



ANÁLISE DE PERDAS E GANHOS DO USO E COBERTURA DA TERRA EM AMBIENTES COSTEIROS DE PARATY (RJ), COM A FERRAMENTA LCM – IDRISI/SELVA.

Juliana Rodrigues Dias ¹
Thiago Gonçalves Pereira²

RESUMO

Paraty é uma cidade histórica situada na Costa Verde – RJ. É a única cidade com o duplo título de patrimônio cultural e da biodiversidade. Esse título confere a responsabilidade dos órgãos gestores na administração e fiscalização garantindo a preservação desse cenário que atrai muitos turistas todos os anos. Não diferentemente das demais cidades litorâneas, a especulação imobiliária é um problema que agrava a qualidade dos ambientes costeiros. Estudos anteriores alertam para a presença de erosão costeira severa localizada nas praias urbanas de Paraty- RJ. Para avaliar o impacto que o crescimento urbano exerce sobre as demais classes de uso e cobertura sobretudo nos ambientes costeiros, o intervalo de 1985 – 2023 foi considerado para as duas cenas no software Idrisi/ Selva. As imagens de uso e cobertura da terra foram adquiridas pela plataforma do Mapbiomas Coleção -9. O zoneamento costeiro foi definido para todo litoral brasileiro pela plataforma e somente a área urbana de Paraty foi selecionada para análise. Foram identificadas 10 classes de uso e cobertura para os anos de 1985- 2023. As imagens foram adquiridas pelo *Google Engine*, processadas em ambiente SIG no *software* Q-Gis 3.8 para serem geradas as análises de perdas e ganhos utilizando o módulo *Land Change Modeler* (LCM) do software Idrisi/Selva. Os resultados demonstram que a classe, Área urbanizada somente cresceu. Já as classes que estão diretamente ligadas aos ecossistemas costeiros como Restinga arbórea, Mangue e Rio Lago e Oceanos tiveram perdas. Após essa etapa foram analisadas a área de perdas e ganhos para as três classes anteriormente citadas que podem interferir diretamente no comportamento da linha de costa. A Restinga arbórea teve uma perda de 189, 03 hectares com ganho de 66,2 hectares. Essa classe foi substituída pela classe Área urbana. Quando se analisa o ganho dessa classe é sobretudo em área de Mangue que foi substituída por Restinga arbórea. A classe Rio lago e Oceano perdeu 14.5 hectares confirmando a característica arquitetônica da Cidade de Paraty projetada para que as águas de maré adentrem as ruas. Porém inúmeras intervenções de engenharia foram realizadas ao longo dos anos, como a modernização do cais e molhes, e aterros alterando significativamente a linha de costa. A classe Mangue perdeu 12,5 hectares. Apesar de estar delimitada e protegida pelo plano diretor, a especulação imobiliária pressiona essa classe podendo ser constatado perdas recentes mesmo estando em áreas protegidas. Para analisar a influência da urbanização sobre as classes, através da ferramenta *Exchanges between* presente dentro do módulo *LCM* do software *Idrisi/ Selva* foram analisados quanto que cada classe mudou. Assim, essa ferramenta se torna de grande importância principalmente para os órgãos gestores compreenderem a dinâmica de seu território.

Palavras-chave: LCM, modelagem, zoneamento costeiro, erosão costeira

INTRODUÇÃO

A zona costeira é compreendida como uma unidade territorial de transição entre a terra e o mar, caracterizada pela interação dinâmica desses ambientes, incluindo seus recursos naturais, renováveis ou não. Segundo o Decreto nº 5.300, de 7 de dezembro de 2004, que

¹ Mestranda do Curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, prof.julianadias@gmail.com;

² Professor orientador: Doutor, Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, thiagopereira.uerj@gmail.com.



regulamenta o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, a zona costeira brasileira abrange uma faixa marítima, correspondente ao mar territorial, que se estende por 12 milhas náuticas a partir das linhas de base; e uma faixa terrestre, formada pelo conjunto dos municípios que sofrem influência direta de fenômenos costeiros, como marés, ressacas e salinidade (BRASIL, 2004). Essa delimitação, além de reconhecer a importância ecológica e socioeconômica dessa área, a caracteriza como patrimônio nacional, conforme previsto na Constituição Federal de 1988.

Considerando essa definição a Município de Paraty – RJ localizado na região denominada Costa Verde do Estado do Rio de Janeiro apresenta uma grande influência dos ambientes marinhos além de sua expressiva relevância ambiental, Paraty destaca-se também pelo caráter histórico e cultural de seu centro histórico, cuja formação está diretamente associada à condição de cidade portuária durante os séculos XVII e XVIII. O traçado urbano, as construções coloniais e o calçamento de pedras refletem a influência da atividade econômica ligada ao escoamento do ouro proveniente de Minas Gerais pelo Caminho do Ouro até o porto de Paraty. Essa dinâmica portuária moldou não apenas a ocupação urbana, mas também a relação da cidade com o ambiente costeiro, visto que as marés desempenhavam papel importante no funcionamento cotidiano da cidade: algumas ruas do centro histórico eram projetadas para serem alagadas periodicamente, contribuindo para a limpeza natural do espaço urbano. Esse processo histórico consolidou Paraty – RJ é reconhecida como a única cidade brasileira com o duplo título concedido pela UNESCO, por seu valor histórico e pela biodiversidade reconhecido por seu valor arquitetônico, paisagístico e pela integração singular entre natureza e cultura (UNESCO, 2019).

Devido a esse cenário exuberante, a cidade tornou-se alvo da especulação imobiliária e atualmente o turismo constitui uma importante fonte econômica para o município. Entre 2010 e 2022, Paraty registrou um crescimento populacional de 19,55%, passando de 31 533 para 44 872 habitantes, segundo os dados do Censo Demográfico do IBGE, o maior entre os municípios da Costa Verde do Estado do Rio de Janeiro. (IBGE, 2023).

Estudos realizados por Pinheiro (2021), em diversas praias do município de Paraty constataram processos de erosão costeira, evidenciando a dinâmica natural e os impactos antrópicos que contribuem para o recuo da linha de costa. Dessa forma o presente trabalho tem como objetivo compreender as transformações de nas classes de uso do solo desses ambientes costeiros, bem como uma análise de perdas e ganhos e a contribuição de cada classe nessas transformações.

REFERENCIAL TEÓRICO

Para realizar esses estudos de perdas e ganhos das classes de uso do solo o uso das geotecnologias disponibilizadas pela plataforma Mapbiomas coleção -9 em conjunto com o ambiente SIG permitem o armazenamento de uma grande quantidade de volume de dados de anos de fundamental importância para estudos costeiros devido sua complexidade e dinâmica. A informação geoespacial está cada vez mais presente nas tomadas decisão dos gestores públicos uma vez que a representação cartográfica das variáveis nas intervenções, no monitoramento dos resultados e nas avaliações de impactos e nas tomadas de decisão. (CARVALHO, 2019).

Para compreender as transformações no ambiente costeiro de Paraty- RJ os Modelos de Simulação da Paisagem (*Land Change Models*) disponível no software Idrisi/ Selva foram utilizados pois, essa ferramenta disponibiliza uma técnica de análise das dinâmicas de uso/ cobertura do solo (Almeida, Monteiro & Camara, 2007) que envolve *Change Analysis* apresentando uma série de gráficos que permitem compreender o comportamento da mudança por categoria e, um mapa de mudanças e permanência dos usos além da ferramenta *Gains and Looses by Category*: informa, de acordo com a unidade de mensuração informada (Km², m², ha, pixel, etc), as perdas e ganhos de cada classe de uso de solo que será dado ênfase nessa pesquisa (CARVALHO, 2019). Assim, *LCM* apresenta-se em uma estrutura de modelagem em etapas como: análise das mudanças de cobertura da terra, cálculo dos potenciais de transição, simulação de mudanças futuras além de ferramentas para avaliação de intervenções planejadas no uso da terra e impactos para biodiversidade (EASTMAN, 2012).

METODOLOGIA

Este trabalho sucedeu-se nas seguintes etapas: (i) delimitação da área de estudo através Zoneamento Costeiro disponível na plataforma Mapbiomas col - 9; (ii) identificação das classes de uso e cobertura no período compreendido entre 85/ 2023, *Landsat 30m* (iii) Análise de Mudança de Uso e Cobertura do Solo e a contribuição de cada classe na análise de perdas e ganhos. As ferramentas utilizadas foram os dados disponíveis na plataforma Mapbiomas com resolução espacial 30m, a plataforma *Google Earth Engine*, para aquisição dos dados disponibilizados pela plataforma Mapbiomas, *software QGIS v. 3.8* para processamento das cenas e o software *Idrisi/ Selva* para análises de perdas e ganhos das classes de uso e cobertura.

(i) Zoneamento Costeiro de Paraty



Para delimitar a área de estudo o Zoneamento costeiro de Paraty delimitado pela plataforma Mapbiomas, coleção 9 que seguiu a metodologia mapa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de Biomas e Sistema Costeiro-Marinho em escala 1:250.000). O IBGE, delimitou o Sistema Costeiro e Marinho, que em sua porção terrestre é determinado por características de solo (geologia e geomorfologia) e vegetação além do Decreto nº 5.300, de 7 de dezembro de 2004, que regulamenta o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Para área de estudo, compreendida nas praias urbanas de Paraty, foram selecionadas as áreas compreendidas entre a praia do Jabaquara ao norte e ao sul a área da Marina Porto Imperial.

(ii) identificação das classes de uso e cobertura

As cenas para análise temporal inicial e final correspondem ao período de 1985 e 2023 respectivamente. O período de 1985 a 2023 foi escolhido para a análise dos estudos costeiros por representar a série histórica disponibilizada de forma contínua e sistemática pelo programa *Landsat*, cujas imagens possuem resolução espacial e temporal adequadas para o monitoramento ambiental em escala regional. Esse recorte temporal contempla quase quatro décadas, permitindo identificar tendências de erosão, avanços ou recuos da linha de costa e alterações no uso e cobertura do solo, além de compreender melhor os efeitos de políticas públicas, ocupação urbana e mudanças climáticas sobre a dinâmica costeira. Além disso, o ano de 1985 marca o início das séries anuais consistentes utilizadas em plataformas como o MapBiomas, viabilizando análises comparativas de longa duração com dados padronizados e validados.

(iii) Análise de Mudança de Uso e Cobertura do Solo

Para esta etapa foram adquiridas, via Google Earth Engine, as classificações para o uso e cobertura do solo para os anos de 1985- 2023, da coleção MAPBIOMAS, de forma que, o critério utilizado foi avaliar a mudança num período de quase 40 anos com interesse de capturar mudanças significativas nas classes de cobertura e uso do solo conforme mapa da figura 1 . As classificações foram reprojatadas para o Sistema de Referência de Coordenadas SIRGAS 2000/UTM 23S e, de forma a prover melhores visualizações e interpretações para as classes estudadas, elas foram recodificadas através do algoritmo *reclass* do QGIS. Por meio da ferramenta “*Land Cover Change*” da seção “*Post Processing*” do plugin “*Semi Automatic Classification Processing*” gerou-se as transições e as matrizes de mudança por classe de pixel para os intervalos globais e específicos, para a área de estudo da zona costeira de Paraty -RJ.

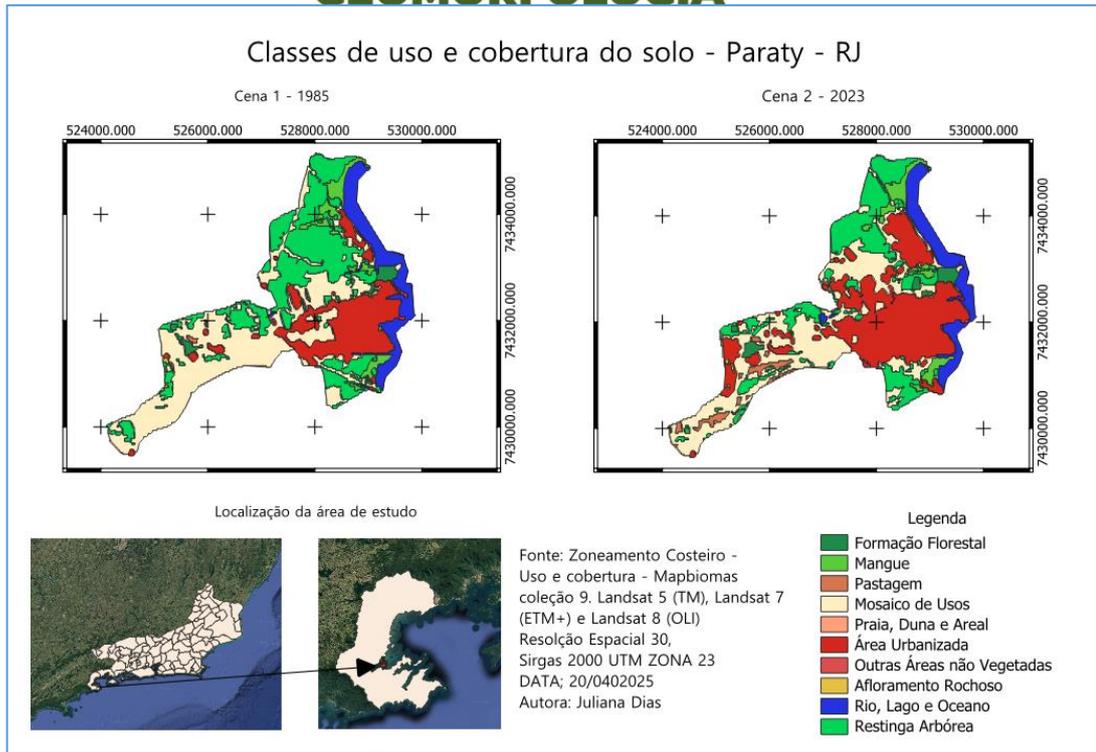


Figura 1 – Mapa de uso de cobertura – Zoneamento costeiro de Paraty-RJ.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstram que a classe, Área urbanizada somente cresceu. Já as classes que estão diretamente ligadas aos ecossistemas costeiros como Restinga arbórea, Mangue e Rio Lago e Oceanos tiveram perdas conforme Figura 2.

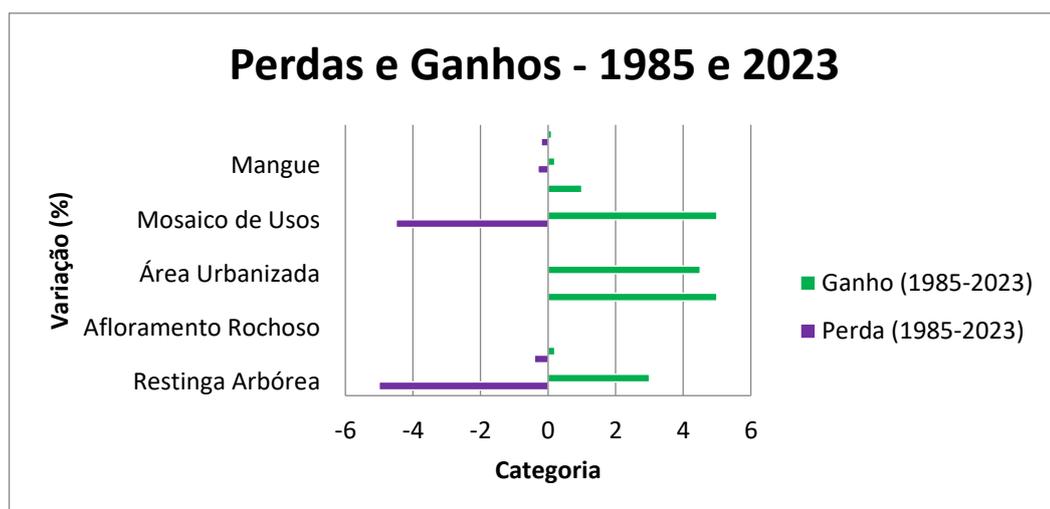


Figura 2 – Perdas e ganhos das classes de uso e cobertura.

Após essa etapa foram analisadas a área de perdas e ganhos para as três classes anteriormente citadas que podem interferir diretamente no comportamento da linha de costa. A Restinga arbórea teve uma perda de 189,03 hectares com ganho de 66,2 hectares. Essa classe

foi substituída pela classe Área urbana. Quando se analisa o ganho dessa classe é sobretudo em área de Mangue que foi substituída por Restinga arbórea. A classe Rio lago e Oceano perdeu 14.5 hectares confirmando a característica arquitetônica da Cidade de Paraty projetada para que as águas de maré adentrem as ruas. Porém inúmeras intervenções de engenharia foram realizadas ao longo dos anos, como a modernização do cais e molhes, e aterros alterando significativamente a linha de costa. A classe Mangue perdeu 12,5 hectares. Apesar de estar delimitada e protegida pelo plano diretor, a especulação imobiliária pressiona essa classe podendo ser constatado perdas recentes mesmo estando em áreas protegidas.

Para analisar a influência da urbanização sobre as classes, através da ferramenta *Map Transitions from* presente dentro do módulo *LCM* do software *Idrisi/ Selva* foram analisados quanto que cada classe mudou sob influência do crescimento urbano. Assim, essa ferramenta se torna de grande importância principalmente para os órgãos gestores compreenderem a dinâmica de seu território. As classes escolhidas foram Mangue, Restinga arbórea e Rio lago e Oceano representados pela Figura 3 respectivamente. Essas classes estão diretamente relacionadas a dinâmica costeira afetadas diretamente pelo crescimento urbano.

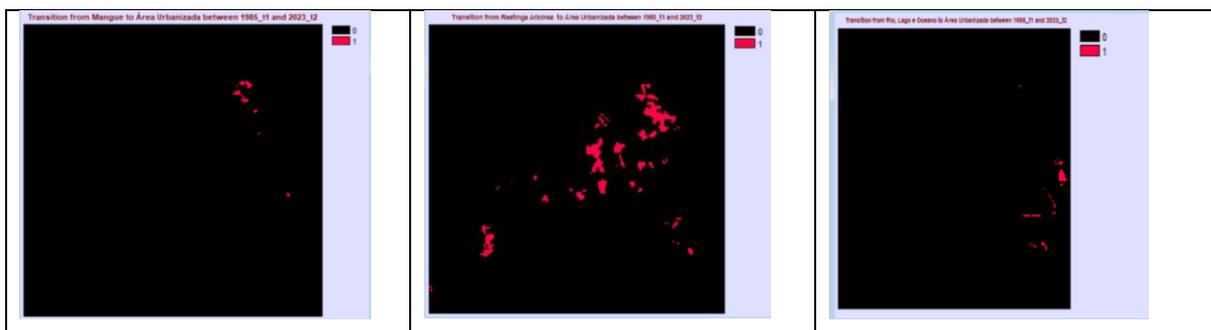


Figura 3 – Transições de Mangue, Restinga e praia duna e areal para Área urbana.

Os resultados evidenciam um processo significativo de conversão de áreas originalmente ocupadas por manguezais, restingas arbóreas e faixas adjacentes de rios, lagoas e oceano em área urbanizada, especialmente entre 1985 e 2023. Essa transição reflete a pressão crescente da urbanização sobre ambientes costeiros sensíveis, muitas vezes impulsionada pelo turismo, especulação imobiliária e expansão desordenada do perímetro urbano.

Do ponto de vista ambiental, essa mudança compromete funções ecossistêmicas fundamentais: os manguezais, responsáveis pela retenção de sedimentos e amortecimento de marés; as restingas arbóreas, que fixam dunas e protegem o solo contra a erosão; e as margens de rios, lagoas e áreas marinhas, que cumprem papel essencial na dinâmica hidrossedimentar e na manutenção da biodiversidade.

A substituição desses ambientes por superfícies impermeáveis ou parcialmente ocupadas interfere diretamente no escoamento superficial, agrava processos de erosão costeira

e aumenta a vulnerabilidade da cidade a inundações e eventos climáticos extremos. Além disso, a perda de habitats costeiros impacta a pesca artesanal, a paisagem cultural e os serviços ecossistêmicos que sustentam a economia local, fortemente baseada no turismo.

Através da ferramenta *Exchanges Between* verificou -se a transição da classe Mangue para Restinga, figura 4.

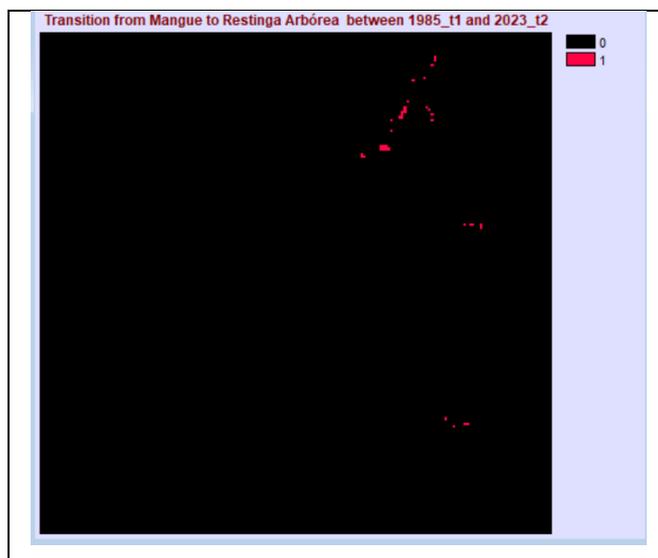


Figura 4 – Transição de Mangue para Restinga arbórea.

Essa mudança pode ser explicada por fatores naturais ou antrópicos como: redução do fluxo de água salgada ou da frequência de alagamento na área do mangue, fazendo com que ele perca as condições ideais para as espécies típicas ou deposição de sedimentos ou fechamento de canais que isolam parte do mangue, tornando o ambiente mais seco e favorecendo espécies de restinga. Ou ainda, a presença de aterros, drenagem ou obras de infraestrutura que reduzem a influência da maré, permitindo o surgimento de espécies pioneiras da restinga e supressão ou degradação do mangue.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise comparativa dos dados de cobertura e uso do solo entre 1985 e 2023 revela que, embora haja ganhos em algumas classes de vegetação nativa, como formação florestal e restinga arbórea, o município apresentou um crescimento expressivo da área urbanizada justamente sobre ambientes costeiros sensíveis, como manguezais, restingas, praias, dunas e areais. Essa expansão urbana ocorreu de forma concentrada em regiões vulneráveis, historicamente protegidas por sua função ecológica de estabilização da linha de costa, absorção de energia das ondas e proteção contra inundações.



Como consequência, verifica-se uma redução significativa nessas classes naturais, o que contribui diretamente para o agravamento dos processos de erosão costeira observados em diversas praias do município. Esse cenário reforça a importância de políticas públicas de ordenamento territorial, proteção efetiva dos ecossistemas costeiros e monitoramento contínuo, visando equilibrar o crescimento urbano com a preservação ambiental.

Esses resultados reforçam a importância de políticas de ordenamento territorial, conservação das áreas naturais remanescentes e recuperação de ecossistemas degradados, como estratégia para conciliar o desenvolvimento urbano com a preservação ambiental em Paraty — município que carrega o duplo reconhecimento da UNESCO como patrimônio cultural e natural da humanidade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. M. **Modelagem da dinâmica espacial como uma ferramenta auxiliar ao planejamento: simulação de mudanças de uso da terra em áreas urbanas para as cidades de Bauru e Piracicaba (SP)** / C. M. Almeida. – São Jose dos Campos: INPE, 2003. 351p. – (INPE-10567- TDI/942/A). Acessado em 04/03/2013. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/geu/Teses%20de%20Doutorado/Tese_Claudia_Almeida.pdf

BRASIL. **Decreto nº 5.300, de 7 de dezembro de 2004**. Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 8 dez. 2004. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm. Acesso em: 15 jul. 2025.

CARVALHO, Grazielle Anjos. **Cenários futuros para cidades inteligentes**. 1. ed. [S.l.]: Trilha Treinamentos e Consultoria, 2019. ISBN 9786580750009.

EASTMAN, J. R. **IDRISI Selva Tutorial**. Idrisi Production, Clark Labs-Clark University, v. 45, 2012.

IBGE. **Censo Demográfico 2022: população e domicílios por município – Primeiros resultados**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/paraty.html>. Acesso em: 15 jul. 2025.

PINHEIRO, A. B. ; SILVA, A. L. C. ; PEREIRA, T. G. . MAPEAMENTO DA LINHA DE COSTA EM PARATY (RJ). In: XIV Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, 2021. A Geografia que fala ao Brasil: ciência geográfica na pandemia ultraliberal, 2021

UNESCO. Paraty e Ilha Grande – cultura e biodiversidade. [S.l.], 2019. Disponível em: <https://whc.unesco.org/pt/list/1308/>. Acesso em: 15 maio. 2025.