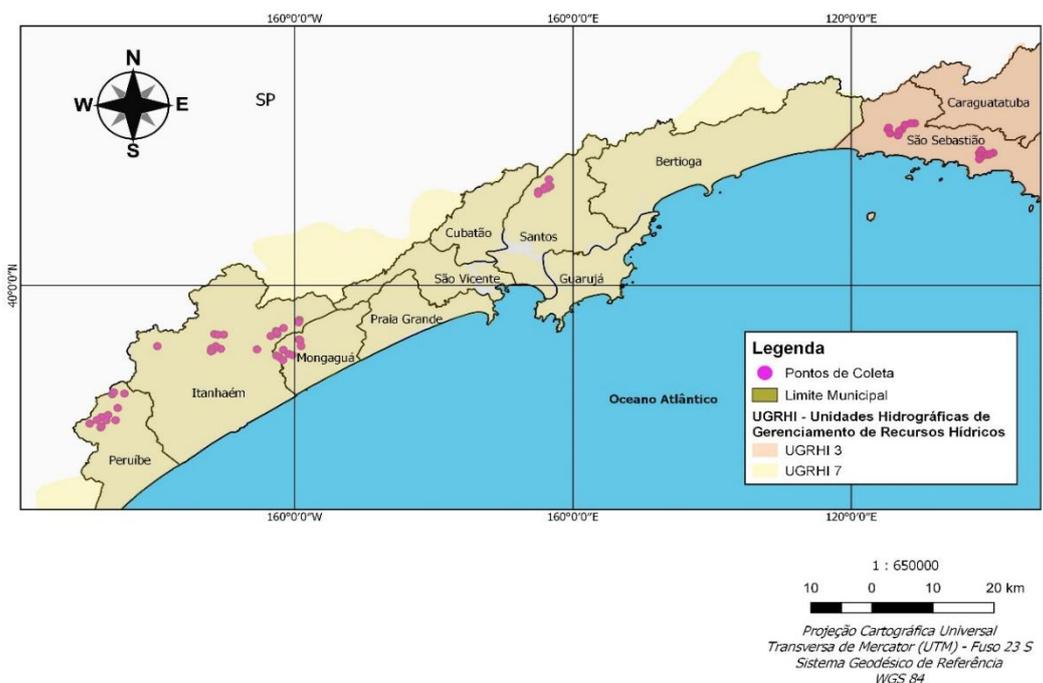


Figura 1: Localização dos pontos de coleta.

A UGRHI 3 – Litoral Norte abrange quatro municípios: Ubatuba, Caraguatatuba, Ilhabela e São Sebastião, totalizando 1.987 km² de extensão territorial e com uma população de 312.955 habitantes (COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO LITORAL NORTE, 2017; SÃO PAULO, 2017). A bacia hidrográfica do litoral norte paulista ocupa uma área de drenagem de 1.948 km². As principais atividades econômicas desenvolvidas no litoral norte de São Paulo estão relacionadas ao porto de São Sebastião, à pesca e ao turismo (SOUZA e LUNA, 2008; SÃO PAULO, 2012; COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO LITORAL NORTE, 2017).

A UGRHI 7 – Baixada Santista abrange os municípios de Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande, Santos, São Vicente, Cubatão, Guarujá e Bertiooga. A população é de cerca de 1,7 milhões de habitantes e as principais atividades desenvolvidas na região são as atividades portuária, industrial e turística (SÃO PAULO, 2010, 2017). A bacia hidrográfica do Rio Itanhaém é a segunda maior bacia do estado de São Paulo. Os principais componentes deste sistema hidrográfico são os rios Itanhaém, Branco, Preto, Mambu e Aguapeú, totalizando uma área de drenagem de 930 km². (FERREIRA e PETRERE-JÚNIOR., 2009; VINHAS, 2014; CIGAGNA, 2018). A bacia hidrográfica do Rio Quilombo é consideravelmente menor, abrangendo uma área de 86,88 km² (SÃO PAULO, 2010).

A vegetação nativa remanescente no litoral paulista pertence ao bioma Mata Atlântica, sendo composta por manguezal e floresta de restinga nos trechos de planície costeira e por floresta ombrófila densa nas áreas de encostas da Serra do Mar (RODRÍGUEZ, 2000; AMARAL, 2003; ZÜNDT, 2006). A cobertura vegetal nativa está preservada em 69% do território da Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS) e em 80% do Litoral Norte. Isso deve-se ao fato de que há grandes áreas verdes situadas no interior do Parque Estadual da Serra do Mar, uma unidade de conservação do tipo proteção integral com núcleos na Baixada Santista e no Litoral Norte (SÃO PAULO, 2010).

2.2. Amostragem da ictiofauna

A ictiofauna foi amostrada em 72 pontos distintos de riachos de primeira a terceira ordens, localizados nas bacias do Rio Itanhaém (42 pontos), Quilombo (10 pontos), Una (10 pontos) e Boiçucanga (10 pontos). Na bacia do Rio Itanhaém, os pontos de coleta abrangeram os municípios de Itanhaém, Peruíbe e Mongaguá, estando subdivididos nas microbacias dos rios Aguapeú, Branco, Mambu e Preto. As coletas no Rio Itanhaém foram realizadas entre os meses de maio a setembro de 2014 e maio de 2015. No município de Santos, a coleta foi realizada no Rio Quilombo em agosto de 2017. Em São Sebastião, os locais analisados foram os rios Una e Boiçucanga, com coletas realizadas em agosto de 2017.

As amostras de peixes foram obtidas com um aparelho de pesca elétrica (Smith-root, LR-24, corrente AC, 400 – 700 V), em trechos de 100 m com uma única passagem do aparelho. A coleta envolveu três pessoas, sendo uma para operar o aparelho de pesca elétrica e duas para capturar os peixes. A ictiofauna coletada foi fixada em formalina a 10% e posteriormente acondicionada em álcool a 70%.

2.3. Análise de dados

2.3.1. Elaboração de mapas de uso e ocupação do solo

Os mapas foram elaborados com o *software* QGIS versão 2.18 e os dados referentes aos limites municipais, hidrografia e unidade de conservação

foram obtidos no Sistema Ambiental Paulista (DATAGEO, 2018). Todos os mapas foram georreferenciados com o datum WGS 84, no sistema de coordenadas geográficas. A imagem utilizada como base é do ano de 2019 e foi obtida com o software SAS Planet, versão 190219.9815 Nightly, tendo como fonte o satélite utilizado pelo Google Earth.

A partir do centro de cada ponto de coleta, foi delimitada uma área de amostragem com 300 metros de diâmetro, resultando na análise de 70685,83 m² em cada bacia hidrográfica (ROA-FUNTES e CASATTI, 2017). Foram selecionadas 7 categorias de uso do solo, considerando a análise das imagens, conhecimento prévio da área e embasamento em literatura científica, conforme Tabela 1 (STRAYER *et al.*, 2003; VAEZA *et al.*, 2010; KAWASHIMA *et al.*, 2015). Posteriormente, foi calculada a porcentagem de área de cada categoria e por último calculada a média ponderada.

Tabela 1: Descrição de cada categoria de uso e ocupação do solo.

Classificação	Definição	Nível de Alteração (A)
Área urbana	Área com mais de 7 casas e via pavimentada.	6
Aglomerado urbano	Conjunto de 3 a 7 casas isoladas por vegetação nativa.	5
Ocupação urbana	De 1 a 2 casas isoladas por vegetação nativa.	4
Solo exposto	Solo exposto por processos erosivos ou pelo leito do rio.	3
Agricultura	Área ocupada por cultivos agrícolas.	2
Área sem vegetação arbórea	Área com vegetação rasteira e/ou pequenos arbustos.	1
Vegetação Densa	Vegetação arbórea do bioma Mata Atlântica.	0

O percentual de uso para cada categoria de uso foi utilizado para o cálculo de um índice de distúrbio (*ID*) calculado por:

$$ID = \sum_{i=1}^m A_i \times PU_i$$

O *ID* representa uma média do nível de alteração ao redor do ponto (*A*) ponderada pelo percentual de ocupação associado a cada classe de uso (*PU*)

(Tabela 1), podendo variar entre 0 (100% de vegetação densa) a 6 (100% de área urbana).

Para facilitar a visualização e a análise, os mapas finais foram separados por bacias hidrográficas e, no caso da bacia do Rio Itanhaém, houve a subdivisão em microbacias (Figuras 02 a 10).

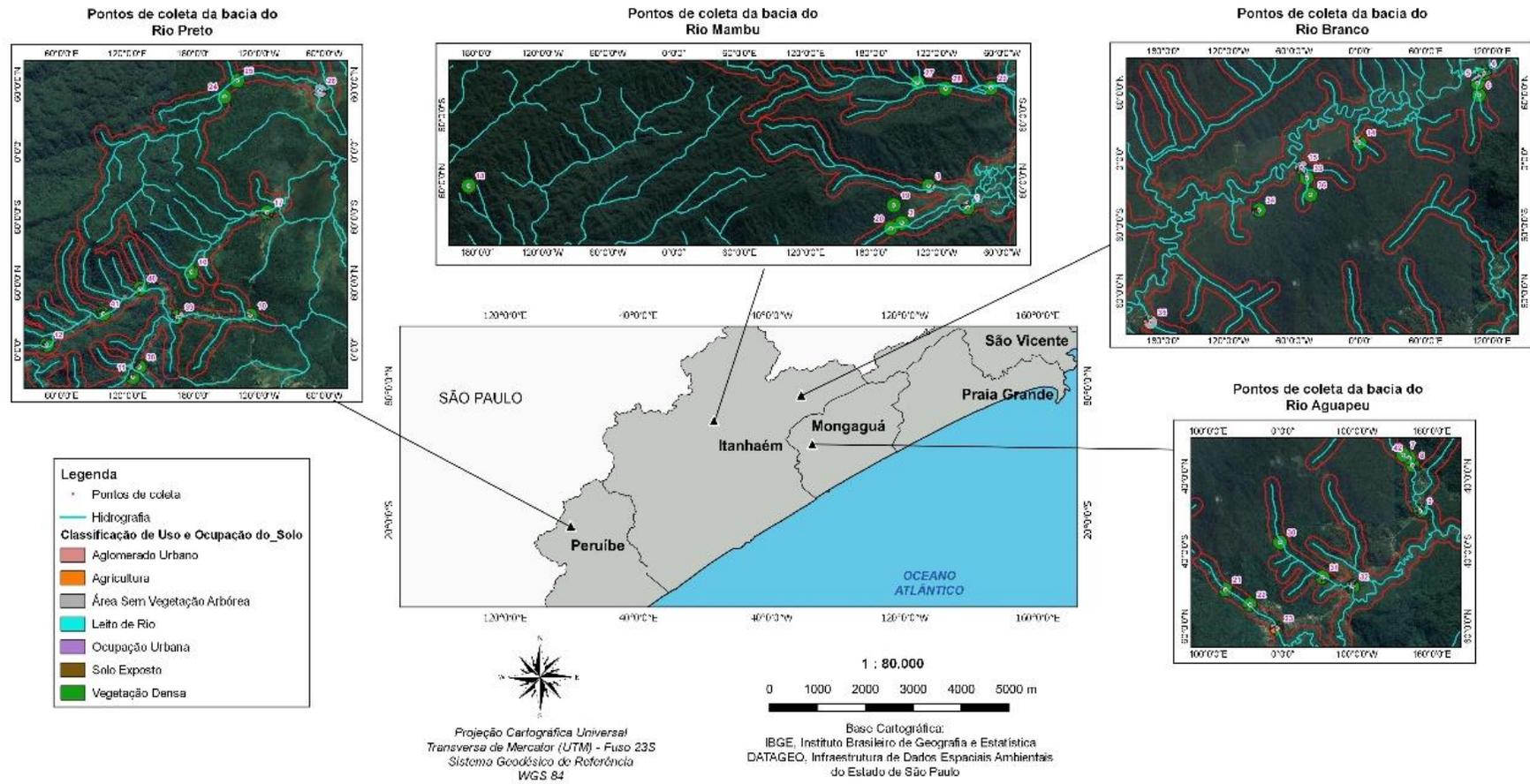


Figura 2: Mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Itanhaém.

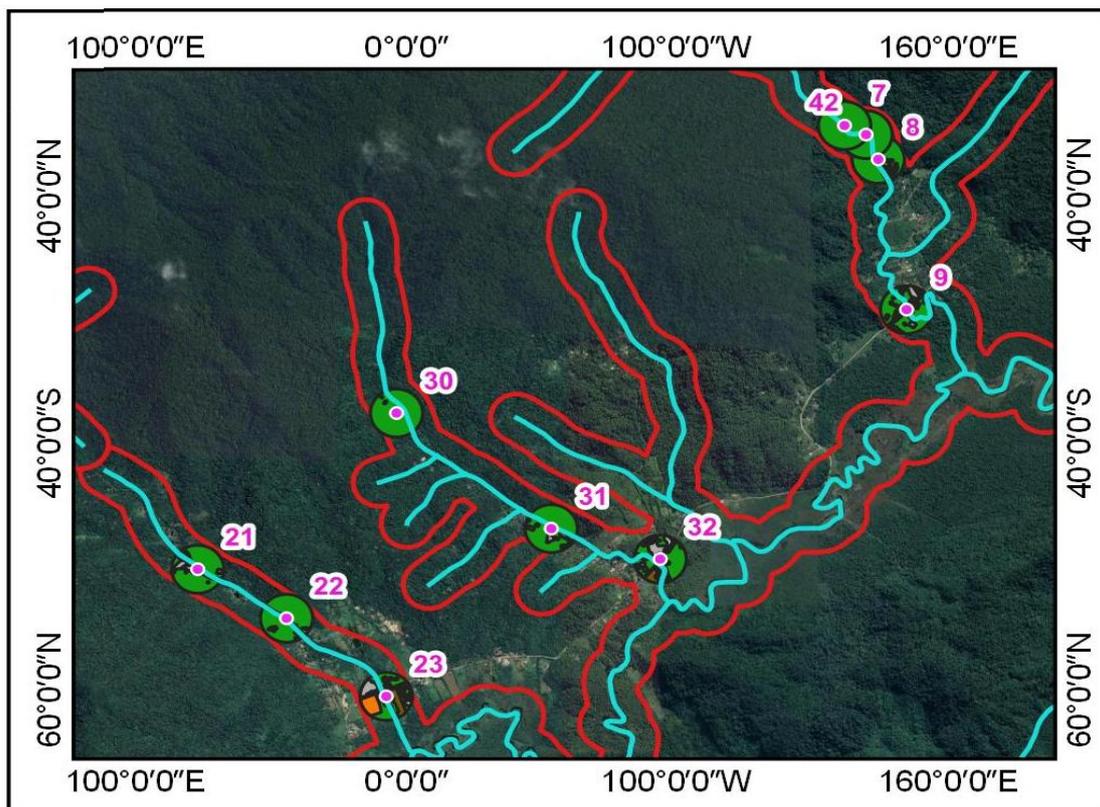


Figura 3: Uso e Ocupação do solo da microbacia do Rio Aguapeú.

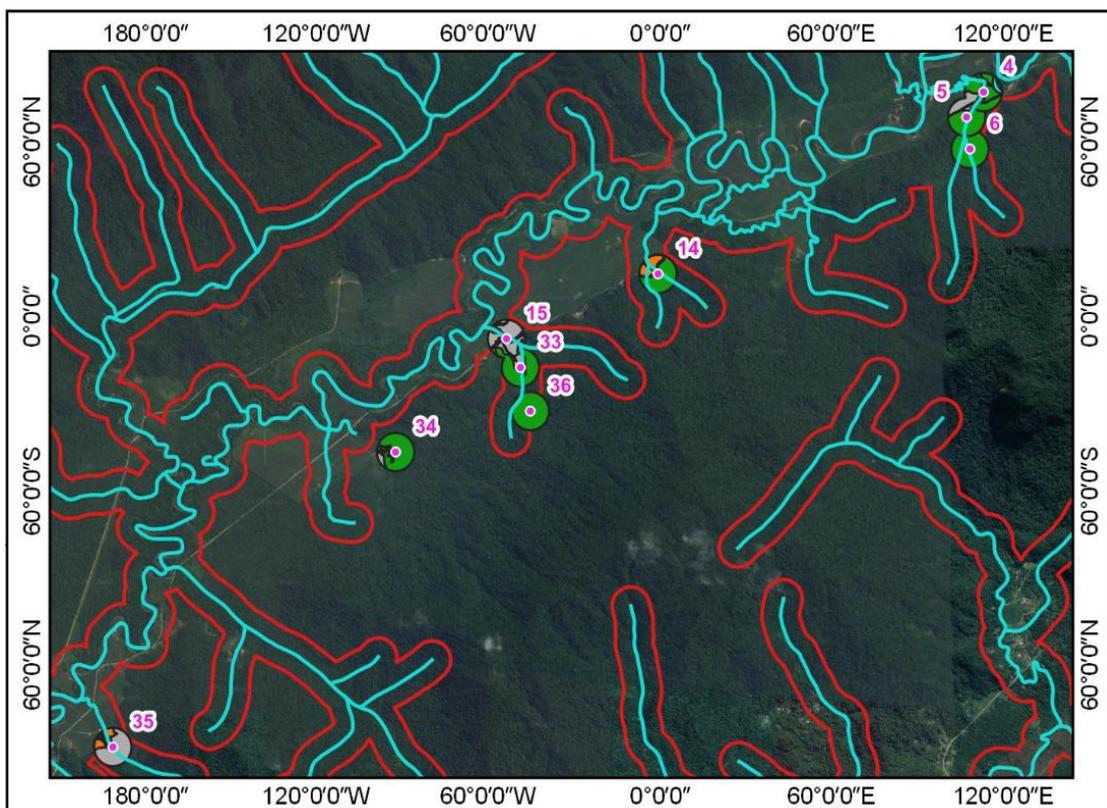


Figura 4: Uso e Ocupação do solo da microbacia do Rio Branco.

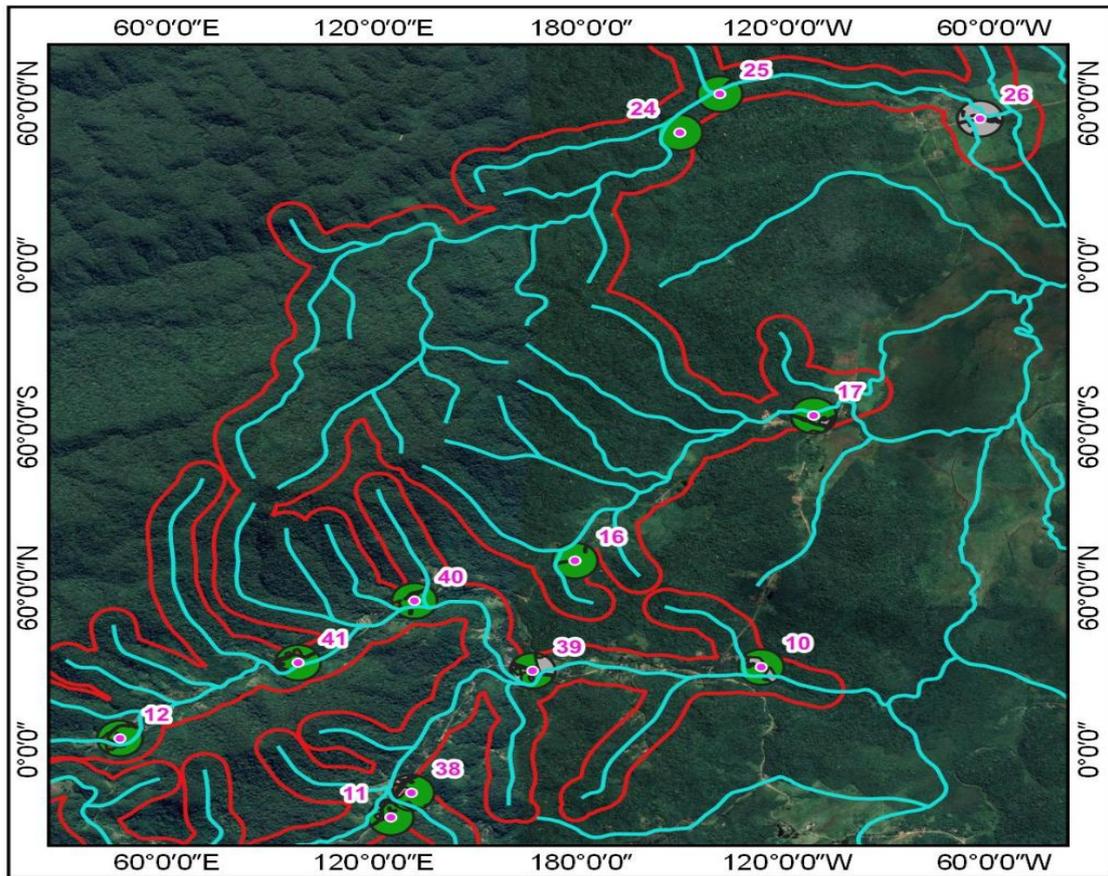


Figura 5: Uso e Ocupação do solo da microbacia do Rio Preto.

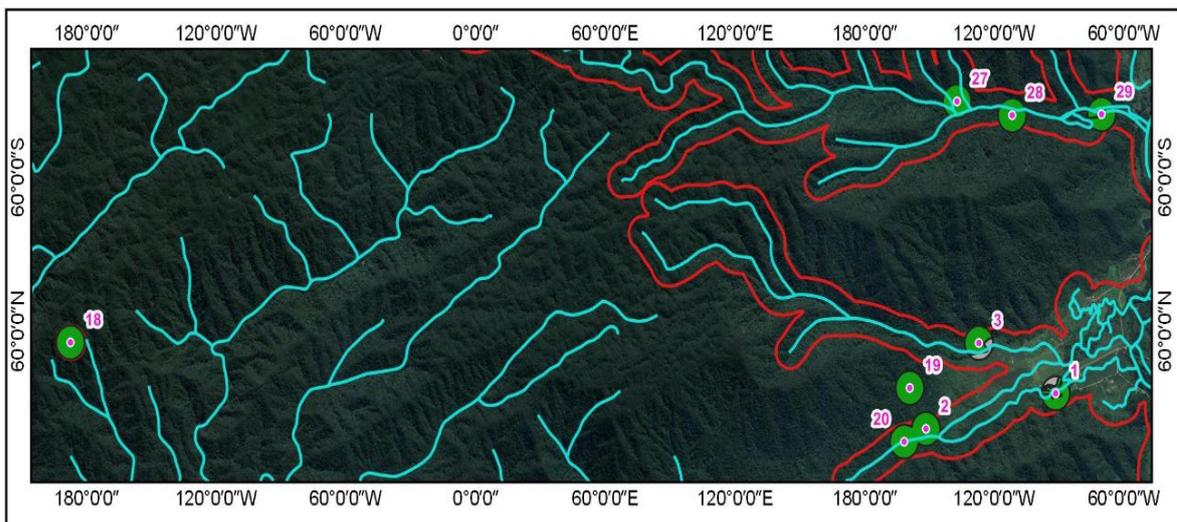


Figura 6: Uso e Ocupação do solo da microbacia do Rio Mambu.

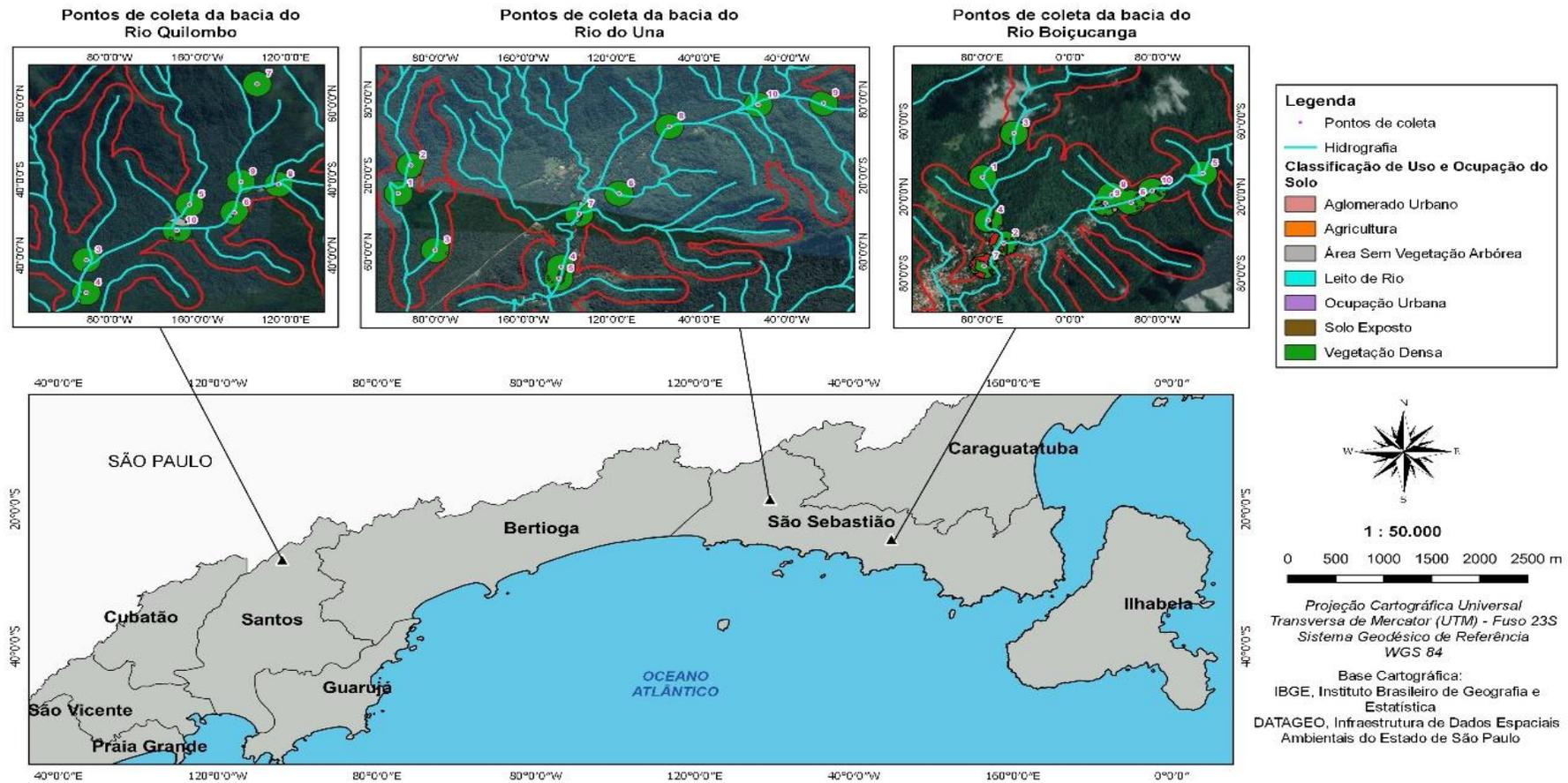


Figura 7: Mapa de uso e ocupação do solo das bacias hidrográficas dos Rios Quilombo, Una e Boiçunganga

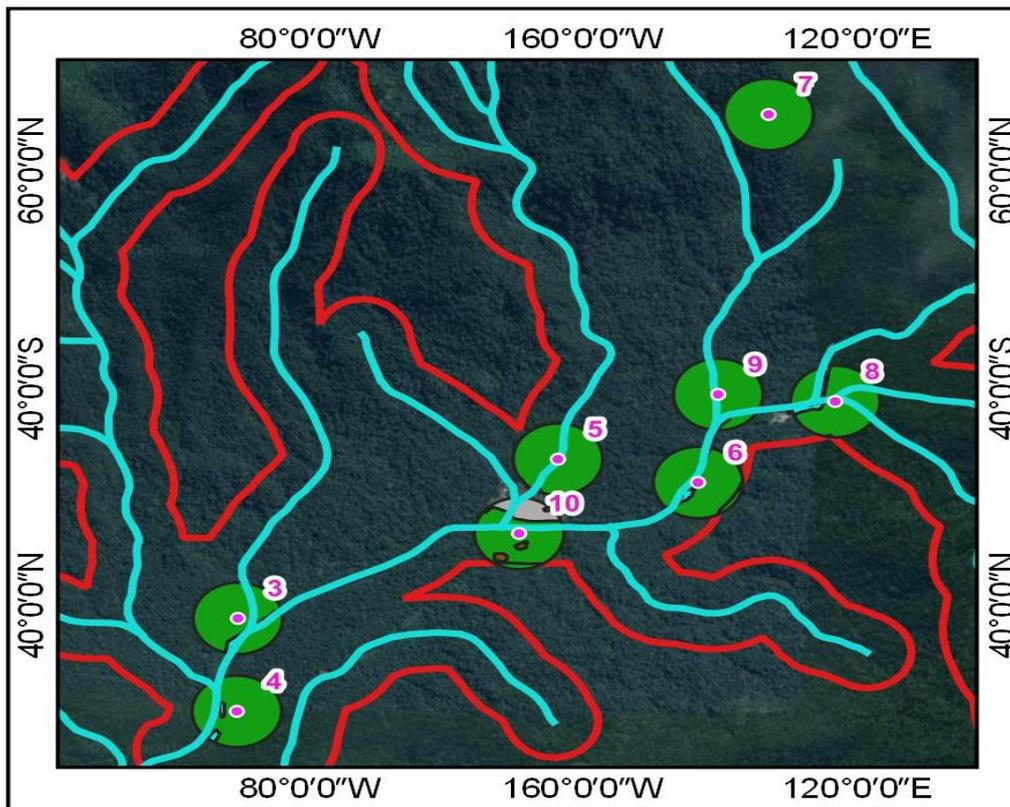


Figura 8: Uso e Ocupação do solo da Bacia do Rio Quilombo.

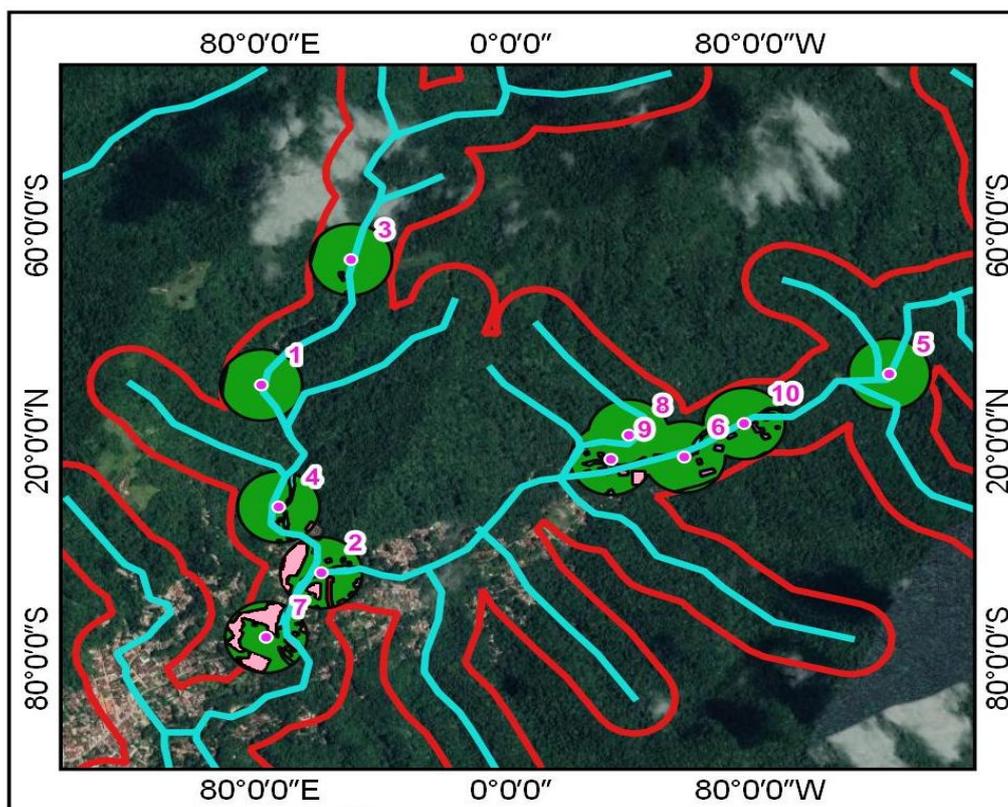


Figura 9: Uso e Ocupação do solo da Bacia do Rio Boiçucanga.

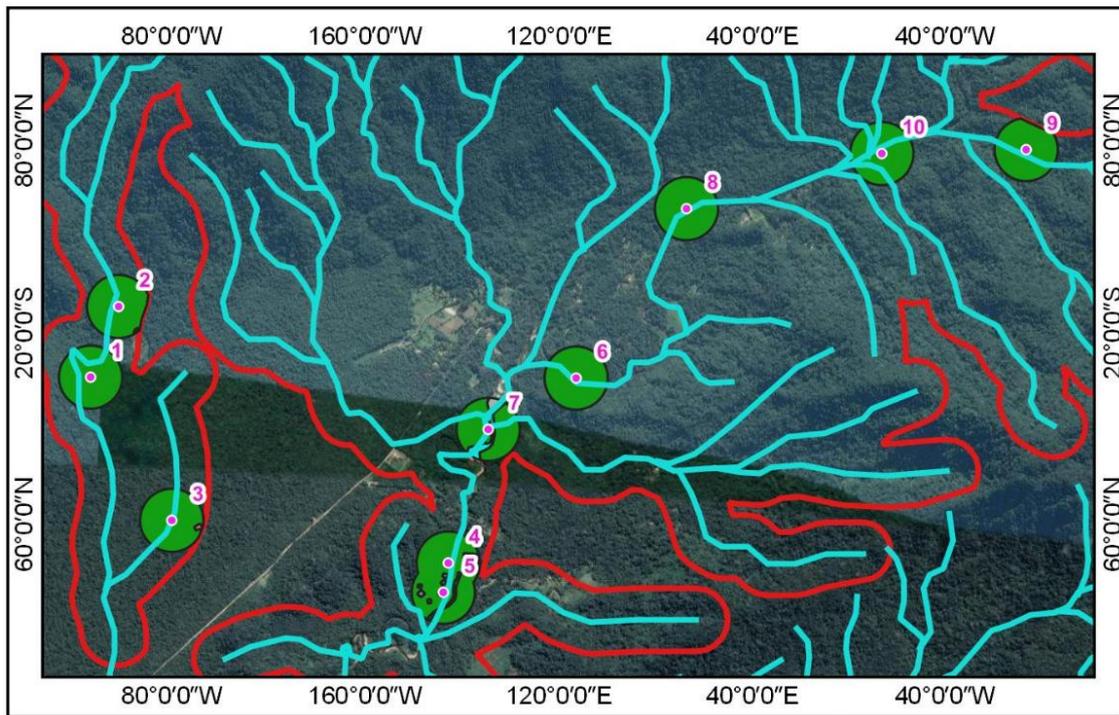


Figura 10: Uso e Ocupação do solo da Bacia do Rio Una.

2.3.2. Índice de integridade biótica

Para o cálculo do índice de integridade biótica (IIB), foram selecionadas 20 métricas relacionadas a riqueza, abundância, composição trófica e uso do habitat. A seleção das métricas para compor o IIB foi feita com base nos critérios de variabilidade, resposta às variáveis ambientais e redundância (Tabela 2).

Tabela 2: Métricas pré-selecionadas para compor o índice de integridade biótica.

Tipo de métrica	Métricas
Diversidade	Índice de diversidade de Shannon Índice de Berger-Parker
Riqueza e Abundância	Abundância Riqueza % de indivíduos de Characiformes % de indivíduos de Siluriformes % de indivíduos de Cyprinodontiformes % de indivíduos de Gymnotiformes % de indivíduos de Perciformes % de indivíduos de Synbranchiformes % de indivíduos de Characiformes e Siluriformes
Composição trófica	% de indivíduos detritívoros % de indivíduos invertívoros % de indivíduos onívoros % de indivíduos carnívoros
Habitat	% de indivíduos de coluna d'água % de indivíduos bentônicos % de indivíduos de poço % de indivíduos de área intermediária % de indivíduos de corredeira

Na primeira etapa, o teste de variabilidade foi aplicado para identificar métricas que apresentavam mais de 80% dos valores idênticos (PRUDENTE *et*

al., 2018). Na segunda etapa foi aplicado o teste de correlação de Spearman para verificar a existência de correlação entre a média ponderada dos dados de uso e ocupação do solo e as métricas relacionadas à ictiofauna. Valores de $r > 0,70$ e $r < -0,70$ foram descartados (CETRA e FERREIRA, 2016; POLAZ *et al.*, 2017; COOPER *et al.*, 2018). A terceira etapa consistiu em identificar métricas que expressavam o mesmo tipo de informação, ou seja, eram redundantes. Foi aplicada novamente a correlação de Spearman, com a eliminação de métricas que apresentassem valores de $r > 0,70$ e $r < -0,70$ (WHITTIER *et al.*, 2007; FERREIRA *et al.*, 2015; POLAZ *et al.*, 2017).

As métricas finais tiveram seus valores divididos em quartis, sendo que valores abaixo de 25% receberam pontuação de 1; valores entre 25% e 75% receberam pontuação de 3 e valores acima de 75% receberam pontuação de 5 (KARR, 1991; ARAUJO, 1998; CETRA e FERREIRA, 2016; POLAZ *et al.*, 2017).

Após o cálculo do índice de integridade biótica e do índice de distúrbio, foi aplicado o teste de correlação de Spearman para medir o grau de correlação entre eles e verificar se essa correlação era positiva ou negativa. A Análise de Variância (ANOVA) foi utilizada para verificar se os valores IIB diferiam entre as quatro bacias hidrográficas e entre as quatro microbacias do Rio Itanhaém. Complementando os resultados da ANOVA, foi aplicado o Teste de Tukey para identificar quais locais apresentavam diferenças significativas.

3. Resultados

Foram coletados 6503 peixes, distribuídos em 6 ordens, 15 famílias e 43 espécies. A maior riqueza foi representada pelas ordens Siluriformes (18 espécies, 41,8%) e Characiformes (13 espécies, 30,2%), representando 72% do total de espécies amostradas. As espécies mais abundantes foram *Characidium japuhybense*, *Deuterodon iguape*, *Kronichthys heylandi* e *Rhamdioglanis transfasciatus*, representando 56,9% da abundância total (Tabelas 3 e 4).

A bacia hidrográfica do Rio Itanhaém foi o local com maior abundância de peixes, totalizando 51,3% dos espécimes coletados. A menos abundante foi a bacia hidrográfica do Rio Quilombo, com apenas 8,3% (Tabela 4).

Tabela 3: Classificação das espécies da ictiofauna coletadas nas bacias hidrográficas estudadas, conforme BUCKUP *et al.* (2007).

Ordem	Família	Espécie
Characiformes	Characidae	<i>Bryconamericus microcephalus</i> (Miranda Ribeiro, 1908)
		<i>Deuterodon iguape</i> Eigenmann, 1907
		<i>Hollandichthys multifasciatus</i> (Eigenmann & Norris, 1900)
		<i>Hyphessobrycon reticulatus</i> Ellis, 1911
		<i>Mimagoniates microlepis</i> Steindachner, 1877
		<i>Oligosarcus hepsetus</i> (Cuvier, 1829)
	Crenuchidae	<i>Characidium japyhybense</i> Travassos, 1949 <i>Characidium</i> spp.
	Curimatidae	<i>Cyphocharax gilbert</i> (Quoy & Gaimard, 1824)
	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)
Cyprinodontiformes	Rivulidae	<i>Atlantirivulus santensis</i> Köhler, 1906
	Poeciliidae	<i>Phalloceros</i> spp.
Gymnotiformes	Gymnotidae	<i>Gymnotus pantherinus</i> (Steindachner, 1908)
		<i>Gymnotus sylvius</i> Albert & Fernandes-Matioli, 1999
Perciformes	Cichlidae	<i>Crenicichla iguapina</i> Kullander & Lucena, 2006
		<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)
	Eleotridae	<i>Eleotris</i> sp.
	Gobiidae	<i>Awaous tajasica</i> (Lichtenstein, 1822)
		<i>Ctenogobius shufeldti</i> (Jordan & Eigenmann, 1887)
Siluriformes	Callichthyidae	<i>Scleromystax barbatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)
		<i>Acentronichthys leptos</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889
		<i>Pimelodella transitoria</i> Miranda Ribeiro, 1907
	Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard in Freycinet, 1824)
		<i>Rhamdioglanis transfasciatus</i> Miranda Ribeiro, 1908
	Loricariidae	<i>Ancistrus multispinis</i> (Regan, 1912)
		<i>Kronichthys heylandi</i> (Boulenger, 1900)
		<i>Rineloricaria</i> sp
		<i>Schizolecis guntheri</i> (Miranda Ribeiro, 1918)
		<i>Trichomycterus zonatus</i> (Eigenmann, 1918)
Trichomycteridae	<i>Trichomycterus iheringi</i> (Eigenmann, 1917)	
	<i>Trichomycterus</i> spp.	
Synbranchiformes	Synbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1785

Tabela 4: Abundância da ictiofauna em cada bacia hidrográfica.

Espécie	Itanhaém	Quilombo	Boiçucanga	Una	Total
<i>Bryconamericus microcephalus</i>	32	-	-	23	55
<i>Deuterodon iguape</i>	443	8	-	261	712
<i>Hollandichthys multifasciatus</i>	72	24	12	11	119
<i>Hyphessobrycon reticulatus</i>	1	-	-	-	1
<i>Mimagoniates microlepis</i>	181	2	-	361	544
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	1	-	-	-	1
<i>Characidium japyhybense</i>	529	119	1	94	743
<i>Characidium</i> spp.	160	-	1	36	197
<i>Cyphocharax gilbert</i>	-	-	-	4	4
<i>Hoplias malabaricus</i>	1	-	1	1	3
<i>Atlantirivulus santensis</i>	-	-	-	2	2
<i>Phalloceros</i> spp.	201	-	133	180	514
<i>Gymnotus pantherinus</i>	21	16	11	21	69
<i>Gymnotus sylvius</i>	1	-	-	-	1
<i>Crenicichla iguapina</i>	14	-	-	-	14
<i>Geophagus brasiliensis</i>	7	5	1	12	25
<i>Eleotris</i> sp.	-	-	3	1	4
<i>Awaous tajasica</i>	5	-	91	16	112
<i>Ctenogobius shufeldti</i>	-	-	9	1	10
<i>Scleromystax barbatus</i>	111	28	-	43	182
<i>Acentronichthys leptos</i>	1	8	2	11	22
<i>Pimelodella transitoria</i>	24	11	-	-	35
<i>Rhamdia quelen</i>	10	13	-	14	37
<i>Rhamdioglanis transfasciatus</i>	343	103	194	100	740
<i>Ancistrus multispinis</i>	16	2	-	-	18
<i>Kronichthys heylandi</i>	768	158	63	519	1508
<i>Rinecolaria</i> sp.	31	31	-	13	75
<i>Schizolecis guntheri</i>	234	11	51	114	410
<i>Trichomycterus zonatus</i>	125	2	174	16	317
<i>Trichomycterus iheringi</i>	6	-	-	-	6
<i>Trichomycterus</i> spp.	4	-	-	8	12
<i>Synbranchus marmoratus</i>	3	1	-	7	11
Abundância total	3345	542	747	1869	6503

O teste de variabilidade resultou na exclusão de apenas 1 métrica: número de Synbranchiformes. O teste de Spearman foi aplicado em dois momentos. Primeiramente correlacionou-se as métricas com o índice de distúrbio, resultando na eliminação de 12 métricas não relacionadas ao nível de

alteração do entorno: Riqueza, Abundância, porcentagem de indivíduos Siluriformes, porcentagem de Gymnotiformes, porcentagem de indivíduos de coluna d'água, porcentagem de indivíduos bentônicos, porcentagem de indivíduos detritívoros, porcentagem de indivíduos invertívoros, porcentagem de indivíduos onívoros, porcentagem de indivíduos carnívoros, porcentagem de indivíduos de área intermediária e porcentagem de indivíduos de corredeira. Posteriormente, o teste de Spearman foi utilizado para eliminar 3 métricas redundantes: Índice de Shannon, porcentagem de indivíduos Characiformes e Siluriformes e porcentagem de indivíduos de poço (Tabela 5).

Tabela 5: Métricas selecionadas para o cálculo do IIB (✓) e indicação das métricas excluídas nos critérios de variabilidade (1), responsividade (2) e redundância (3).

Tipo de métrica	Métricas	Teste de exclusão
Diversidade	Índice de diversidade de Shannon	3
	Índice de Berger-Parker	✓
Riqueza e Abundância	Abundância	2
	Riqueza	2
	% de indivíduos de Characiformes	✓
	% de indivíduos de Siluriformes	2
	% de indivíduos de Cyprinodontiformes	✓
	% de indivíduos de Gymnotiformes	2
	% de indivíduos de Perciformes	✓
	% de indivíduos de Synbranchiformes	1
% de indivíduos de Characiformes e Siluriformes	3	
Composição trófica	% de indivíduos detritívoros	2
	% de indivíduos invertívoros	2
	% de indivíduos onívoros	2
	% de indivíduos carnívoros	2
Habitat	% de indivíduos de coluna d'água	2
	% de indivíduos bentônicos	2
	% de indivíduos de poço	3
	% de indivíduos de área intermediária	2
	% de indivíduos de corredeira	2

O índice final foi composto de: Índice de Berger-Parker, porcentagem de indivíduos Characiformes, porcentagem de indivíduos Cyprinodontiformes e porcentagem de indivíduos Perciformes (Tabela 6)

Tabela 6: Descrição de cada categoria e valores do índice de integridade biótica.

Categoria	Pontuação	Descrição
Boa	16 – 20	Alto índice de Berger-Parker e muitos indivíduos Characiformes. Ausência de Cyprinodontiformes e Perciformes.
Regular	10-15	Valores intermediários do índice de Berger-Parker, de indivíduos Characiformes, Cyprinodontiformes e Perciformes.
Ruim	4-9	Baixo índice de Berger-Parker e baixa quantidade de indivíduos Characiformes. Maior quantidade de indivíduos Cyprinodontiformes e Perciformes

De modo geral, o índice de integridade biótica apontou que a qualidade ambiental estava boa na maioria dos pontos amostrados nas bacias hidrográficas dos rios Itanhaém, Quilombo e Una (Apêndices A, B e C). Já na bacia hidrográfica do Rio Boiçucanga, a qualidade ambiental foi considerada ruim na maioria dos pontos amostrados (Apêndice D).

Dos 42 pontos amostrados na bacia hidrográfica do Rio Itanhaém, o IIB indicou que 50% apresentaram uma qualidade boa (20 riachos), 45% apresentaram uma qualidade regular (18 riachos) e somente 5% apresentaram uma qualidade ruim (2 riachos). Em dois riachos não foram encontrados peixes e, portanto, não foram incluídos no cálculo do IIB.

Das quatro microbacias do Rio Itanhaém estudadas, observou-se que a Microbacia do Rio Aguapéú apresentou os melhores resultados de IIB, com 90% dos pontos em boas condições (9 riachos) e 10% em condições regulares (1 riacho). O único ponto que apresentou qualidade regular foi o que possuía mais áreas de solo exposto e sem vegetação arbórea (Ponto 32). A microbacia do Rio Mambu apresentou 66,6% dos riachos em condições regulares (6 riachos) e 33,4% em boas condições (3 riachos). A microbacia do Rio Branco apresentou 44,4% dos pontos com condições regulares (5 riachos) e 55,6%

dos pontos em boas condições (4 riachos). Por último, a microbacia do Rio Preto apresentou 50% dos riachos em condições regulares (6 riachos), 33,3% em boas condições (4 riachos) e 16,7% em condições ruins (2 riachos). Os valores de média, desvio padrão e IIB em cada microbacia estão representados na Tabela 7.

Tabela 7: Informações relevantes sobre o IIB de cada microbacia hidrográfica do Rio Itanhaém.

Microbacia	Média IIB	Desvio Padrão IIB	IIB mínimo	IIB máximo
Aguapeú	16,4	2,63	10	20
Branco	14	3,74	10	20
Mambu	14	2,0	10	16
Preto	12,3	3,79	4	16

Em dois pontos do Quilombo também não foram encontrados peixes, portanto não foi calculado o IIB para esses locais. Dos 8 pontos restantes, o IIB apontou que a qualidade de 75% dos riachos era boa (6 riachos) e 25% era regular (2 riachos). Dos 10 pontos amostrados no Rio Boiçucanga, o IIB indicou que 60% dos riachos apresentaram qualidade ruim (6 riachos), 10% com qualidade regular (1 riachos) e 30% com qualidade boa (3 riachos). Dos 10 pontos amostrados no Rio Una, o IIB indicou que 50% estavam com qualidade boa (5 riachos), 40% com qualidade regular (4 riachos) e 10% com qualidade ruim (1 riacho).

Os valores de média, desvio padrão e IIB em cada bacia hidrográfica estão representados na Tabela 8.

Tabela 8: Informações relevantes sobre o IIB de cada bacia hidrográfica.

Bacia	Média IIB	Desvio Padrão IIB	IIB mínimo	IIB máximo
Itanhaém	14,1	0,54	4	20
Quilombo	16	0,53	14	18
Boiçucanga	9,2	1,89	4	20
Una	14	1,19	8	18

Os mapas de uso e ocupação do solo de todas as bacias hidrográficas indicaram que na maioria dos pontos amostrados houve o predomínio da vegetação densa e, em alguns casos, correspondeu à totalidade da área analisada (Fotos 2 a 10). Áreas sem vegetação arbórea ou com solo exposto

também foram encontradas em pontos de todas as bacias hidrográficas. Áreas utilizadas para agricultura foram observadas somente nas bacias hidrográficas dos Rios Itanhaém e Una. Em relação à ocupação urbana (área urbana, aglomerado urbano ou ocupação urbana), verificou-se a presença de construções na maioria dos pontos analisados, exceto na bacia hidrográfica do Rio Quilombo.

O teste de correlação de Spearman indicou que houve correlação negativa entre o IIB e o índice de distúrbio ($r = -0,42$; $p=0,00049$) (Figura 11). A ANOVA e do Teste de Tukey demonstraram que o IIB varia de forma significativa entre a bacia do Rio Boiçucanga e as demais bacias hidrográficas ($p= 0,00140$), conforme figura 12. O IIB também variou de forma significativa entre a microbacia do Rio Aguapeú e as demais microbacias do Rio Itanhaém ($p= 0,04433$), conforme figura 13.

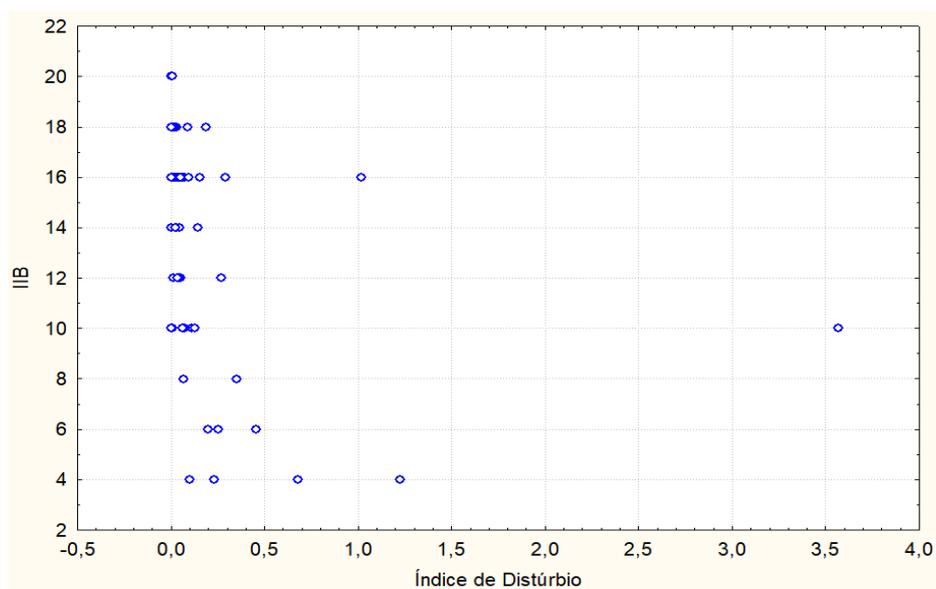


Figura 11: Gráfico de dispersão entre o IIB e o índice de distúrbio

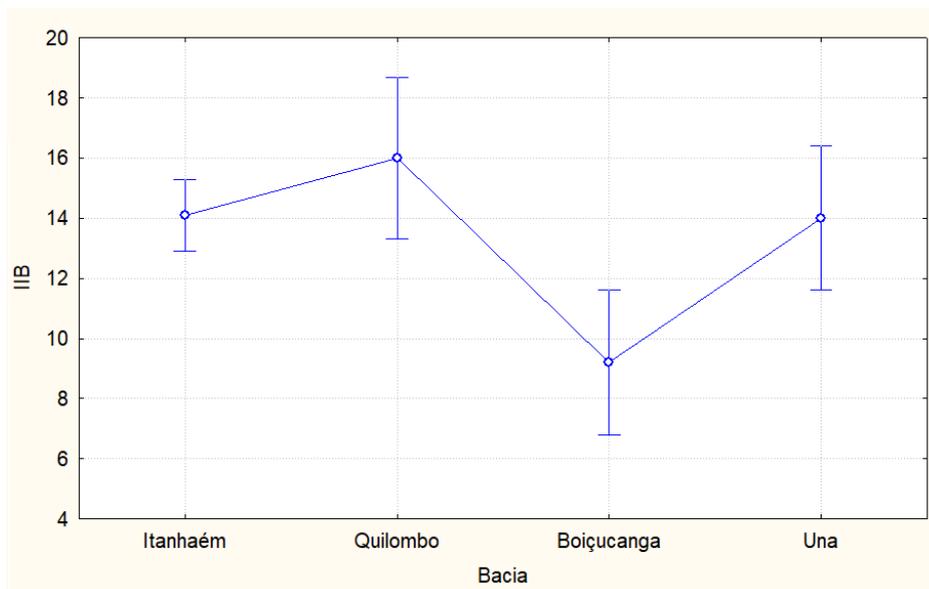


Figura 12: Média e intervalo de confiança para os valores de IIB em cada bacia amostrada.

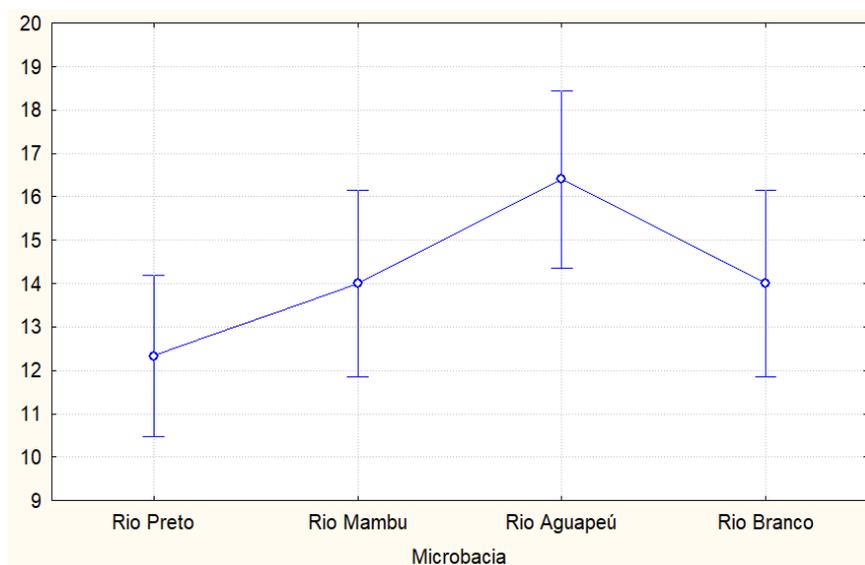


Figura 6: Média e intervalo de confiança para os valores de IIB em cada microbacia do Rio Itanhaém.

4. Discussão

Parte dos pontos de coleta está inserida nos limites do Parque Estadual da Serra do Mar - PESM (Núcleos Curucutu, Itutinga-Pilões e São Sebastião), uma unidade de conservação de proteção integral, sob regime especial de administração, conforme estabelecido por plano de manejo próprio. Os demais

pontos de coletas estão localizados na zona de amortecimento, onde qualquer atividade humana também está sujeita a restrições, com o intuito de minimizar os impactos ambientais negativos na referida unidade de conservação (BRASIL, 2000; SÃO PAULO, 2006).

Em relação à bacia hidrográfica do Rio Itanhaém, a maior parte dos pontos amostrados (21 pontos) está inserida no Núcleo Curucutu do PESH, em locais com pouca ocupação humana, porém com algum grau de desmatamento no entorno, facilitado por vias de acesso não pavimentadas. As microbacias dos rios Aguapeú, Branco, Preto e Mambu vêm sendo impactadas pela construção de moradias e pela agricultura, sendo que esta é uma região historicamente conhecida pelo plantio de banana. Atualmente, pequenos agricultores familiares plantam também palmito pupunha, legumes e verduras. Os impactos da atividade agrícola, além do desmatamento, incluem a poluição da água com fertilizantes sintéticos e agrotóxicos, que podem ocasionar a redução ou eliminação de espécies de peixes mais sensíveis à degradação do habitat (KARR *et al.*, 1985; RODRIGUEZ, 2012).

Na bacia hidrográfica do Rio Quilombo, apenas um ponto de coleta está situado dentro dos limites do PESH (Núcleo Itutinga-Pilões); os demais estão localizados na zona de amortecimento desta unidade de conservação. Embora haja uma estrada não pavimentada de 8,5 km até a área de captação da Usiminas, é um local que ainda apresenta uma baixa taxa de ocupação humana, caracterizado por pequenas chácaras e pelo turismo desordenado e esporádico aos finais de semana. Há problemas na coleta de lixo e no fornecimento de saneamento básico para a região (FRANCINI, 2010; GONDEK, 2017). Entretanto, apesar desses impactos antrópicos pontuais, a vegetação ripária na região do Quilombo está bem preservada, influenciando também na boa qualidade ambiental apontada pelo IIB em 6 dos 8 pontos analisados.

A bacia hidrográfica do Rio Boiçucanga apresentou os maiores níveis de ocupação urbana próximos aos pontos de coleta, o que refletiu também na qualidade ruim apontada pelo IIB em 60% dos locais analisados. Os pontos 2 e 7 são os mais densamente povoados e os que apresentaram o menor valor possível do IIB, ou seja, 4. Os resultados “bom” e “regular” encontrados para o IIB correspondem a pontos mais afastados, sem nenhum tipo de ocupação

urbana e estão parcialmente e/ou totalmente inseridos na área do Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo São Sebastião (Pontos 1, 3 e 5).

A bacia hidrográfica do rio Una apresentou os melhores índices de integridade biótica em pontos mais afastados das áreas de ocupações urbanas (Pontos 1, 2, 6, 9 e 10), enquanto o ponto com pior qualidade localizava-se próximo a uma área com o solo exposto, sem vegetação arbórea e próximo a uma estrada. Um impacto antrópico bastante significativo no litoral norte de São Paulo é o adensamento urbano. Nos últimos anos a região tem vivenciado um grande crescimento econômico, ampliação portuária-industrial e expansão imobiliária, com a construção de casas de veraneios de alto padrão e de rede hoteleiras (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2008; JUNIOR *et al.*, 2013; COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO LITORAL NORTE, 2017; SÃO PAULO, 2017).

A relação entre a ocorrência de determinados grupos de peixes e os níveis de degradação ambiental também foi considerada no presente trabalho. Constatou-se que, na maioria dos pontos que apresentavam vegetação ripária bem preservada e boas condições ambientais, houve uma baixa ocorrência de peixes das ordens Perciformes e Cyprinodontiformes, que geralmente são espécies mais tolerantes a alterações ambientais (CASATTI *et al.*, 2009). Já os peixes da ordem Characiformes, que são bastante abundantes em riachos tropicais mais preservados, foram abundantes nesses mesmos pontos (CASTRO *et al.*, 2003; SÚAREZ e PETRERE-JÚNIOR, 2005). Este padrão foi observado em todas as bacias hidrográficas aqui estudadas.

A correlação negativa entre o IIB e o índice de distúrbio indicou que à medida que a vegetação arbórea densa vai sendo degradada e substituída por outros tipos de atividades, a qualidade ambiental vai se deteriorando, apresentando valores decrescentes de IIB. No geral, os riachos do litoral paulista ainda estão em boas condições porque a vegetação ripária também está bem preservada. Portanto, a correlação negativa encontrada neste trabalho não foi alta, mas futuramente pode aumentar conforme ocorrer a degradação da vegetação. Essa alteração do uso do solo a longo prazo pode ocasionar a redução da biodiversidade da biota aquática, pois a remoção da cobertura vegetal influencia no aporte de nutrientes, sombreamento e na quantidade de micro-habitats (HARDING *et al.*, 1998; KUNTSCHIK, 2011).

Em síntese, pontos que apresentaram baixos valores de IIB são áreas

que requerem maior atenção para o monitoramento e a preservação. Os pontos com valores altos de IIB conseguem se recuperar com mais facilidade de perturbações sofridas, sejam elas naturais ou antrópicas (KARR e DUDLEY, 1981). Segundo dados do Governo do Estado de São Paulo (2017) há a previsão de um aumento populacional no litoral paulista na próxima década, o que gerará também uma demanda pela ocupação de novas áreas. Karr e Chu (2000) enfatizam que o adensamento populacional é o fator que mais influencia negativamente na qualidade dos riachos. Alguns autores afirmam que, em alguns casos o dano causado pelo uso do solo pode se tornar tão grave que o reflorestamento de fragmentos de vegetação ripária não seria suficiente para melhorar a qualidade ambiental do riacho, sendo necessária a recuperação de todo o corpo hídrico (HARDING *et al.*, 1998; CASATTI *et al.*, 2009). O IIB pode ser utilizado como uma importante ferramenta de monitoramento aquático, pois permite detectar alterações sutis na biota aquática, como função da modificação no uso do entorno. A eficiência do IIB é enfatizada também em trabalhos recentes de Terra *et al.* (2013), Cetra e Ferreira (2016) Carvalho *et al.* (2017), Polaz *et al.* (2017) e Li *et al.* (2018).

5. Conclusão

Este estudo infere que, embora o uso e a ocupação do solo variem entre as bacias hidrográficas analisadas, as intervenções antrópicas, tais como desmatamento, agricultura e expansão imobiliária vêm afetado negativamente a qualidade ambiental dos riachos costeiros da Baixada Santista e do Litoral Norte do Estado de São Paulo. Em relação às áreas analisadas neste trabalho, onde ainda havia vegetação ripária bem preservada ocorreram os maiores valores do índice de integridade biótica, enquanto as áreas mais degradadas ou com algum grau de ocupação humana apresentaram os menores índices. O Parque Estadual da Serra do Mar e as zonas de amortecimento também contribuem para a manutenção da qualidade ambiental dos riachos estudados, pois são áreas com um alto grau de preservação da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica e são protegidas por legislações ambientais municipais, estaduais e federais, que dispõem de instrumentos de combate às infrações ambientais.

Com a tendência de aceleração do processo de urbanização na região litorânea nos próximos anos, faz-se necessário aumentar a fiscalização e o monitoramento ambiental dos riachos e da vegetação ripária. Esse monitoramento é de vital importância para garantir a continuidade abastecimento futuro de uma população que atualmente já é estimada em 1.500.000 habitantes, dividida entre os municípios da baixada santista e do litoral norte de São Paulo (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2008). O índice de integridade biótica é viável para mensurar o impacto ambiental das intervenções decorrentes do processo de expansão urbana e rural (Construção de moradias, agricultura, atividades industriais e portuárias), preferencialmente correlacionando com informações obtidas através do sensoriamento remoto. Assim, podem ser estabelecidas áreas prioritárias para atuação dos órgãos ambientais competentes.

6. Comprovante de submissão do artigo ao periódico *Oecologia Australis*

Ooecologia australis

OPEN JOURNAL SYSTEMS Ajuda do sistema IDIOMA Seleccione o idioma Português (Brasil) ▼ <input type="button" value="Submeter"/> USUÁRIO Logado como: fabiocopferreira <ul style="list-style-type: none"> Meus periódicos Perfil Sair do sistema NOTIFICAÇÕES <ul style="list-style-type: none"> Visualizar Gerenciar AUTOR Submissões <ul style="list-style-type: none"> Ativo (1) Arquivo (0) Nova submissão CONTEÚDO DA REVISTA Pesquisa <input type="text"/> Escopo da Busca Todos ▼ <input type="button" value="Pesquisar"/> Procurar <ul style="list-style-type: none"> Por Edição Por Autor Por título Outras revistas TAMANHO DE FONTE INFORMAÇÕES <ul style="list-style-type: none"> Para Autores Para Bibliotecários PALAVRAS-CHAVE Antarctic Atlantic Forest Atlantic forest Biodiversity Cerrado Chiroptera Conservation Conservação Mammalia Mata Atlântica Pantanal Rio de Janeiro South America biodiversity conservation dieta fitoplâncton manejo plant ecophysiology riqueza road ecology	CAPA SOBRE PÁGINA DO USUÁRIO PESQUISA ATUAL ANTERIORES NOTÍCIAS PPGE Capa > Usuário > Autor > Submissões > #25540 > Resumo <h2>#25540 Sinopse</h2> RESUMO AVALIAÇÃO EDIÇÃO <h3>Submissão</h3> <table> <tr> <td>Autores</td> <td>Fabio Cop Ferreira</td> </tr> <tr> <td>Título</td> <td>ÍNDICE DE INTEGRIDADE BIÓTICA DA ICTIOFAUNA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA BAIXADA SANTISTA E LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO</td> </tr> <tr> <td>Documento original</td> <td>25540-62651-3-SM.DOCX 2019-05-21</td> </tr> <tr> <td>Docs. sup.</td> <td>25540-62652-1-SP.DOCX 2019-05-21 INCLUIR DOCUMENTO SUPLEMENTAR 25540-62653-1-SP.JPG 2019-05-21 25540-62654-1-SP.JPG 2019-05-21 25540-62655-1-SP.PNG 2019-05-21 25540-62656-1-SP.PNG 2019-05-21 25540-62657-1-SP.PNG 2019-05-21</td> </tr> <tr> <td>Submetido por</td> <td>Fabio Cop Ferreira </td> </tr> <tr> <td>Data de submissão</td> <td>maio 21, 2019 - 09:44</td> </tr> <tr> <td>Seção</td> <td>Artigos</td> </tr> <tr> <td>Editor</td> <td>Nenhum(a) designado(a)</td> </tr> </table> <hr/> <h3>Situação</h3> <table> <tr> <td>Situação</td> <td>Aguardando designação</td> </tr> <tr> <td>Iniciado</td> <td>2019-05-21</td> </tr> <tr> <td>Última alteração</td> <td>2019-05-21</td> </tr> </table> <hr/> <h3>Metadados da submissão</h3> EDITAR METADADOS <h4>Autores</h4> <table> <tr> <td>Nome</td> <td>Fabio Cop Ferreira </td> </tr> <tr> <td>Instituição/Afiliação</td> <td>Departamento de Ciências do Mar Universidade Federal de São Paulo – Campus Baixada Santista</td> </tr> <tr> <td>País</td> <td>Brasil</td> </tr> <tr> <td>Resumo da Biografia</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Contato principal para correspondência.</td> <td>—</td> </tr> </table> <h4>Título e Resumo</h4> <table> <tr> <td>Título</td> <td>ÍNDICE DE INTEGRIDADE BIÓTICA DA ICTIOFAUNA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA BAIXADA SANTISTA E LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO</td> </tr> <tr> <td>Resumo</td> <td>As bacias hidrográficas costeiras são importantes para o desenvolvimento socioeconômico do litoral paulista, devido aos usos múltiplos das águas. A urbanização e a expansão portuária, industrial e agrícola têm causado o desmatamento da mata ciliar, expondo o solo à erosão, alterando o aporte de matéria orgânica particulada, nutrientes e poluentes para os rios e afetando também a biota aquática. O índice de integridade biótica (IIB) analisa múltiplos parâmetros relacionados à composição trófica, riqueza, diversidade de habitat e abundância da ictiofauna, correlacionando-os com intervenções antrópicas no entorno dos rios, para mensurar a qualidade da água. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade ambiental dos rios das bacias hidrográficas costeiras da baixada santista e do litoral norte do estado de São Paulo, por meio da análise do índice de integridade biótica. A coleta de peixes foi realizada em 72 pontos de 4 bacias hidrográficas e posteriormente foram calculadas métricas para compor o IIB. O IIB apontou uma qualidade boa nas bacias hidrográficas de Itanhaém, Quilombo e Una e uma qualidade ruim em Boiçucanga. Embora o uso e a ocupação do solo variem entre as bacias hidrográficas analisadas, as intervenções antrópicas vêm afetando negativamente a qualidade ambiental dos rios costeiros de São Paulo. Com a tendência de aceleração do processo de urbanização na região litorânea nos próximos anos, faz-se necessário aumentar a fiscalização e o monitoramento ambiental dos corpos hídricos e da vegetação ripária.</td> </tr> </table> <hr/> <h4>Indexação</h4> <table> <tr> <td>Área e sub-área do Conhecimento</td> <td>Ecologia, Ecologia aplicada</td> </tr> <tr> <td>Palavras-chave</td> <td>biomonitoramento, índice multimétrico, peixes, rios</td> </tr> <tr> <td>Geo-espacial</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Cronológica ou histórica</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Características da amostragem da pesquisa</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Tipo, método ou ponto de vista</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Idioma</td> <td>pt</td> </tr> </table>	Autores	Fabio Cop Ferreira	Título	ÍNDICE DE INTEGRIDADE BIÓTICA DA ICTIOFAUNA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA BAIXADA SANTISTA E LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO	Documento original	25540-62651-3-SM.DOCX 2019-05-21	Docs. sup.	25540-62652-1-SP.DOCX 2019-05-21 INCLUIR DOCUMENTO SUPLEMENTAR 25540-62653-1-SP.JPG 2019-05-21 25540-62654-1-SP.JPG 2019-05-21 25540-62655-1-SP.PNG 2019-05-21 25540-62656-1-SP.PNG 2019-05-21 25540-62657-1-SP.PNG 2019-05-21	Submetido por	Fabio Cop Ferreira 	Data de submissão	maio 21, 2019 - 09:44	Seção	Artigos	Editor	Nenhum(a) designado(a)	Situação	Aguardando designação	Iniciado	2019-05-21	Última alteração	2019-05-21	Nome	Fabio Cop Ferreira 	Instituição/Afiliação	Departamento de Ciências do Mar Universidade Federal de São Paulo – Campus Baixada Santista	País	Brasil	Resumo da Biografia	—	Contato principal para correspondência.	—	Título	ÍNDICE DE INTEGRIDADE BIÓTICA DA ICTIOFAUNA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA BAIXADA SANTISTA E LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO	Resumo	As bacias hidrográficas costeiras são importantes para o desenvolvimento socioeconômico do litoral paulista, devido aos usos múltiplos das águas. A urbanização e a expansão portuária, industrial e agrícola têm causado o desmatamento da mata ciliar, expondo o solo à erosão, alterando o aporte de matéria orgânica particulada, nutrientes e poluentes para os rios e afetando também a biota aquática. O índice de integridade biótica (IIB) analisa múltiplos parâmetros relacionados à composição trófica, riqueza, diversidade de habitat e abundância da ictiofauna, correlacionando-os com intervenções antrópicas no entorno dos rios, para mensurar a qualidade da água. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade ambiental dos rios das bacias hidrográficas costeiras da baixada santista e do litoral norte do estado de São Paulo, por meio da análise do índice de integridade biótica. A coleta de peixes foi realizada em 72 pontos de 4 bacias hidrográficas e posteriormente foram calculadas métricas para compor o IIB. O IIB apontou uma qualidade boa nas bacias hidrográficas de Itanhaém, Quilombo e Una e uma qualidade ruim em Boiçucanga. Embora o uso e a ocupação do solo variem entre as bacias hidrográficas analisadas, as intervenções antrópicas vêm afetando negativamente a qualidade ambiental dos rios costeiros de São Paulo. Com a tendência de aceleração do processo de urbanização na região litorânea nos próximos anos, faz-se necessário aumentar a fiscalização e o monitoramento ambiental dos corpos hídricos e da vegetação ripária.	Área e sub-área do Conhecimento	Ecologia, Ecologia aplicada	Palavras-chave	biomonitoramento, índice multimétrico, peixes, rios	Geo-espacial	—	Cronológica ou histórica	—	Características da amostragem da pesquisa	—	Tipo, método ou ponto de vista	—	Idioma	pt
Autores	Fabio Cop Ferreira																																																		
Título	ÍNDICE DE INTEGRIDADE BIÓTICA DA ICTIOFAUNA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA BAIXADA SANTISTA E LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO																																																		
Documento original	25540-62651-3-SM.DOCX 2019-05-21																																																		
Docs. sup.	25540-62652-1-SP.DOCX 2019-05-21 INCLUIR DOCUMENTO SUPLEMENTAR 25540-62653-1-SP.JPG 2019-05-21 25540-62654-1-SP.JPG 2019-05-21 25540-62655-1-SP.PNG 2019-05-21 25540-62656-1-SP.PNG 2019-05-21 25540-62657-1-SP.PNG 2019-05-21																																																		
Submetido por	Fabio Cop Ferreira 																																																		
Data de submissão	maio 21, 2019 - 09:44																																																		
Seção	Artigos																																																		
Editor	Nenhum(a) designado(a)																																																		
Situação	Aguardando designação																																																		
Iniciado	2019-05-21																																																		
Última alteração	2019-05-21																																																		
Nome	Fabio Cop Ferreira 																																																		
Instituição/Afiliação	Departamento de Ciências do Mar Universidade Federal de São Paulo – Campus Baixada Santista																																																		
País	Brasil																																																		
Resumo da Biografia	—																																																		
Contato principal para correspondência.	—																																																		
Título	ÍNDICE DE INTEGRIDADE BIÓTICA DA ICTIOFAUNA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA BAIXADA SANTISTA E LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO																																																		
Resumo	As bacias hidrográficas costeiras são importantes para o desenvolvimento socioeconômico do litoral paulista, devido aos usos múltiplos das águas. A urbanização e a expansão portuária, industrial e agrícola têm causado o desmatamento da mata ciliar, expondo o solo à erosão, alterando o aporte de matéria orgânica particulada, nutrientes e poluentes para os rios e afetando também a biota aquática. O índice de integridade biótica (IIB) analisa múltiplos parâmetros relacionados à composição trófica, riqueza, diversidade de habitat e abundância da ictiofauna, correlacionando-os com intervenções antrópicas no entorno dos rios, para mensurar a qualidade da água. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade ambiental dos rios das bacias hidrográficas costeiras da baixada santista e do litoral norte do estado de São Paulo, por meio da análise do índice de integridade biótica. A coleta de peixes foi realizada em 72 pontos de 4 bacias hidrográficas e posteriormente foram calculadas métricas para compor o IIB. O IIB apontou uma qualidade boa nas bacias hidrográficas de Itanhaém, Quilombo e Una e uma qualidade ruim em Boiçucanga. Embora o uso e a ocupação do solo variem entre as bacias hidrográficas analisadas, as intervenções antrópicas vêm afetando negativamente a qualidade ambiental dos rios costeiros de São Paulo. Com a tendência de aceleração do processo de urbanização na região litorânea nos próximos anos, faz-se necessário aumentar a fiscalização e o monitoramento ambiental dos corpos hídricos e da vegetação ripária.																																																		
Área e sub-área do Conhecimento	Ecologia, Ecologia aplicada																																																		
Palavras-chave	biomonitoramento, índice multimétrico, peixes, rios																																																		
Geo-espacial	—																																																		
Cronológica ou histórica	—																																																		
Características da amostragem da pesquisa	—																																																		
Tipo, método ou ponto de vista	—																																																		
Idioma	pt																																																		

21/05/2019

#25540 Sinopse

Agências de fomento
Agências Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (Processo no 2015/18013-7).

Referências
Referências —

This title is indexed in Scopus

2,173 Pageviews
Apr 21st - May 21st



We are also in Facebook! Like our fan page on
(www.facebook.com/OecologiaAustralis)

ISSN 2177-6199

<https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/author/submission/25540>

2/2

7. Referências bibliográficas

ABHIJNA, U. G; KUMAR, A. B. Development and evaluation of fish index of biotic integrity (F-IBI) to assess biological integrity of a tropical lake in Veli-Akkulam, South India. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 5, n. 3, p. 153-164, 2017.

ALVES, P. M. F. *et al.* Caracterização da pesca de emalhe do litoral do estado de São Paulo, Brasil. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 17-27, 2009.

AMARAL, P. G. C. **Contribuição Palinológica ao estudo da evolução do manguezal do Rio Itanhaém, litoral sul de São Paulo**. 2003. 71 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ARAUJO, F. G. Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o Rio Paraíba do Sul. **Rev. Brasil. Biol**, São Carlos, v. 58, n. 4, p. 547-558, 1998.

BASTOS, L. P.; ABILHOA, V. The utilization of the index of biotic integrity for evaluation of water quality: a study case for urban streams of Belem River Basin, Curitiba, Parana. **Revista Estudos de Biologia**, Curitiba, v. 26, n. 55, p. 33-44, abr/jun 2004.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 29 abr. 2019.

BRASIL, Lei Federal nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm>. Acesso em 29 abr. 2019.

BUCKUP, P. A. *et al.* **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007.195 p.

CARVALHO, D. R. *et al.* A fish-based multimetric index for Brazilian savanna streams. **Ecological Indicators**, v. 77, p. 386-396, 2017.

CASATTI, L. *et al.* Stream fish, water and habitat quality in a pasture dominated basin, southeastern **Brazil**. **Braz. J. Biol**, v. 66, n. 2B, p. 681-696, 2006.

CASATTI, L *et al.* A fish-based biotic integrity index for assessment of lowland streams in southeastern Brazil. **Hydrobiologia**, v. 623, p. 173-189, 2009.

CASTRO, R. M. C *et al.* Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do Rio Paranapanema, Sudeste e Sul do Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 3, n.1, 2003.

CETRA, M.; FERREIRA, F. C. Fish-based index of biotic integrity for wadeable streams from atlantic forest of south São Paulo state, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 28, n. 22, 2016.

CIGAGNA, C. **Estudo da taxa de sedimentação (^{210}Pb) e da suscetibilidade natural à erosão na bacia do Rio Itanhaém (SP)**. 2018. 161 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2018.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO LITORAL NORTE. **Plano de Bacias Hidrográficas do Litoral Norte – UGRHI 03**. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-LN/.../relatorio-2ugrhi3.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2019.

CONTI, L. A.; FURTADO, V. V. Geomorfologia da plataforma continental do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 36, n.2, p. 305-312, jun. 2006.

COOPER, M. J. *et al.* An expanded fish-based index of biotic integrity for Great Lakes coastal wetlands. **Environ Monit Assess**, v. 190, n. 580. 2018.

CUNHA, D. G. F. *et al.* Resolução Conama 357/2005: Análise espacial e temporal de não conformidades em rios e reservatórios do estado de São Paulo de acordo com seus enquadramentos. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 159-168, abr/jun 2013.

DATAGEO. Sistema Ambiental Paulista. **Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais** do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em 30 abr. 2019.

DIAS, W. A. **O turismo como desenvolvimento econômico em Itanhaém (SP)**. 2012. 60 p. Monografia (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

FAUSCH, K. D. *et al.* Regional application of an index of biotic integrity based on stream fish communities. **American Fisheries Society**, Bethesda, v. 113, p.39-55, 1984.

FAUSCH, K. D. *et al.* Fish communities as indicators of environmental degradation. **American Fisheries Society**, Bethesda, v.8, p.123-144, 1990.

FERREIRA, C. P.; CASATTI, L. Integridade biótica do Alto Paraná avaliada por meio da comunidade de peixes. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 6, n. 3. 2006.

FERREIRA, F. C.; PETRERE-JÚNIOR, M. The fish zonation of the Itanhaém river basin in the atlantic forest of southeast Brazil. **Hydrobiologia**, v. 636, p. 11-24, 2009.

FERREIRA, F. C. *et al.* Presence of riparian vegetation increases biotic

condition of fish assemblages in two Brazilian reservoirs. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 27, n. 3, p. 289-300, 2015.

FISCH, F. *et al.* Ichthyofauna as indicator of biotic integrity of an estuarine area. **Acta biol. colomb.**, Bogotá, v. 21, n. 1, p. 27-38, jan-abr. 2016.

FRANCINI, R. B. **História natural das borboletas do Vale do Rio Quilombo, Santos, SP.** 2010. E-book editado pelo autor, 1ª edição. Santos, SP. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/270219133_Historia_Natural_das_borboletas_do_Vale_do_Rio_Quilombo_Santos_SP>. Acesso em 25 abr. 2019.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Mar.** Disponível em: <<http://fflorestal.sp.gov.br/pagina-inicial/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/plano-de-manejo-pe-serra-do-mar/>>. Acesso em 27 abr. 2019.

GONDEK, M. B. **Avaliação do uso de borboletas Heliconiinae (Papilionoidea: Nymphalidae) como bioindicadores de impactos antrópicos em remanescentes de Mata Atlântica de Santos, São Paulo, Brasil.** 2017. 73 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2017.

HARDING, J. S. *et al.* Stream biodiversity: The ghost of land use past. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, Washington, v. 95, p. 14843-14847, dez. 1998.

JUNIOR, M. E. *et al.* Crescimento urbano e áreas de risco no litoral Norte de São Paulo. **R. bras. Est. Pop.**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 35-56, jan-jun. 2013.

KARR, J. R.; SCHLOSSER, I. J. **Impact of nearstream vegetation and stream morphology on water quality and stream biota.** Athens: Environmental Protection Agency, 1977.

KARR, J. R. Assessment of Biotic Integrity Using Fish Communities. **Fisheries**, Bethesda, v. 6, n.6, p. 21-27, nov-dez.1981.

KARR, J. R.; DUDLEY, D. R. Ecological perspective on water quality goals. **Environmental Management**, v. 5, n. 1, p. 55-68, 1981.

KARR, J. R. *et al.* Fish communities of Midwestern rivers: a history of degradation. **BioScience**, Oxford, v. 35, n. 2, p. 90-95, feb. 1985.

KARR, J. R. Biological integrity and the goal of environmental legislation: Lessons for conservation biology. **Conservation Biology**, Washington, v. 4, n.3, p. 244-250, set. 1990.

KARR, J. R. Biological Integrity: A long-neglected aspect of water resource management. **Ecological Applications**, Washington, v.1, n.1, p.66-84, fev.

1991.

KARR, J. R. Defining and measuring river health. **Freshwater biology**, v. 41, p. 221-234, 1999.

KARR, J. R.; CHU, E. W. Sustaining living rivers. **Hydrobiologia**, v. 422/423, p. 1-14, 2000.

KAWASHIMA, R. S. *et al.* Modelagem dinâmica espacial como ferramenta para a simulação de cenários da paisagem na região portuária da Baixada Santista. **Bol. Ciênc. Geod., sec. Artigos**, Curitiba, v. 22, n. 4, p. 703-718, out-dez 2016.

KAWASHIMA, R. S. *et al.* Análise das mudanças temporais de cobertura de terra na região portuária da Baixada Santista e a proposição de modelos de dinâmica espacial. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17, 2015, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: INPE, 2015. p. 1082-1089.

KUNTSCHIK, D. P. *et al.* **Cadernos de Educação ambiental: Matas Ciliares**. São Paulo: Ed. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, 2011. 86 p.

LI, T. *et al.* Assessment of ecosystem health of the Yellow River with fish index of biotic integrity. **Hydrobiologia**, v. 814, p. 31-43, 2018.

POLAZ, C. N. M. *et al.* The protected areas system in Brazil as a baseline condition for wetlands management and fish conservancy: the example of the Pantanal National Park. **Neotropical Ichthyology**, Maringá, v. 15, n.3, e170041, p. 1-13, 2017.

PRUDENTE, B. S. *et al.* Using multimetric indices to assess the effect of reduced impact logging on ecological integrity of Amazonian streams. **Ecological Indicators**, v. 91, p.315-323, 2018.

RIBEIRO, A. C. Tectonic history and the biogeography of the freshwater fishes from the coastal drainages of eastern Brazil: an example of faunal evolution associated with a divergent continental margin. **Neotropical Ichthyology**, Maringá, v.4, n.2, p. 225-246, 2006.

ROA-FUENTES, C. A; CASATTI, L. Influence of environmental features at multiple scales and spatial structure on stream fish communities in tropical agricultural region. **Journal of freshwater ecology**, v. 32, n.1, p. 281-295. 2017.

ROCHA, G. A. *et al.* **Cadernos de Educação Ambiental: Recursos Hídricos**. São Paulo: Ed. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, 2011. 106 p.

RODRÍGUEZ, A. C. M. **Mapeamento multitemporal do uso e cobertura do solo do município de São Sebastião-SP, utilizando técnicas de segmentação e classificação de imagens TM-Landsat e HVR-Spot**. 2000. 85 p. Monografia (Especialização) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais,

São José dos Campos, 2000.

RODRIGUEZ, M. E. E. **Programa de Aquisição de alimentos: a inclusão social de pequenos agricultores de Itanhaém (SP)**. 2012. 48 p. Monografia (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

ROTH, N. E. *et al.* Landscape influences on stream biotic integrity assessed at multiple spatial scales. **Landscape Ecology**. v. 11, n.3, p. 141-156, 1996.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Mar**. São Paulo: Instituto Florestal, 2006. 445p. Disponível em <<http://fflorestal.sp.gov.br/pagina-inicial/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planosconcluidos/plano-de-manejo-pe-serra-domar/>>. Acesso em: 01 mai. 2019.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo. **Plano Regional Integrado de Saneamento Básico para a UGRHI 7 – Baixada Santista**. p. 114. 2010. Disponível em <http://www.saneamento.sp.gov.br/PMS/UGRHI07/PRS_UGRHI07.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2019.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de São Sebastião**. 242p. 2012. Disponível em <http://www.saneamento.sp.gov.br/PMS/UGRHI03/PMS_SAO_SEBASTIAO.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2019.

SÃO PAULO (ESTADO). Sistema Estadual de Análise de Dados. **SEADE**. 2017. Disponível em <<http://www.seade.gov.br>>. Acesso em 01 mai. 2019.

SOUZA, C. R. G.; LUNA, G. C. Unidades quaternárias e vegetação nativa de planície costeira e baixa encosta da Serra do Mar no Litoral Norte de São Paulo. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 29, n.1, p. 1-18, 2008.

STARZYNSKI, R; SIMÕES, S. J. Avaliação quantitativa do uso dos recursos hídricos em unidade de conservação: estudo de caso do Parque Estadual da Serra do Mar. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 327-340, mai-ago 2015.

STRAYER, D. L. *et al.* Effects of land cover on stream ecosystems: roles of empirical models and scaling issues. **Ecosystems**, v. 6, p. 407-423, 2003.

SÚAREZ, Y.R.; PETRERE-JÚNIOR, M. Organização das assembleias de peixes em riachos da bacia do rio Iguatemi, Estado do Mato Grosso do Sul. **Acta Sci Biol Sci.**, Maringá, v. 27, n.2, p. 161-167, abr-jun, 2005.

TELES, R. M. S; NOGUEIRA, S. M. B. Influência de programas mundiais na sustentabilidade do turismo em áreas protegidas da região metropolitana da Baixada Santista-SP. **Revista brasileira de ecoturismo**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 152-173, fev-abr 2016.

TERRA, B. F. *et al.* Assessment of biotic condition of atlantic rain forest streams: a fish- based multimetric approach. **Ecological indicators**, v. 34, p. 136-148, 2013.

VAEZA, R. F. *et al.* Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 17, n.1, p.23-29, 2010.

VINHAS, M. C. S. **Aplicação de métodos geofísicos em pontos selecionados no estuário do Rio Itanhaém**. 2014. 73 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências da Universidade de Campinas, Campinas. 2014.

WHITTIER, T. R. *et al.* A structured approach for developing índices of biotic integrity: Three examples from streams and rivers in the western USA. **Transactions of the American Fisheries Society**, Bethesda, v. 136, p. 718-735, 2007.

ZÜNDDT, C. Baixada Santista: uso, expansão e ocupação do solo, estruturação de rede urbana regional e metropolização. In: CUNHA, J.M.P. (Org.). **Novas metrópoles paulistas: população, vulnerabilidade e segregação**. Campinas: Núcleo de Estudos de População, Universidade Estadual de Campinas, 2006. p. 305-363.

Apêndice A – Resultado do IIB em cada ponto amostrado na bacia hidrográfica do Rio Itanhaém.

Ponto	IIB	Classificação IIB
1	12	Regular
2	14	Regular
3	16	Bom
4	12	Regular
5	16	Bom
6	20	Bom
7	16	Bom
8	18	Bom
9	16	Bom
10	10	Regular
11	8	Ruim
12	10	Regular
14	10	Regular
15	14	Regular
16	16	Bom
17	14	Regular
18	14	Regular
19	16	Bom
20	14	Regular
21	16	Bom
22	18	Bom
23	16	Bom
24	16	Bom
25	16	Bom
26	16	Bom
27	14	Regular
28	10	Regular
29	16	Bom
30	20	Bom
31	16	Bom
32	10	Regular
33	18	Bom
34	10	Regular
35	16	Bom
36	10	Regular
38	4	Ruim
39	12	Regular
40	14	Regular
41	12	Regular
42	18	Bom

Apêndice B – Resultado do IIB em cada ponto amostrado na bacia hidrográfica do Rio Quilombo.

Ponto	IIB	Classificação IIB
QUI2016080302	14	Regular
QUI2016080401	18	Bom
QUI2016080402	14	Regular
QUI2016080202	16	Bom
QUI2016080102	16	Bom
QUI2016080101	18	Bom
QUI2016080201	16	Bom
QUI2016080403	16	Bom

Apêndice C – Resultados do IIB em cada ponto amostrado na bacia hidrográfica do Rio Una.

Ponto	IIB	Classificação IIB
UNA 01	16	Bom
UNA 02	18	Bom
UNA 03	14	Regular
UNA 04	10	Regular
UNA 05	12	Regular
UNA 06	16	Bom
UNA 07	8	Ruim
UNA 08	10	Regular
UNA 09	18	Bom
UNA 10	18	Bom

Apêndice D – Resultado do IIB em cada ponto amostrado na bacia hidrográfica do Rio Boiçucanga.

Ponto	IIB	Classificação IIB
BCU01	16	Bom
BCU02	4	Ruim
BCU03	20	Bom
BCU04	6	Ruim
BCU05	10	Regular
BCU06	4	Ruim
BCU07	4	Ruim
BCU08	16	Bom
BCU09	6	Ruim
BCU10	6	Ruim

