

# Índice de Preservação Permanente: Avaliação da proteção legal na Ilha Grande, Angra dos Reis - RJ

*Permanent Preservation Index: Assessment of the legal protection on Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ*

**Juliana Vasconcellos Baptista**  
**Vivian Castilho da Costa**

## Resumo

O presente trabalho é parte da pesquisa para obtenção do título de doutorado, no Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), ainda não concluído, embora alguns resultados possam ser apresentados como primeiro ensaio da aplicação da metodologia, como a identificação da existência de oito tipos de Áreas de Preservação Permanente (APPs), que recobrem aproximadamente 19% da área total da Ilha Grande, ambiente totalmente protegido por Unidades de Conservação (UCs), sendo um excelente laboratório para a pesquisa.

A meta é a construção de um índice ambiental, denominado de Índice de Preservação Permanente (IPP), a partir da análise das legislações que estabelecem limites de proteção ao território, mais especificamente das normativas que versam sobre as APPs na Ilha Grande (estado do Rio de Janeiro). Para tal, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento e o poder analítico dos interpoladores, de forma que o resultado possa apoiar o planejamento, a gestão ou a elaboração de novos instrumentos legais em âmbito nacional, regional e local.

## Palavras-chave

Áreas de Preservação Permanente. Índice. Ilha Grande. Geoprocessamento.

## Abstract

*The present study is part of the research in order to obtain the Doctoral Degree, in the Post Graduation program in Geography of the Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), so not yet completed, although some of the results are presented as a first test of the methodology application, as identifying the existence of eight kinds of Permanent Preservation Areas (PPA) that cover approximately 19% of the total area of the Ilha Grande island even though the island is totally protected by Conservation Unities being an excellent laboratory for the research.*

*The goal of this research is the creation of an environmental index, named as Índice de Preservação Permanente (IPP) – Permant Preservation Index. From the legislative analysis that set limits of territory protection, more especifically of the rules that deal with the Permanent Preservation Areas in Ilha Grande (state of Rio de Janeiro). To make it happen some techniques of geoprocessing were used along with the analytical power of the interpolators so that the result could support the planning, the management or the elaboration of new legal instruments throughout national, regional and local area.*

## Keywords

*Permanent Preservation Areas. Index. Ilha Grande. Geoprocessing.*

## 1. Introdução

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) possuem importantes funções ecológicas e prestam diversos serviços ecossistêmicos, como a proteção e manutenção dos solos e dos corpos hídricos, a oferta de áreas de refúgio para a fauna, e a manutenção de corredores ecológicos que facilitam o fluxo gênico, além de, em áreas urbanas, contribuírem para amenizar as enchentes, os efeitos das ilhas de calor e valorizar a paisagem e o patrimônio natural (MMA, 2016; Silva, 2011). O Código Florestal Brasileiro de 1965, revisado em 2012, pela Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio, define em seu artigo 3º, inciso II, Área de Preservação Permanente (APP) como:

Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

As APPs existem em todo território brasileiro, ocorrendo tanto em espaços rurais quanto em urbanos, e tanto em propriedades públicas quanto privadas (Brasil, 2012). É intrínseco ao território, desobrigada de sua demarcação. Na Constituição do estado do Rio de Janeiro, o capítulo de Meio Ambiente, em seu artigo 268, descreve e define o que se considera APP no estado e quais suas funções primordiais, fortalecendo o conceito e a importância da manutenção desses espaços territoriais especialmente protegidos.

Desde 1989, a Ilha Grande é considerada pela Constituição Estadual, em seu artigo 269, como “área de relevante interesse ecológico, cuja utilização dependerá de prévia autorização dos órgãos competentes, preservados seus atributos essenciais”. Mais recentemente, em julho de 2019, a Ilha Grande, juntamente com o município de Paraty, foram reconhecidos pela UNESCO como Patrimônio Mundial Misto, pois o sítio apresenta valor universal extraordinário por concentrar uma interação de suas características naturais (biodiversidade, função ecológica), culturais, históricas e arqueológicas. Além disso, todo o território da Ilha e parte significativa do seu entorno são protegidos por quatro Unidades de Conservação da Natureza (UCs), duas de proteção integral – a Reserva Biológica (Rebio) da Praia do Sul e o Parque Estadual (PE) da Ilha Grande – e duas de uso sustentável – a Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Aventureiro e a Área de Proteção Ambiental (APA) de Tamoios –, e suas respectivas zonas de amortecimento, instrumentos fundamentais na preservação da qualidade do ambiente.

Diante do exposto, é visível que instrumentos legais de proteção ambiental incidam diretamente no território da Ilha. O presente trabalho tem como objetivo principal, utilizando técnicas de geoprocessamento e o poder dos interpoladores e como base a regulamentação legal materializada no território, criar um Índice de Preservação Permanente (IPP). A quantificação da preservação permanente é um tema recente nos estudos geográficos. Vários índices e subíndices naturais já foram criados levando-se em consideração atributos físicos (geológicos e geomorfológicos), de biodiversidade, históricos e culturais, como são os exemplos dos índices de geodiversidade e dos produtos produzidos no âmbito do Atlas de Mananciais do Estado do Rio de Janeiro (ERJ) e no Caderno Estado do Ambiente, os dois últimos elaborados pelo próprio Instituto Estadual do Ambiente (INEA) entre outros, mas poucos trabalhos abordam como a legislação é utilizada para análise espacial e criação de índices e indicadores de proteção. Esta perspectiva busca possibilitar a inclusão do IPP enquanto instrumento específico nos estudos ambientais, planos e projetos de planejamento, gestão e ordenamento do território. Propõe-se elaborar um instrumento de avaliação quali-quantitativa da preservação permanente e sua aplicação na Ilha Grande.

A Ilha Grande é um excelente laboratório, uma vez que possui todos os elementos naturais e legais, incidentes em seu território, considerados para a criação e implementação dos procedimentos metodológicos aplicados para a construção do índice.

O IPP permitirá o estabelecimento do grau de proteção das áreas definidas pela legislação relacionada às APPs. Através da aplicação do IPP na Ilha Grande, propõe-se identificar a correlação entre as áreas com índices mais elevados e as áreas de maior conservação e proteção, indicadas através do cruzamento dos espaços territoriais com incidência de preservação e os limites das UCs existentes na Ilha, de forma a identificar, quantificar e visualizar quais unidades comportam os territórios com maior IPP, e se as categorias de proteção se correlacionam aos graus de protetividade.

Levando em consideração os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas para 2030, pode-se relacionar o propósito deste trabalho ao ODS 15, que visa “proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade”, e, mais especificamente, à Meta 15.5, que versa sobre “tomar medidas urgentes e significativas para reduzir a degradação de habitat naturais, deter a perda de biodiversidade”, demonstrando o caráter prático da presente pesquisa. Os ODS foram acordados por todos os governos, mas o seu sucesso depende das ações e colaboração de todos os setores, inclusive dos setores acadêmicos, que podem e devem contribuir com ferramentas com potencial para uma aplicação prática na elaboração de políticas públicas de preservação e fiscalização, apoiando os gestores públicos com um instrumento capaz de direcionar esforços de conservação, como se pretende com o índice proposto.

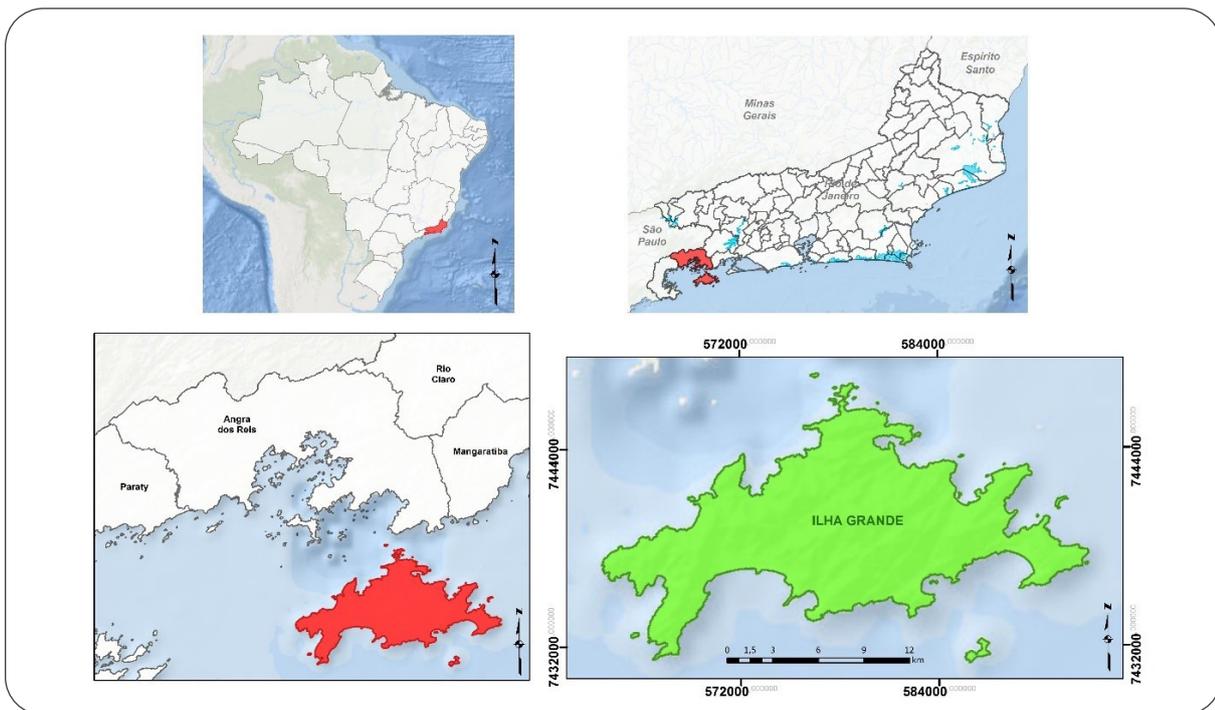
## 2. Metodologia de Trabalho

### 2.1 Área de Estudo

A Ilha Grande, localizada na Região Costa Verde do estado, entre as coordenadas 23.08°S – 44,37°W e 23.20°S – 44,08°W, pertence ao município de Angra dos Reis (Figura 1), possui uma área de 18.151,5 ha e está distante, aproximadamente, 15 km do município.

A região abriga uma grande beleza paisagística e uma rica fauna e flora sendo um santuário de biodiversidade singular (*hot-spot*), que se situa entre as duas maiores metrópoles da América do Sul, as cidades do Rio de Janeiro e São Paulo. Esta riqueza e diversidade de espécies, ainda pouco conhecidas, devem-se às peculiaridades geográficas, hidrográficas e oceanográficas da região, aliadas a fatores como diversidade e conectividade dos sistemas costeiros, aporte de matéria orgânica proveniente de rios e variação de fatores oceanográficos físicos e químicos (Lana *et al.*, 1996; Brandini *et al.*, 1997; Costa, 1998).

**Figura 1 - Localização da Ilha Grande**



Fonte: Elaborada pela autora Juliana Vasconcelos, 2020

Foi diagnosticado no presente estudo a existência de quase todas as APPs descritas nas legislações. Embora as APPs existam há mais de 80 anos, continuam sendo alvo de conflitos quando se avalia a dinâmica de uso e ocupação humana no território. Tal afirmação é confirmada pela contínua tentativa, ao longo dos anos, de elaborar instrumentos legais para flexibilizar sua ocupação e/ou descaracterizar sua existência, como exemplos a Resolução CONAMA nº 369/2006, que versa sobre os casos excepcionais de uso das APPs, e a Resolução CONAMA nº 500/2020, recentemente aprovada e já impugnada em agosto de 2022 – considerada inconstitucional –, que revogava as resoluções nº 302 e nº 303 de 2002, que versavam sobre a definição e os limites de APPs.

## 2.2 Materiais e Métodos

A metodologia empregada no presente trabalho incorporou pesquisa bibliográfica; análise dos métodos de quantificação existentes para áreas correlatas como geodiversidade e biodiversidade; análise e tratamento dos dados cartográficos e geográficos da Ilha Grande na escala 1:25.000; desenvolvimento de método de quantificação da preservação permanente, utilizando Sistema de Informação Geográfica (SIG), com base em operações de geoprocessamento do tipo overlay, seguida de interpolação e análise Kernel, conforme será detalhado a seguir.

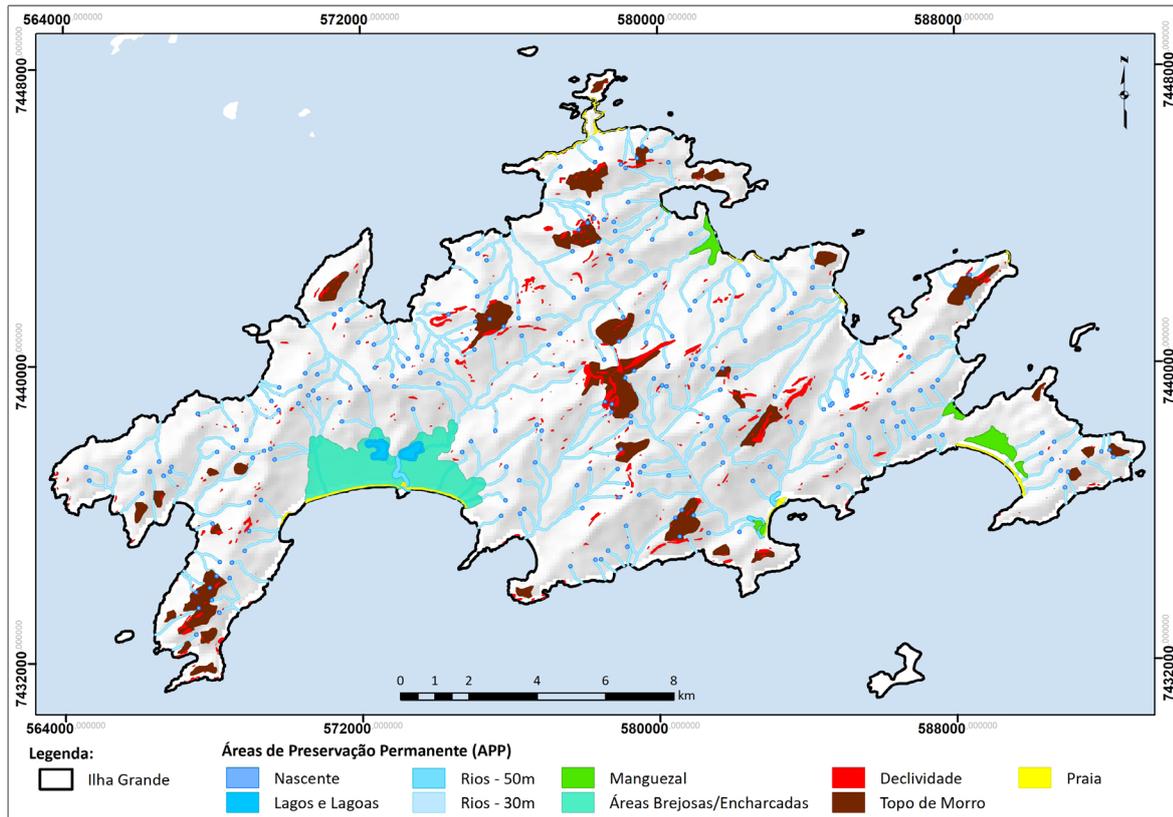
A base de dados geográfica utilizada nesse estudo foi composta basicamente por dados secundários de fontes oficiais de planejamento e gestão, estaduais e federais. Alguns dados foram elaborados/complementados pelas autoras, a partir da cartografia oficial disponível.

Foram organizados em um banco de dados espacial (BDE) dados e informações das APPs e Unidades de Conservação da Natureza (UCs), tendo como fonte o Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC) da Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS) do Rio de Janeiro; o Geolnea (Portal de Geoinformação) do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), onde estão disponíveis as APPs de rios (30, 50 e 100 m), de topo de morro, de declividade, além de manguezais e áreas suscetíveis à inundação; e a Base Cartográfica Contínua do estado do Rio de Janeiro, na escala 1:25.000, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foi necessária a complementação das APPs existentes, por não estarem disponibilizados todos os tipos pelos órgãos ambientais competentes, sendo necessário mapear as APPs de nascentes (considerando os pontos finais da hidrografia restituída no projeto da Base RJ 25 do IBGE e SEA na escala 1:25.000), de veredas (utilizando como base o mapeamento elaborado no âmbito do Projeto Olho no Verde de Uso e Ocupação do Solo, na escala 1:25.000), as praias (tendo como base o mapeamento da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) das cartas de vulnerabilidade dos municípios, na escala 1:25.000) e entorno de lagunas (cruzando as informações contidas na hidrografia restituída no projeto da Base RJ 25 do IBGE e SEA e no mapeamento do Projeto Olho no Verde de Uso e Ocupação do Solo, ambos na escala 1:25.000). Esse procedimento observou metodologias consolidadas de mapeamento expressas em artigos científicos e documentação técnica.

Os procedimentos de organização, padronização, edição, análise e publicação dos dados espaciais foram elaborados no software ArcGis Desktop 10.5 disponível no Laboratório de Ensino em Geografia do Instituto de Geografia (IGEOP) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), onde foi desenvolvido o presente trabalho. As APPs disponíveis na área de estudo são as descritas no Código Florestal, Lei nº 12.727 de 2012, em seu artigo 4º, e no artigo 268 do Capítulo de Meio Ambiente da Constituição Estadual, a saber: as faixas marginais de qualquer curso d'água e as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, assim como os próprias lagos, lagoas e lagunas e as áreas estuarinas; as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água; as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°; os manguezais; no topo de morros, montes, montanhas e serras; em veredas a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado; as praias, vegetação de restingas quando fixadoras de dunas, as dunas e costões rochosos.

Utilizando a legislação supracitada sobre a cartografia, chegou-se a um resultado, apresentado na Figura 2, no qual técnicas de geoprocessamento relacionadas à proximidade, sobreposições, declividades, interpretação visual de imagens de satélite WorldView de alta resolução espacial, foram utilizadas para aferição dos dados secundários disponíveis de mapeamento das APPs.

**Figura 2 - Áreas de Preservação Permanente (APP) da Ilha Grande**



Fonte: INEA, 2020; complementada pela autora Juliana Vasconcelos, 2020

Um total de 3.380 ha da área da Ilha Grande são protegidos por APPs, considerando suas sobreposições, correspondendo a aproximadamente 19% de sua área total.

As áreas das APPs estão distribuídas da seguinte forma, conforme Tabela 1:

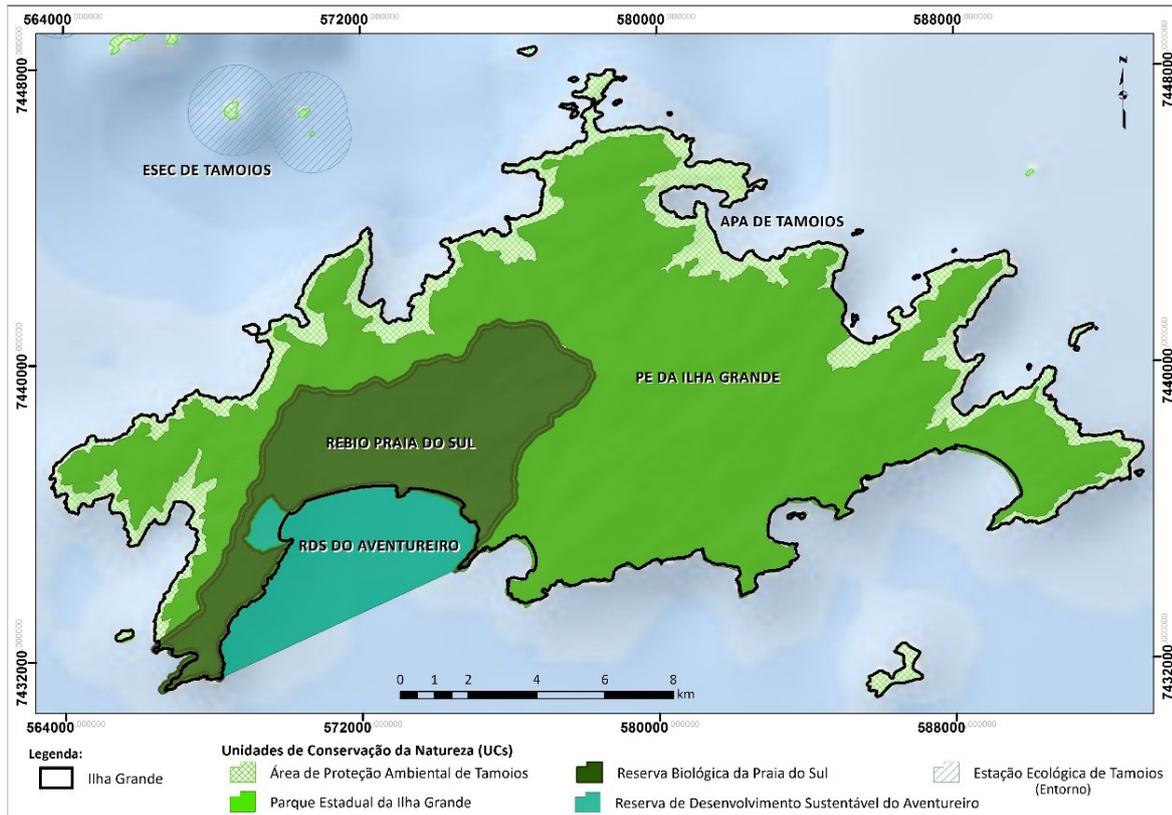
**Tabela 1 - Distribuição das APPs na Ilha Grande**

Tipo	Área (ha)
APP de Topo de Morro	872,54
APP de Declividade	212,47
APP de Lagos e Lagoas e respectivas faixas marginais	49,09
APP de Rios	1.744,64
APP Nascente	187,85
APP Praia	50,68
APP Manguezal	106,08
APP Áreas Brejosas/Encharcadas	600,85
<b>TOTAL</b>	<b>3.824,20</b>

Fonte: Elaborada pelas autoras, 2020

As áreas protegidas por UCs recobrem toda a área continental da Ilha (Figura 3) e parte do espelho d'água, conforme citado anteriormente, e tanto a Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (Rebio) quanto o Parque Estadual da Ilha Grande (PEIG) são unidades de Proteção Integral, onde os usos são indiretos e mais restritivos, enquanto a Área de Proteção Ambiental de Tamoios (APA - Tamoios) e a Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Aventureiro (RDS - Aventureiro) possibilitam o uso sustentável dos seus recursos e a possibilidade de ocupação de determinados territórios.

**Figura 3 - UCs da área continental da Ilha Grande e seu entorno**



Fonte: Elaborada pela autora Juliana Vasconcellos a partir de INEA, 2020

As áreas das UCs estão distribuídas da seguinte forma, considerando as áreas apenas no território continental da Ilha (Tabela 2):

**Tabela 2 - Distribuição das UCs na Ilha Grande**

Tipo	Área (ha)
Área de Proteção Ambiental Tamoios	21.554,85
Parque Estadual da Ilha Grande	14.231,53
Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul	3.891,66
Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Aventureiro	152,03

Fonte: Elaborada pelas autoras, 2020

Os procedimentos metodológicos dividiram-se em três etapas: tratamento da base de dados, criação e cálculo do Índice de Preservação Permanente (IPP) e interpolação dos dados utilizando a densidade dos pontos.

De acordo com Druck *et al.* (2004), “compreender a distribuição espacial de dados oriundos de fenômenos ocorridos no espaço constitui hoje um grande desafio para a elucidação de questões centrais em diversas áreas de conhecimento”. Nesse cenário, as técnicas de geoprocessamento são o meio mais avançado para receber um grande conjunto de dados e criar um ambiente geográfico que permita análises e visualização padronizada de fenômenos geográficos e suas correlações espaciais em suas diversas escalas e dimensões.

Para a primeira etapa dos procedimentos metodológicos foi necessária a padronização dos dados cartográficos para um mesmo sistema de referência (Datum Vertical, Horizontal, Fuso Cartográfico), sistema de coordenadas e formato de arquivo. Todos os dados que compõem a base de dados foram convertidos e/ou reprojatados em um geopackage, com diferentes classes de feição e arquivos raster, em Sirgas 2000, coordenadas métricas UTM (Universal Transversa de Mercator) – Fuso 23S.

No cálculo do IPP foram usados arquivos vetoriais das áreas de preservação permanente. Os procedimentos utilizaram um Sistema de Informações Geográficas (SIG) no qual foram atribuídos um valor para cada APP, somando-as quando da ocorrência de sobreposição, gerando um índice numérico, qualificado, após definição das classes, entre muito baixo a extremamente alto. As áreas com maior índice passaram a ser consideradas *hot-spots* de preservação de incidência de legislação de proteção.

As operações de geoprocessamento utilizadas, principalmente a sobreposição, permitiram observar a existência de relação entre as APPs que incidem sobre a mesma área geográfica, estabelecendo vínculos espaciais entre elas. Os dados já existentes nas tabelas de atributos foram complementados, tornando-se arcabouço para a criação do IPP. Mourão e Marques (2011) salientam que, em primeiro lugar, as ferramentas de geoprocessamento permitem a sobreposição de dados de diversas fontes gerando uma nova informação e, portanto, ampliando a compreensão sobre a dinâmica territorial. Elas podem ainda facilitar análises temporais, permitindo o reconhecimento de tendências de uso e ocupação do espaço, por exemplo (Freitas, 2006). Erba (2005) destaca como a utilização das geotecnologias pode vir a fomentar eficiência no processo de gestão do território ao referir-se aos ganhos de produtividade no gerenciamento e integração da informação espacial. Estes ganhos estão associados às diversas funcionalidades das técnicas de geoprocessamento.

Para criação do índice optou-se por valorar cada geometria de APP com valor 1, onde a soma das sobreposições resulta no IPP (Figura 4). Quanto maior a quantidade de coincidências, maior o IPP.

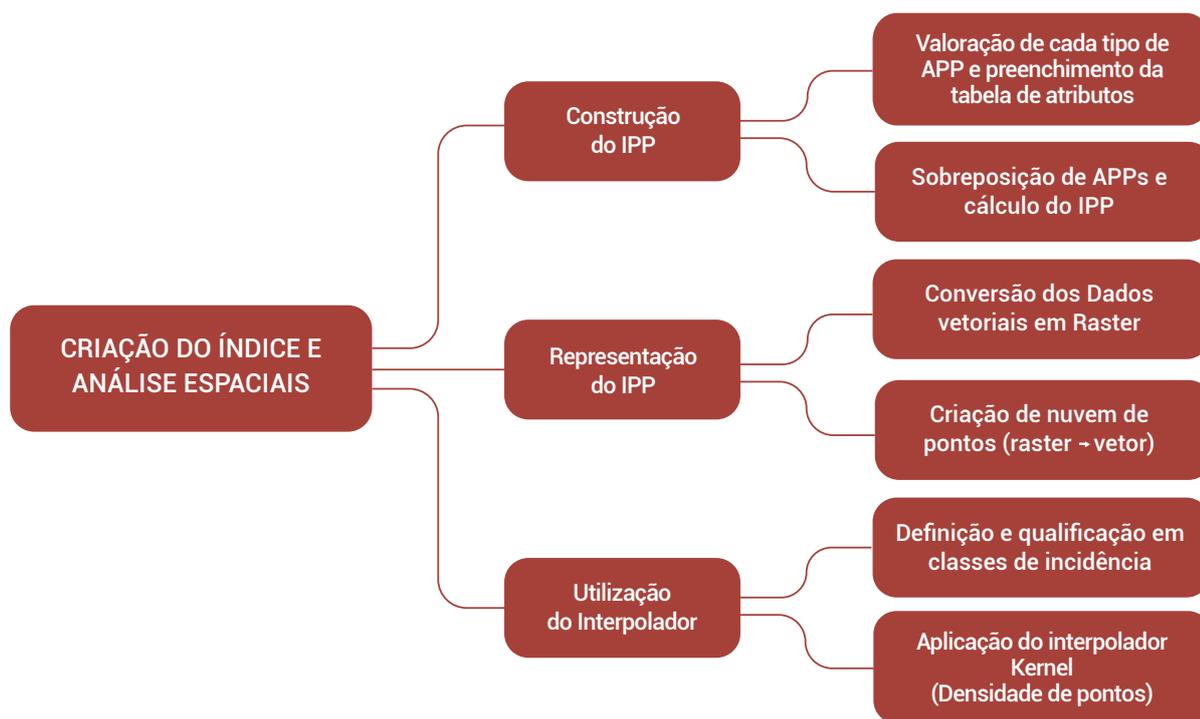
**Figura 4 - Exemplo esquemático da metodologia de sobreposição para criação do IPP**



A ênfase da análise espacial é mensurar propriedades e relacionamento, levando em conta a localização espacial do fenômeno de forma explícita. No exemplo esquemático A, apresentado na Figura 4, optou-se pela lógica booleana utilizando a operação do tipo  $A \text{ AND } B$ , que retorna todos os elementos contidos na interseção entre A e B, inspirado livremente no método da média ponderada. No caso do esquema, a sobreposição entre as diferentes APPs (todas com "peso" = 1) ao serem coincidentes, geram uma soma de justaposição em uma mesma área (interseção) ( $A \text{ AND } B$ ) caracterizando assim o índice proposto.

A terceira e última etapa da metodologia consistiu na preparação da base de dados para utilização do interpolador Kernel. A representação utilizando a densidade de pontos, a partir desse interpolador, permite uma visualização da restrição indicada pela legislação, através do IPP, mais próxima da realidade ambiental e das características ecológicas de determinadas áreas, objetos da proteção legal. Por exemplo, nas APPs de 30 metros das faixas marginais dos rios, algumas áreas, onde as relações ecológicas acontecem fora dessa faixa e onde os polígonos gerados pela representação cartográfica não as incluem, passam a ser dimensionadas quando se utiliza um interpolador como o Kernel, visto que são atribuídos valores em qualquer ponto da superfície, procurando preencher o espaço com valores de uma determinada variável, com base em pontos de amostragem vizinhos, intermediários. Quanto mais pontos de amostragem houver, mais precisa será a estimativa calculada pelo interpolador (Rosa, 2011). Visualmente, a representação espacial, utilizando esse método, é suavizada, retratando o fenômeno que se quer demonstrar mais naturalmente, mais próximo da realidade.

**Figura 5 - Resumo esquemático das etapas de construção do IPP**



**Fonte:** Elaborada pela autora Juliana Vasconcellos, 2020

Adotou-se os seguintes procedimentos:

- Conversão dos dados vetoriais em matriciais (raster), utilizando um tamanho de célula de 5 m, tendo em vista a escala da base cartográfica de 1:25.000, atribuindo os valores correspondentes do IPP à cada célula.
- Conversão do arquivo raster, gerado no procedimento anterior, em uma nuvem de pontos, onde o valor do IPP foi mantido, com o objetivo de que todas as células do arquivo se transformassem em pontos capazes de serem interpolados e ponderados, utilizando-se os valores calculados do índice. Quanto menores as

células do arquivo matricial, mais próximos os centróides estarão espacialmente, sendo maior a densidade de pontos obtida, o que, no presente estudo, auxilia na melhor representação espacial do IPP e consequentemente das áreas onde há a maior proteção incidente.

- Interpolação dos pontos empregando o método de Kernel – Densidade de Pontos. Como primeiro experimento adotou-se dois parâmetros de raio, de 300 e 600 m, como descrito nos resultados.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Análise dos resultados do IPP

Importante destacar que, dado os compartimentos geomorfológicos e ambientais, existem algumas APPs que não são coincidentes em nenhuma hipótese, como as APPs de Topo de Morro e Declividade, que não se sobrepõem com as de Praia e Manguezais por conta da sua própria natureza. As APPs de Topo de Morro são definidas, conforme descrito anteriormente, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, assim como as de declividade são caracterizadas pelas encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive. Mesmo que uma falésia se encontre com a praia e neste caso se delimite APPs para ambos os compartimentos, estes não seriam superpostos por se constituírem do próprio elemento geográfico e não de uma faixa ou área além do compartimento. O mesmo ocorre com as áreas de manguezais, onde, de acordo com Schaeffer-Novelli (1990) “os manguezais são ecossistemas costeiros presentes em áreas de transição de ambientes fluviais e marinhos, encontrados majoritariamente em regiões tropicais e em menor proporção em regiões subtropicais”. Participam de uma unidade geomorfológica singular, na qual o relevo aplainado facilita a deposição de sedimentos, que compõem o substrato (Fernandes, 2006), ou seja, estão em sítios de baixo gradiente topográfico. Percebe-se, então, que essas APPs se caracterizam por ocorrer em ambientes distintos: costeiro x montanhoso.

O Quadro 1 apresenta uma matriz de correlação entre as APPs mapeadas na área de estudo.

Quadro 1 - Sobreposição entre APPs								
Tipo de APP	APP de Topo de Morro	APP de Declividade	APP de Lagos e Lagoas e respectivas faixas marginais	APP de Rios	APP Nascente	APP Praia	APP Manguezal	APP Áreas Brejosas/Encharcadas
APP de Topo de Morro	1	0	0	0	0	0	0	0
APP de Declividade	0	1	0	0	0	0	0	0
APP de Lagos e Lagoas e respectivas faixas marginais	0	0	1	0	0	0	0	0
APP de Rios	0	0	0	1	0	0	0	0
APP Nascente	0	0	0	0	1	0	0	0
APP Praia	0	0	0	0	0	1	0	0
APP Manguezal	0	0	0	0	0	0	1	0
APP Áreas Brejosas/Encharcadas	0	0	0	0	0	0	0	1

**Legenda:** 1 = Sobreposição possível e 0 = Sobreposição impossível entre as APPs

**Fonte:** Elaborado pela autora Juliana Vasconcelos, 2020

Diante disso, observa-se que mesmo o *input* sendo de 8 (oito) variáveis/tipos de APPs, o máximo de sobreposição delas em uma mesma célula de análise será de 7 (sete), caracterizando o maior índice de preservação permanente (IPP) – Extremamente Alto, de acordo com a metodologia empregada, tendo em vista não conseguirmos sobreposições simultâneas entre APPs de Praia, Mangue, Topo de Morro e Declividade, conforme descrito anteriormente.

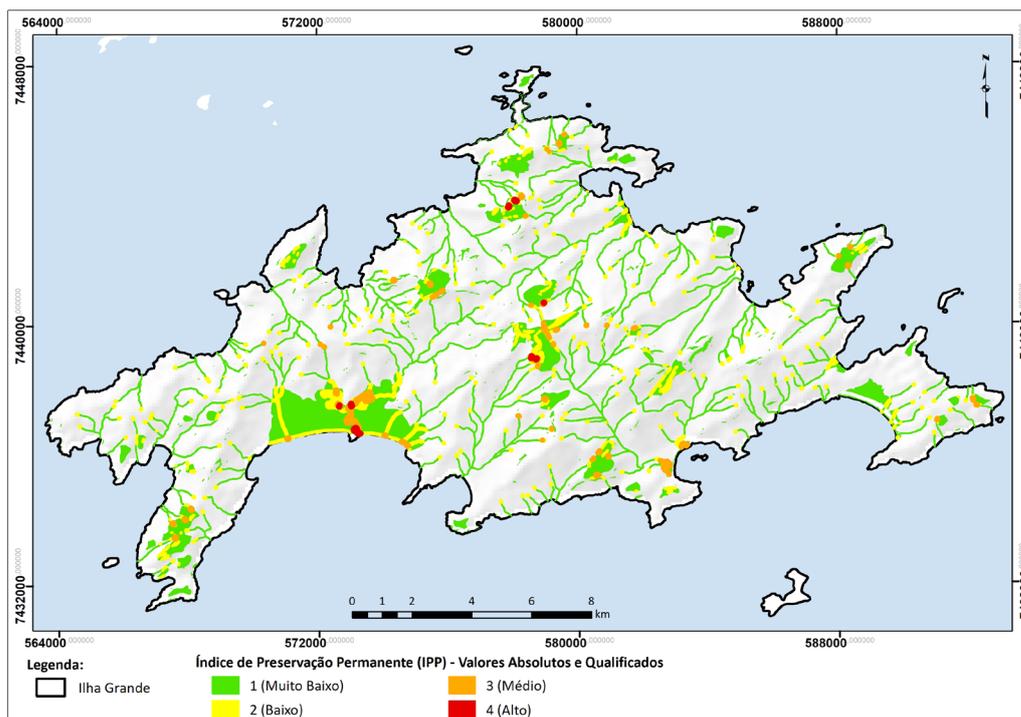
A qualificação atribuída para cada classe foi a seguinte, conforme Quadro 2:

Quadro 2 - Valores Absolutos e Qualificados do IPP	
Índice de Preservação Permanente (IPP)	
Valor	Qualificação
1	Muito Baixo
2	Baixo
3	Médio
4	Alto
5	Muito Alto
6 e 7	Extremamente Alto

Fonte: Elaborado pela autora Juliana Vasconcellos, 2020

No caso das áreas com IPP = 1, estas representam a maior parte das APPs da área de estudo, e, embora seja caracterizado com um índice muito baixo, não se pode descartar a importância de manutenção desses recortes espaciais, por desempenharem importantes funções ecológicas e ambientais, conforme preconizado no próprio instrumento legal. Já os IPPs = 5 e 6 e 7 (Muito Alto e Extremamente Alto) não foram verificados na Ilha Grande, sendo o maior valor encontrado do IPP = 4 (Alto), conforme Figura 6 com a representação espacial dos valores absolutos e qualificados do IPP, para melhor percepção da realidade protegida e da incidência de preservação permanente no recorte da Ilha.

Figura 6 - Representação do IPP (Valores absolutos e Qualificados) na Ilha Grande

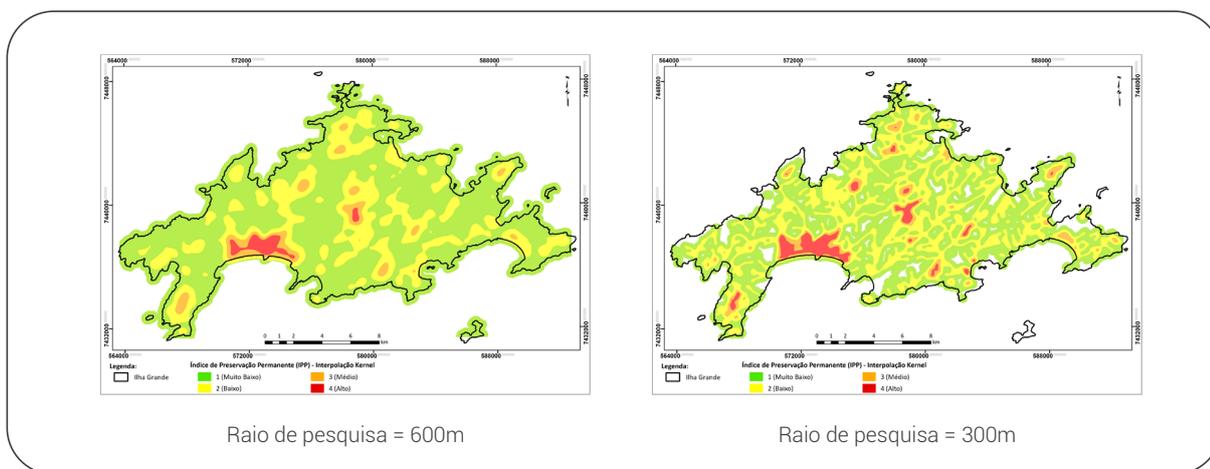


Fonte: Elaborada pela autora Juliana Vasconcellos, 2020

A opção pela utilização desta palheta de cores teve como inspiração os sinais de trânsito, onde a cor vermelha demonstra o total impedimento de movimento, o amarelo, a atenção e a cor verde, oposta à vermelha, a total liberdade de movimento. Após essa fase de construção do índice, para melhor representação do IPP, optou-se pela preparação da base de dados para utilização do interpolador Kernel. A representação, utilizando a densidade de pontos, a partir desse interpolador, permite uma visualização da restrição indicada pela legislação, através do IPP, mais próxima da realidade ambiental e das características ecológicas de determinadas áreas, objetos da proteção legal. Como afirma Rosa (2011), quanto mais pontos de amostragem houver, mais precisa será a estimativa calculada pelo interpolador. Visualmente, a representação espacial utilizando esse método é suavizada, representando o fenômeno que se quer demonstrar mais naturalmente, mais próximo da realidade. Para essa fase, foram adotados os seguintes procedimentos de experimentação e testagem:

- Interpolação dos pontos empregando o método de Kernel – Densidade de Pontos, utilizando como parâmetros o tamanho da célula de 5 m e o raio de pesquisa de 300 m, ponderando com o valor do IPP. Esses valores (célula e raio) demonstraram ser os mais adequados após a execução de diferentes testes com tamanhos variados dos raios (Figura 7 – comparação dos testes elaborados com um raio de 600 m e outro de 300 m), pois representaram a distribuição espacial do IPP se comparado às áreas com valores absolutos.

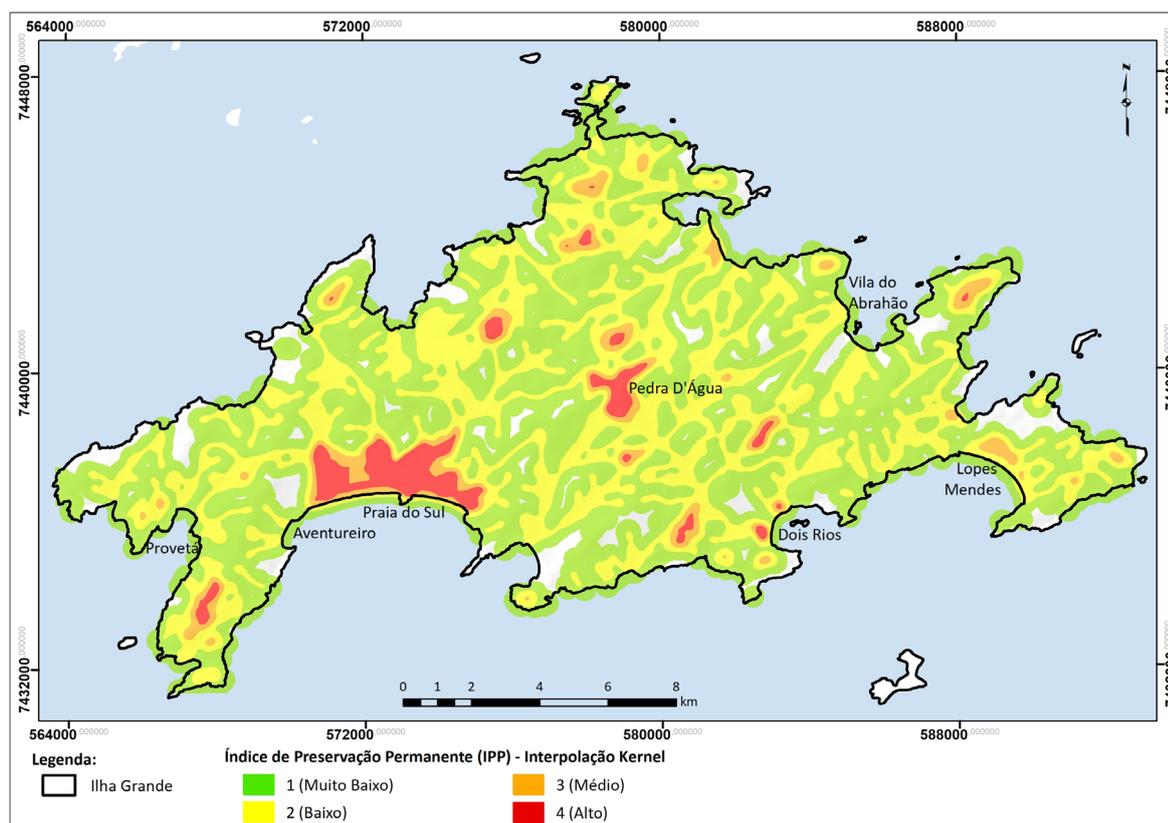
**Figura 7 - Comparação entre a aplicação do interpolador Kernel utilizando como parâmetros o tamanho da célula de 5 m e o raio de pesquisa**



Fonte: Elaborada pela autora Juliana Vasconcellos, 2021

O resultado foi um mapa coroplético da Ilha Grande, onde os intervalos foram definidos manualmente, em 4 (quatro) classes, mantendo o padrão de classificação e qualificação do IPP empregado anteriormente, onde as classes do IPP apresentadas na Ilha Grande vão de Muito Baixo a Alto, conforme demonstrado na Figura 8.

Figura 8 - Representação do IPP Qualificado – Kernel para Ilha Grande

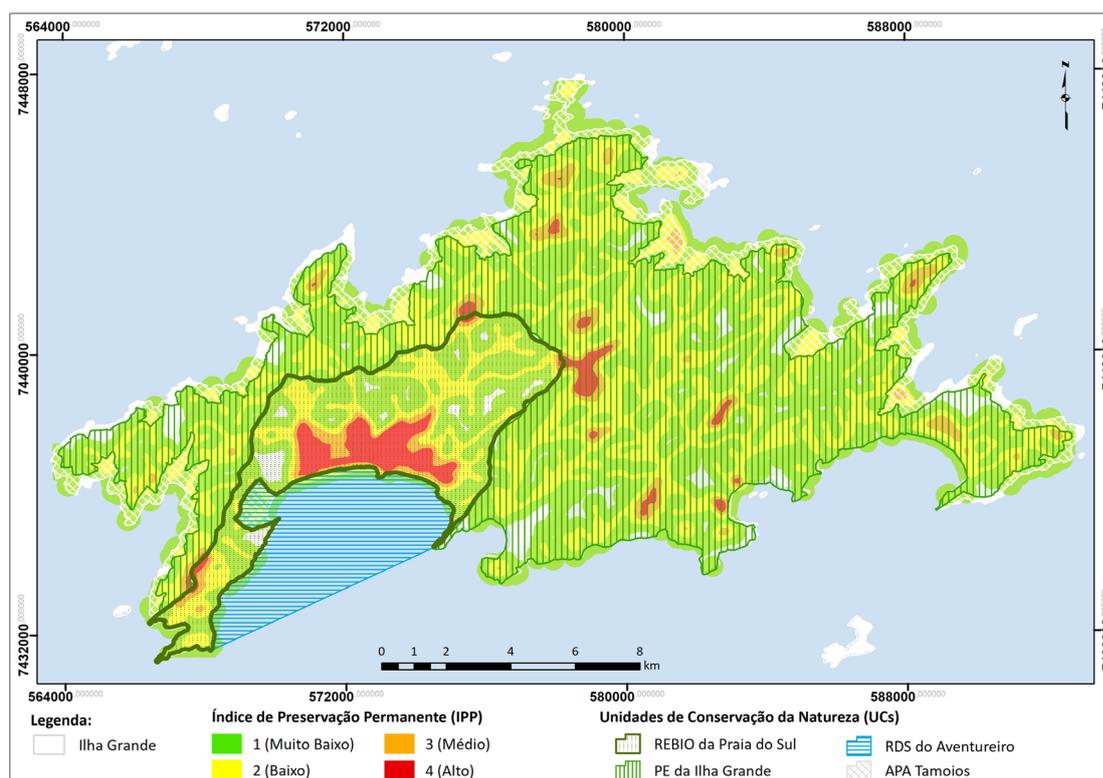


Fonte: Elaborada pela autora Juliana Vasconcellos, 2020

Percebe-se, com a leitura do mapa, que as áreas com maior IPP estão localizadas na Praia do Aventureiro, a sudoeste da Ilha e distribuídas nas áreas centrais, algumas de maior elevação, como por exemplo o Pico da Pedra D'Água e a Serra de Araçatiba. Verifica-se, também, um alto IPP na Praia de Dois Rios e na Ponta da Restingueira, entre as Praias de Aventureiro e Provetá.

Cruzando o mapa do IPP com as Unidades de Conservação existentes (Figura 9 e Tabela 3), nota-se que a Rebio da Praia do Sul abriga o maior compartimento com índice de preservação permanente alto e isso justifica a própria existência da UC, visto que a Rebio é uma categoria de unidade mais restritiva, cujo objetivo é, de acordo com o SNUC (2000), em seu artigo 10, a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais, sendo proibida a visitação, apenas em casos específicos para educação ambiental e para pesquisa, necessitando de autorização prévia.

Figura 9 - Cruzamento do IPP com as UCs existentes na Ilha Grande



Fonte: Elaborada pela autora Juliana Vasconcellos, 2020

Tabela 3 - IPP relativo às UCs

% IPP por Unidade de Conservação no território da Ilha Grande

	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto
Rebio Praia do Sul	53%	26%	8%	13%
PE Ilha Grande	59%	35,2%	4,3%	1,5%
RDS Aventureiro*	63,7%	31,9%	4,4%	
APA do Tamoios	71,9%	26,7%	1,2%	0,1%
Ilha Grande	60%	32%	4%	4%

\*Valores relativos à área territorial da RDS, uma vez que 93% da UC é espelho d'água

Fonte: Elaborada pelas autoras, 2022

Todas as outras áreas com IPP Alto estão inseridas em UC de Proteção Integral, além da Rebio, no PE da Ilha Grande. Isso pressupõe uma proteção ainda maior, tendo em vista outros instrumentos legais que recaem sobre o mesmo recorte territorial.

### 3.2 Discussão

Importante alertar, tanto para os procedimentos metodológicos quanto para as técnicas aplicadas para a geração das APPs – uma vez que já há uma metodologia consolidada quanto à geração automática dessas áreas a partir da utilização de ferramentas de geoprocessamento tais como *buffers*, *union*, *intersect*, geração de pontos, análises e avaliações espaciais, entre outras –, que o erro está em não avaliar as limitações e incertezas que a produção das informações, levando-se em consideração uma base cartográfica em mesoescala, como a

utilizada no presente estudo (1:25.000), pode gerar. O mapeamento das nascentes é um ótimo exemplo dessa discussão, tendo em vista a maioria dos trabalhos, e este não foi diferente, onde mapeia-se as nascentes a partir do final da hidrografia restituída e/ou gerada a partir de modelos digitais de elevação, sendo atribuído uma geometria de ponto que representa a nascente, como descrito por Silva e Nascimento (2016), "utilizada a ferramenta *Feature Vertices To Points* que insere um arquivo de ponto (nascente) ao final do arquivo linear (drenagem)", e Luppi, Feitosa, Santos e Eugênio (2015), "aos pontos relacionados às nascentes (início de cada córrego) e à rede hidrográfica orientada no sentido da foz". Assim como o mapeamento das APPs dos rios, onde se delimita uma área contínua, através de um *buffer*, de 30 m por exemplo, a partir da drenagem da base cartográfica, considerando que ela representa a calha do leito do rio.

Considerando essas limitações, pode-se utilizar, com as devidas restrições, o produto do trabalho como ponto de partida para um melhor detalhamento e acurácia das informações, com base em dados primários de inventários de campo, coleta de dados em escalas maiores e aferição do material produzido.

#### 4. Considerações Finais

Ressalta-se que o presente artigo, como mencionado anteriormente, é parte de uma tese de doutorado e que, como um primeiro experimento, não contempla as análises mais elaboradas com o uso de interpoladores estatísticos, mas já colabora com procedimentos passíveis de aplicação.

Uma vez que a metodologia de criação do índice esteja consolidada e validada por diferentes profissionais, sua aplicação, utilizando base de dados em escalas cada vez mais detalhadas, em conjunto com dados primários – nos quais o trabalho de campo e coleta de dados primários é fundamental para aferir e conferir a acurácia e o cotejo do mapeamento com a realidade do IPP –, torna-se suporte para o melhor conhecimento da dinâmica do território e colabora de forma mais eficiente para o planejamento e a gestão, assim como para o licenciamento.

Pretende-se que este índice se torne uma ferramenta de apoio ao planejamento ambiental em âmbito nacional, podendo subsidiar a revisão e a definição de futuros zoneamentos, não só de unidades de conservação e áreas protegidas, como, por exemplo, do PE da Ilha Grande, onde os planos de manejo devem passar por reavaliação a cada cinco anos.

O IPP também pode ser aplicado em outras áreas de conhecimento, como na identificação e caracterização de áreas prioritárias para conservação, preservação e recuperação dos planos diretores municipais e leis de uso e ocupação, uma vez que as APPs se aplicam também às áreas urbanas, não se limitando apenas aos estudos ambientais.

#### Agradecimentos

As autoras agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro através de bolsa de estudo vinculada ao Programa de Demanda Social. Também agradecem ao Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável (CEADS) e ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA) pelas autorizações de pesquisa na área, apoio e parceria desenvolvidos durante o período do trabalho acadêmico.

## Referências Bibliográficas

- \_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Código Florestal Brasileiro. Brasília: 2012.
- BRANDINI, F. P.; LOPES, R. M.; GUTSEIT, K. S.; SPACH, H. L.; SASSI, R. **Planctonologia na plataforma continental do Brasil:** diagnose e revisão bibliográfica. Rio de Janeiro: Femar, 1997.
- COSTA, H. **Uma avaliação da qualidade das águas costeiras do Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Femar, 1998. 261 p.
- DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. V. M. (ed.). **Análise espacial de dados geográficos.** Brasília: Embrapa, 2004.
- ERBA, D. A. O cadastro territorial: presente, passado e futuro. *In:* ERBA, D. A.; OLIVEIRA, F. L.; LIMA JÚNIOR, P. N. (org.). **Cadastro multifinalitário como instrumento de política fiscal e urbana.** Rio de Janeiro: Ministério das Cidades: 2005.
- FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira:** províncias florísticas. 3. ed. Fortaleza: Realce, 2006.
- FREITAS, C. F. S. O novo modelo de gestão urbana estratégica em Fortaleza: aumento das desigualdades socioambientais. **Universitas FACE,** Brasília, v. 3, n. 2, p. 1-22, 2006.
- INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS (Brasil). **Área de download.** [Brasília: INDE, c2019]. Disponível em: [//inde.gov.br/areadownload](http://inde.gov.br/areadownload). Acesso em: ago. 2019.
- INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (RJ). **Atlas dos mananciais de abastecimento público do Estado do Rio de Janeiro:** subsídios ao planejamento e ordenamento territorial. Rio de Janeiro: INEA, 2018.
- INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (RJ). **Portal Geolnea:** base de dados espaciais: unidades de conservação da natureza. [c2023]. Disponível em: <https://geoportal.inea.rj.gov.br/apps/experiencebuilder/experience/?id=d40de9b2dd2243ccb777971cef2eb14e>. Acesso em: jun. 2023.
- INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (RJ). **O estado do ambiente:** indicadores ambientais do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: INEA, 2011.
- LANA, P. C.; CAMARGO, M. G.; BROGIM, R. A.; ISAAC, V. J. **Os bentos da costa brasileira.** Rio de Janeiro: Femar, 1996. v. 1.
- LUPPI, A.; SANTOS, A.; EUGENIO, F.; FEITOSA, L. Utilização de geotecnologia para o mapeamento de áreas de preservação permanente no município de João Neiva, ES. **Revista Floresta e Ambiente,** v. 22, n. 1, p. 13-22, 2015.
- MOURÃO, A. C. M.; MAQUES, D. Geoprocessamento no apoio ao Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte: acessibilidades, impedâncias e potencialidades territoriais. *In:* ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 14., 2011, Rio de Janeiro. **Anais [...].** Rio de Janeiro: Anpur, 2011.
- RIO DE JANEIRO. [Constituição Estadual (1989)]. **Constituição do Estado do Rio de Janeiro:** 1989 - atualizada até 2020. [Brasília: Senado Federal, 2021]. Disponível em: [https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70450/CE\\_RJ\\_EC\\_84-2020.pdf?sequence=27&isAllowed=y](https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70450/CE_RJ_EC_84-2020.pdf?sequence=27&isAllowed=y). Acesso em: maio 2020.
- ROSA, R. Análise especial em Geografia. **Revista da ANPEGE,** v. 7, n. 1, p. 275-289, out. 2011.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON, G. Status of mangrove research in Latin America and the Caribbean. **Boletim do Instituto Oceanográfico,** São Paulo, v. 38, n. 1, 1990.

SILVA, J. A. A. (coord.). **O Código Florestal e a ciência**: contribuições para o diálogo. São Paulo: SBPC: ABC, 2011.

SILVA, K.; NASCIMENTO, D. Mapeamento e análise ambiental das nascentes do município de Iporá, GO. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRÁFOS, 18., 2016, São Luiz, MA. **Anais** [...]. [São Luiz: s. n., 2016].

## Bibliografia consultada

BRASIL. C. F. **Lei nº. 9.985, de 18 de julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC. Brasília: MMA / SBF. 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portal eletrônico**. Brasília: MMA, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/areasprotegidasecoturismo>. Acesso em: jun. 2023.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos, SP: INPE, 2001.

CREED, J. C.; PIRES, D. O.; FIGUEIREDO, M. A. (org.). **Biodiversidade marinha da Baía da Ilha Grande**. Brasília: MMA: SBF, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de geomorfologia**. 2. ed. Brasília: IBGE, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Portal de mapas**. Brasília: IBGE, 2019. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php.#homepage>. Acesso em: jun. 2023.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com ênfase sobre o ecossistema manguezal. **Publicação Especial do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, n. 7, p. 1-16, 1989.

## Sobre as autoras

### Juliana Vasconcellos Baptista

Doutoranda em Geografia (Universidade do Estado do Rio de Janeiro – PPGEO/UERJ); e mestre em Geografia (Universidade Federal Fluminense – UFF). Coordenadora de Gestão do Território na Superintendência de Gestão Ecológica da Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS).  
<http://lattes.cnpq.br/2671669052013237>

### Vivian Castilho da Costa

Doutora em Geografia (Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ). Professora Associada do Departamento de Geografia Física da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (DGF/UERJ). <http://lattes.cnpq.br/3181407490194397>