



Jorge Chaves Junior

Consequências ambientais da aplicação do Decreto Estadual nº 42.356/2010 na delimitação de Faixa Marginal de Proteção em Área Urbana Consolidada.

Estudo de Caso: Rio Piabanha/RJ - Trecho 4.

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana e Ambiental do Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ana Cristina Malheiros Gonçalves Carvalho

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes Assumpção

Rio de Janeiro
Julho de 2020



Jorge Chaves Junior

Consequências ambientais da aplicação do Decreto Estadual nº42.356/2010 na delimitação de Faixa Marginal de Proteção em Área Urbana Consolidada.

Estudo de Caso: Rio Piabanha/RJ - Trecho 4.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana e Ambiental do Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada:

Prof.^a Ana Cristina Malheiros Gonçalves Carvalho

Orientadora

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – PUC-Rio

Prof.^a Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes Assumpção

Coorientadora

Escola Nacional de Saúde Pública – Fiocruz/RJ

Prof. Celso Romanel

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – PUC-Rio

Prof. Paulo Luiz da Fonseca

Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, 16 de julho de 2020

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial deste trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Jorge Chaves Junior

Graduou-se em Engenharia Civil com ênfase em Meio Ambiente na Universidade Católica de Petrópolis em 2011. É servidor público no Instituto Estadual de Engenharia e Arquitetura do Rio de Janeiro, concursado para o cargo de Engenheiro Civil. Em sua trajetória profissional na Administração Pública, já desempenhou diversas funções, dentre elas: a função de Subgerente de Obras e Conservação da Bacia da Baía de Sepetiba na Fundação Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro (Rio-Águas); e a função de Diretor de Recuperação Ambiental do Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro – INEA/RJ.

Ficha Catalográfica

Chaves Junior, Jorge

Consequências ambientais da aplicação do Decreto Estadual n.º 42.356/2010 na delimitação de faixa marginal de proteção em área urbana consolidada: Estudo de Caso: Rio Piabanha/RJ - Trecho 4 / Jorge Chaves Junior; Orientadora: Ana Cristina Malheiros Gonçalves Carvalho; Coorientadora: Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes Assumpção. – 2020.

104 f. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, 2020.

Inclui bibliografia.

1. Engenharia Civil e Ambiental - Teses. 2. Engenharia Urbana e Ambiental - Teses. 3. Decreto Estadual n.º 42.356/2010. 4. Faixa Marginal de Proteção. 5. Rio Piabanha. 6. Código Florestal. 7. Sensoriamento Remoto. I. Carvalho, Ana Cristina Malheiros Gonçalves. II. Assumpção, Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. IV. Título.

CDD: 624

Dedico esta dissertação a ROGÉRIO FERNANDO,
companheiro e amigo, sempre atencioso e paciente.
E, ainda, deixo registrado meu muito obrigado pela
alegria de ter a sua companhia em minha vida.

Agradecimentos

A DEUS, que sempre me guia, por encher meus dias com novas e graciosas conquistas.

A minha amada MÃE, WILMA, pelo carinho, pelo amor e pela educação proporcionada. Também por ter me ensinado a sonhar com um futuro melhor, servindo de exemplo e inspiração para todos os meus passos.

Aos meus irmãos, MARILENE, JOSIANE e MÁRCIO, por sempre serem tão amorosos comigo. Vocês são a paixão da minha vida

Aos meus sobrinhos, MELISSA, ELOISA, JOÃO PEDRO, ANA KAREN, LAURA e ISABELA, por serem tão lindos e encherem de alegria o meu coração.

Aos meus colegas de curso FELIPE, GUILHERME, HAYLANDER e PEDRO, pela troca de experiências, por compartilharem comigo tantos momentos de descobertas e por todo o companheirismo ao longo deste percurso. Vocês enriqueceram o meu processo de aprendizado.

A minha querida amiga GISELE SANTANNA, pelo incentivo e ajuda na reta final do fechamento desta jornada.

A minha orientadora ANA CRISTINA MALHEIROS, pelo profissionalismo e pela elegância com que me orientou no desenvolvimento desta dissertação.

A minha estimada professora e amiga RAFAELA FACCHETTI, pelo conhecimento transmitido e por sempre ser tão solícita e paciente em todas vezes que busquei a sua orientação e seus conselhos.

A ROBERTA BRASILEIRO, pelo auxílio técnico que me foi prestado com grande competência durante a elaboração dos elementos gráficos que constam neste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Resumo

Chaves Junior, Jorge; Carvalho, Ana Cristina Malheiros Gonçalves (Orientadora); Assumpção, Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes (Coorientadora). **Consequências ambientais da aplicação do Decreto Estadual nº 42.356/2010 na delimitação de Faixa Marginal de Proteção em Área Urbana Consolidada. Estudo de Caso: Rio Piabanha/RJ - Trecho 4.** Rio de Janeiro, 2020. 104 p. Dissertação de Mestrado - Departamento Engenharia Civil e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

No Brasil, o Rio de Janeiro é o único Estado com atribuição legal para demarcação de Faixas Marginais de Proteção, amparado pelo Decreto Estadual n.º 42.356/2010 que, para áreas urbanas consolidadas, permite aplicar limites inferiores aos limites mínimos do Código Florestal Brasileiro. As alterações das margens do rio Piabanha são relevantes devido à importância deste corpo hídrico para a melhoria da qualidade das águas do rio Paraíba do Sul que é o principal manancial de abastecimento do Estado do Rio de Janeiro. Por meio do sensoriamento remoto via satélites foi possível identificar que, entre o ano de 2006 e o ano de 2019 a degradação ambiental nas áreas que deixaram de integrar as Faixas Marginais de Proteção do rio Piabanha/RJ foi crescente, apesar de também ter sido identificada regeneração de algumas áreas que, entretanto, não superara o quantitativo de áreas desmatadas ou que poderiam ter sido recuperadas. Assim, pode-se concluir que a revisão do Decreto Estadual n.º 42.356/2010 é necessária, o qual não deveria ter sido editado sem previsão de aplicação de instrumentos urbanísticos que considerasse a regeneração e a recuperação das áreas das margens dos corpos hídricos e sem que houvesse um planejamento urbano com alternativas locais voltadas às questões das ocupações irregulares e futuras.

Palavras-chave:

Decreto Estadual n.º 42.356/2010; Faixa Marginal de Proteção; Rio Piabanha; Código Florestal; Sensoriamento Remoto.

Extended Abstract

Chaves Junior, Jorge; Carvalho, Ana Cristina Malheiros Gonçalves (advisor); Assumpção, Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes (co-advisor). **Environmental consequences of the application of State Decree 42,356/2010 in the delimitation of the Protection Marginal Strip in a Consolidated Urban Area. Case Study: Piabanha/RJ River - Section 4.** Rio de Janeiro, 2020. 104 p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Introduction

The areas on the margins of rivers, due to their hydrological, geological and ecological characteristics, need to be properly demarcated to be monitored and protected against human actions. In this context, the Protection Marginal Strips are of great importance and, thus, discussions about the norms that aim to protect these areas in urban environment become relevant, as many cities appear and grow along water courses without observing the land use and occupation regimes.

In the State of Rio de Janeiro, the Instituto Estadual do Ambiente (INEA) uses to demarcate the Protection Marginal Strips of river minimum limits determined by State Decree 42.356/2010 that admits, for consolidated urban areas, lower limits than those established by the Brazilian Forest Code.

The Piabanha River, that has its source in the Serra do Mar, in the municipality of Petrópolis, and flows into the municipality of Três Rios, was chosen as the object of work due to its importance as a tributary of the Paraíba do Sul River, one of the main sources of Rio de Janeiro. In addition, it has a large part of its extension in the mountainous region of the state, where flood events are frequent.

Therefore, the technical-scientific approach of this work seeks to verify occurrences of removal of natural protection by deforestation and anthropic occupations in areas that have been excluded to Protection Marginal Strips of the Piabanha/RJ river, in consolidated urban areas, after the edition of the State Decree 42.356/2010, when it started to be applied in the demarcation of Protection Marginal Strips of waterbodies in the State of Rio de Janeiro.

Protection Marginal Strips and the State Decree 42.356/2010

The vegetation of the river banks, called 'riparian forest', provides positive effects for water quality, flood mitigation, biodiversity conservation and other factors that point to the need to protect these areas. Considering its relevance, the Brazilian legislation classified the watercourse margins as Permanent Preservation Areas assigning them the forest destination, therefore, these areas are considered as no edifying and will need to be free from occupations.

However, this match creates an impasse between in the demarcation of Protection Marginal Strips in areas whose natural characteristics no longer exist, and in 2007, the State Foundation for Engineering and Environment (FEEMA), now extinct, drafted the Opinion RD 04/2007 that, among other topics, addresses Permanent Preservation Areas that have lost their ecological function, admitting that, in exceptional cases, as Protection Marginal Strips have a minimum limit of 10 or 15 meters, provided that they meet the following requirements, cumulatively:

- a) long and consolidated urban occupation;
- b) consider the loss of the ecological function of the permanent preservation area, that is, the lack of fulfillment of the functions presented in art. 1, II, of the Forest Code, such as: the preservation of water resources, the landscape, geological stability, biodiversity, the genetic flow of fauna and flora, the protection of the soil and the well-being of human diseases;
- c) a recovery of the area as a whole is not viable without manifestly excessive costs.

Opinion RD 04/2007 was the embryo of Decree 42,356/2010 when admitting that in the processes of licensing and issuing environmental authorizations in the urban areas of municipalities, in specific case, the minimum limits fixed abstractly by the Forest Code could to be reduced. Thus, on March 16, 2010, State Decree 42,356 was issued, providing that in the State of Rio de Janeiro the limits of the Forest Code could be exceptionalized in view of the following characteristics:

- 1) anthropized area;
- 2) long and consolidated urban occupation;
- 3) loss of ecological function; and
- 4) economic unfeasibility of recovery.

According to Carvalho (2019), Rio de Janeiro is the only state in Brazil with the attribution for the demarcation of Protection Marginal Strips and, by State Decree n ° 42.356 / 2010, allows the reduction of its widths to 15 meters in consolidated urban areas, while by the Code Forestry would have a minimum of 50 meters. De Moraes (2012) warns that this reduction in widths by the simple attestation of the prerequisites by 03 (three) INEA servers covered the demarcation of Protection Marginal Strips of subjectivism due to lack of parameters to support the respective certificates.

Coelho Junior (2010) recognized the possibility of not applying the Forest Code in specific cases, however, he concluded that the Decree 42,356/2010 was unconstitutional, since, according to, only federal law could establish rules with this content. The Advocacia Geral da União (AGU) in year 2007 has also commented on the subject and considered that, in areas where urban occupation is consolidated, it must be reasonably considered what is the best solution for the environment and for citizens.

Therefore, despite all the controversy surrounding Decree No. 42,356/2010, it remains as a legal basis for the demarcation of Protection Marginal Strips in Rio de Janeiro, having completed 10 years on March 16, 2020.

Piabanha River Hydrographic Basin

The Piabanha River Hydrographic Basin consists of areas from 7 municipalities in the state of Rio de Janeiro: Areal; Petrópolis; Teresópolis; São José do Vale do Rio Preto; Paty do Alferes; Paraíba do Sul and Três Rios, with estimated population of 674,258 habitants in 2019, according to IBGE (2020).

The main watercourse is the Piabanha River, approximately 80 km long. In view of its relevance to the quality of the waters of the Paraíba do Sul River, oxygenating and contributing to the increase of water supply that supplies 80% of the State of Rio de Janeiro, it is important that they are identified changes in the margins of the Piabanha river after an edition of State Decree n° 42.356/2010, generating information that can support possible studies and discussions on the environmental pertinence of the referred normative statute.

Demarcation of the Protection Marginal Strip Piabanha River

In the State of Rio de Janeiro, the Protection Marginal Strips of watercourses are demarcated by the State Environmental Institute (INEA). Therefore, the Administrative Process E-07/00.07317/2017 contains the demarcation of the Protection Marginal Strips of the Piabanha River, from its source in the municipality of Petrópolis, covering urban and rural areas, to its mouth in the municipality of Três Rios. To carry out that demarcation, the Piabanha River was divided into five excerpts with 'application' or 'non-application' of State Decree 42.356/2010, depending on the characteristics of its immediate surroundings, namely: the degree of occupation and anthropization observed on its banks.

The application of State Decree 42,356/2010 in Section 4 of the Piabanha River, that has with approximately 8 km long, for the demarcation of the Protection Marginal Strips with 15 m in width on each margin, considered as inserted in a Consolidated Urban Area, motivated its choice as study area. Section 2, due to its great length, approximately 34.5 km, would make this study too large and impractical to a research project and, therefore, was disregarded.

Remote Sensing

Due to the large dimensions the of the Permanent Preservation Areas and Protection Marginal Strips to be monitored, a search for alternatives for overcome technical and economic limitations of traditional methods finds important support in the evolution and accessibility of geotechnologies. According to Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2019), among the geoprocessing technologies, the use of remote sensing is increasing in the areas of: control and protection of biodiversity; forest degradation; urbanization; pollution; water use and quality; among others.

To Carvalho & Leite (2009), remote sensing is a technique that obtains information about an area or an object through instruments without physical contact with the object or the area in question. In general and more simplified, remote sensing is used to capture electromagnetic energy reflected or emitted by a target on the Earth's surface, through aerial photographic surveys (photogrammetry) or by images captured via orbital satellite (orbital images).

Applied Material and Methods

The delimitation the area study in section 4 of the Piabanha River was carried out demarcating the Protection Marginal Strips with 50 meters wide, according to the norms established by Brazilian Forest Code and after with subtraction of the demarcated with application of State Decree 42.356/2010 (15 meters wide).

That process was executed in the *AutoCAD* program using the *Offset* tool, adding 35 meters in width from the Protection Marginal Strips limit of 15 meters wide previously defined by INEA in Administrative Process E-07/ 00.07317/2017, as shown in Figure 1 and Figure 2 below:

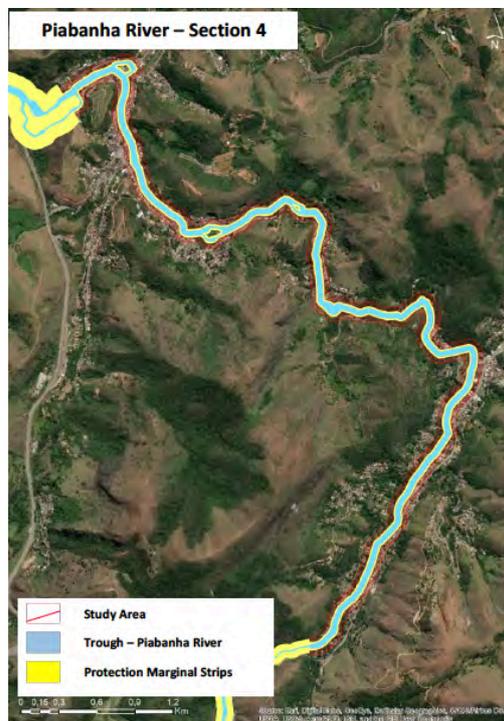


Figure 1 – Study Area
Source: **Own**



Figure 2 – Study Area (Detail)
Source: **Own**

In order to generate information on ground use and land cover to identify changes in areas that were excluded from Protection Marginal Strips of Section 4 of the Piabanha River/RJ, after edition of State Decree 42.356/2010, we sought to satellite images that demonstrate reality at different times, before the decree was issued and the images most recent ones available. The used images were provided by the Secretaria Estadual do Ambiente e Sustentabilidade of the State of Rio de Janeiro (SEAS/RJ).

The images most current that used are from 17/11/2019. Already the search to images prior to the edition of State Decree 42.356, of March 16, 2010, due to the interference of clouds in the region, this search was more difficult and laborious, so the images of the year 2006 were considered to be the most appropriate. Subsequently, using mosaics built in the *ArcGIS* software, a comparison was made between the dates studied, identifying changes in soil cover.

Results

When assessing in the AutoCAD program the area that should be protected by the Brazilian Forest Code, considering a width of 50 meters on each margin, the total area of the Protection Marginal Strips of Section 4 of the Piabanha River would be 849,374.29 m², however, when applying the Decree criteria State 42,356/2010, its FMP now has only 257,678.15 m². This difference between areas represents 591,696.14 m² of reduction in absolute numbers and, in percentages, 70% of loss of legal protection.

Five types of ground changes were observed in the study area:

- (I) From Vegetation (2006) to Field (2019);
- (II) From Vegetation (2006) to Construction (2019);
- (III) From Field (2006) to Construction (2019);
- (IV) From Field (2006) to Vegetation (2019);
- (V) From Construction (2006) to Vegetation (2019).

The following graph (Figure 3) illustrates in (m²) of the changes identified:

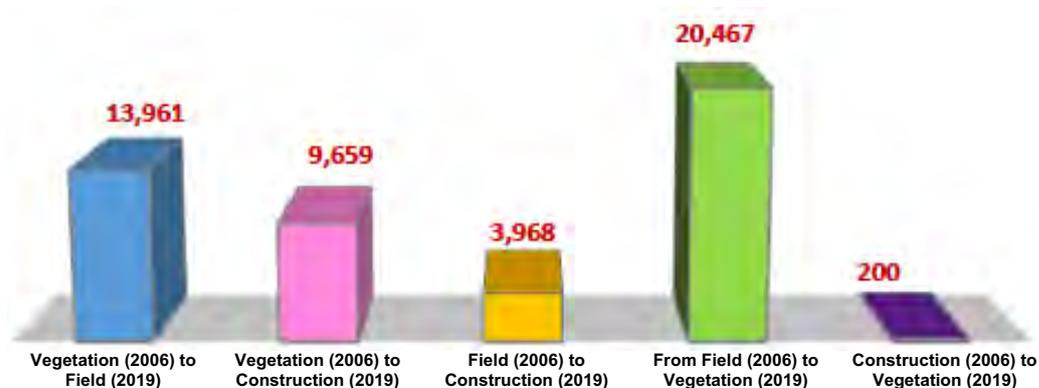


Figure 3 – Changes Identified (m²) – 2006/2019
Piabanha River – Section 4
 Source: Own

Conclusion

Despite the positive data identified regarding the alteration of the 'From Field to Vegetation' type and of the 'From Construction to Vegetation' type, there is no reason to celebrate, as this vegetation recovery remains in unprotected area, as long as the parameters established by State Decree 42.356/2010 are applied for the demarcation of marginal protection strips. It is noted by the values of alterations identified that for the analyzed period that the deforestation in the study area is increasing, because for each 1 m² of regenerated area there is approximately 1.35 m² of degraded area or that could have been recovered.

From the data obtained, it appears that State Decree 42,356/2010 translates the recognition of the inefficiency of public entities and their supervisory bodies, by reducing the limits of marginal protection bands in consolidated urban areas, disregarding the issues of irregular occupations in Permanent Preservation Areas, as well as the prohibition of new interventions, which, again, goes against what would be correct and desirable. By enacting State Decree 42,356/2010, the past of transgressing the Forest Code, then in force at the time, was revealed, without any kind of guarantee that over the years other amnesties would not be offered to the degraders. Great irony, because in the long run, if such an irresponsible policy is maintained, we will all be punished for environmental imbalance.

The preservation of Protection Marginal Strips is imperative and calls for the revision of the decree. The state provisions should provide for the application of urban planning instruments that consider the regeneration and recovery of the areas bordering the water bodies, enabling integrated and inclusive management strategies, because, even when they come from democratic processes, the norms will be inane if they do not contribute to urban planning with locational alternatives focused on the issues of irregular occupations and future occupations.

Keywords:

State Decree No. 42,356/2010; Protection Marginal Strip; Piabanha River; Forest Code; Remote Sensing.

Abreviaturas

AEB – Agência Espacial Brasileira

AGEVAP – Agência da Bacia do Rio Paraíba do Sul

AGU – Advocacia Geral da União

ANA – Agência Nacional das Águas

APP – Área de Preservação Permanente

AUC – Área Urbana Consolidada

CECA – Comissão Estadual de Controle Ambiental

CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral

CF – Constituição Federal

CFlo – Código Florestal

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPPETEC – Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

FMP – Faixa Marginal de Proteção

GAEMA – Grupo de Atuação Especializada em Meio Ambiente

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INEA – Instituto Estadual do Ambiente

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LMEO – Linha Média das Enchentes Ordinária

LPVN – Lei de Proteção da Vegetação Nativa

MPRJ – Ministério Público do Rio de Janeiro

NMA – Nível Máximo de Água

PD – Plano Diretor

PGF – Procuradoria Geral Federal

PIB – Produto Interno Bruto

PMCMV – Programa Minha Casa Minha Vida

PNRH – Política Nacional dos Recursos Hídricos

RH – Região Hidrográfica

RL – Reservas Legal

SEAS – Secretaria Estadual do Ambiente e Sustentabilidade

SEMA – Secretaria do Meio Ambiente

SERLA – Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

STF – Supremo Tribunal Federal

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

ZEIS – Zona Especial de Interesse Social

Sumário

1. Introdução	21
1.1 Justificativa	23
1.2 Objetivos	24
1.2.1. Objetivo Geral	24
1.2.2. Objetivos Específicos	24
1.3. Hipóteses	25
2. Referencial Teórico	26
2.1. A Política Ambiental Brasileira	33
2.1.1. Área Urbana Consolidada - AUC	35
2.1.2. O Decreto Estadual N.º 42.356/2010	37
2.2. Geoprocessamento e os Estudos Ambientais	45
2.2.1. Geoprocessamento e Geotecnologias	45
2.2.2. Sensoriamento Remoto	47
2.2.2.1. Escolha e Aquisição das Imagens (Cenas)	57
2.2.2.2. Interpretação Visual	57
2.2.2.3. Classificação de Imagens	59
3. Material e Área de Estudo	61
3.1. A Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha	62
3.2. Demarcação de FMPs de Cursos D'água	69
3.2.1. Demarcação das FMPs do rio Piabanha	72
3.2.2. Escolha e Delimitação da Área de Estudo	74
4. Métodos Aplicados e Resultados Obtidos	77
5. Discussão de Resultados e Conclusão	90
5.1. Recomendações para Estudos Futuros	95
Referências Bibliográficas	97

Lista de Figuras

Figura 1 – Faixa Marginal de Proteção – FMP	31
Figura 2 – Bandas Vísiveis	50
Figura 3 – Aquisição, Transmissão e Coleta de Dados	50
Figura 4 – Espectro Eletromagnético – Espectro Visível	51
Figura 5 – Variação do Comprimento de Ondas	52
Figura 6 – Assinaturas Espectrais	54
Figura 7 – Resolução Espacial	55
Figura 8 – Divisão Hidrográfica Nacional	62
Figura 9 – Unidades Hidrográficas	63
Figura 10 – Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro	64
Figura 11 – Região Hidrográfica IV – Piabanha	65
Figura 12 – Divisão Política - Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha	66
Figura 13 – Principais Corpos Hídricos – Bacia do Rio Piabanha	66
Figura 14 – Municípios Abrangidos pelo Rio Piabanha	68
Figura 15 – Demarcação de FMP pelo Nível Máximo de Água (NMA)	69
Figura 16 – NMA e LMEO (adaptada)	70
Figura 17 – Projeto de Demarcação de FMP do Rio Piabanha	72
Figura 18 – Divisão do Rio Piabanha em 5 Trechos	73
Figura 19 – Trecho 4 – Rio Piabanha – Área do Estudo	75
Figura 20 – Detalhe do Trecho 4 – Rio Piabanha – Área do Estudo	76
Figura 21 – Cenas Escolhidas – 2019	78
Figura 22 – Cenas Disponíveis de 2009 e 2014	79
Figura 23 – Cenas Escolhidas – 2006	80
Figura 24 – Zona de Segurança além da Área de Estudo	81
Figura 25 – Segmentação – Imagens de 2019	82

Figura 26 – Variação de Cores e Tonalidades na Classe Construção	84
Figura 27 – Mapa de Identificação de Classes (Ano: 2006)	85
Figura 28 – Mapa de Identificação de Classes (Ano: 2019)	86
Figura 29 – Polígonos de Identificação de Alterações Áreas	88
Figura 30 – Polígonos de Identificação de Alterações Áreas	88
Figura 31 – Polígonos de Identificação de Alterações Áreas	88
Figura 32 – Gráfico Comparativo de Alterações Identificadas (m ²)	90
Figura 33 – Gráfico das Alterações Identificadas (%)	91
Figura 34 – Gráfico da Alteração ' <u>De Campo para Vegetação</u> '	91
Figura 35 – Gráfico da Alteração ' <u>De Construção para Vegetação</u> '	92
Figura 36 – Gráfico da Alteração ' <u>De Vegetação para Campo</u> '	92
Figura 37 – Gráfico da Alteração ' <u>De Vegetação para Construção</u> '	93
Figura 38 – Gráfico da Alteração ' <u>De Campo para Construção</u> '	93

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Conceitos de Área Urbana Consolidada	36
Tabela 2 – Larguras de Referência para Demarcação de FMP	71
Tabela 3 – Classes de Interesse do Estudo	83
Tabela 4 – Alterações de Cobertura do Solo	89

*Por um mundo onde sejamos
socialmente iguais, humanamente
diferentes e totalmente livres.*

Rosa Luxemburgo

1.

Introdução

Os processos de urbanização das cidades, nascimento e desenvolvimento, ocasionam impactos ambientais nos corpos hídricos que podem acarretar problemas que estão acima da capacidade de absorção dos ecossistemas. Nesse contexto, as faixas marginais de proteção (FMPs) são importantes mitigadores por assegurarem a permeabilidade do solo nas margens dos corpos hídricos, característica que contribui para o abastecimento dos lençóis freáticos e reduz o volume das cheias, permitindo também melhores condições de drenagem de águas de pluviais.

Outro fator presente nas FMPs a ser destacado é a preservação e possibilidade de formação de vegetal às margens dos rios onde ocorrem variações dos níveis das águas durante o ciclo das chuvas. Essa vegetação denominada como “mata ciliar” combate fenômenos de erosão e desmoronamento dos taludes fluviais, minimizam as alterações das profundidades por processos de assoreamento ocasionados pelo carreamento de material para os leitos dos rios que agravam os transbordamentos e provocam alagamentos e enchentes devido aos grandes volumes de água que os rios recebem nos períodos chuvosos, o que implica em riscos diretos à população.

É inequívoco que áreas às margens dos corpos hídricos são de grande importância em função de suas características hidrológicas, geológicas e ecológicas, por isso, necessitam estar, além de legalmente e adequadamente demarcadas, monitoradas para que possam ser protegidas das ações do homem nas FMPs. Por isso, a discussão a respeito de normativas que visem à proteção das florestas e de outras formas de vegetação nativa em áreas urbanas, apesar de se tratar de matéria polêmica, é de grande relevância, pois muitas cidades surgiram e cresceram ao longo dos cursos d’água sem que fossem observados os regramentos de uso e ocupação do solo para proteção das matas ciliares, consideradas áreas de preservação permanente.

No Estado do Rio de Janeiro, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) utiliza para demarcação das faixas marginais de proteção dos corpos hídricos nas áreas urbanas consolidadas, critérios de dimensões mínimas estabelecidos pelo Decreto Estadual n.º 42.356, promulgado em 16 de março de 2010, que admitem larguras de FMPs nas áreas urbanas consolidadas menores que aquelas estabelecidas pela Lei Federal n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, vigente a época da edição do Decreto Estadual n.º 42.356/2010, como também menores que aquelas estabelecidas pela Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), popularmente denominada como Novo Código Florestal Brasileiro.

O rio Piabanha, com nascente na Serra do Mar no município de Petrópolis e foz no município de Três Rios, foi escolhido como objeto do trabalho devido a sua importância como afluente do rio Paraíba do Sul, um dos principais mananciais do Rio de Janeiro. Além disso, possui grande parte da sua extensão na Região Serrana do Estado, onde são frequentes os eventos de inundação.

Logo, a abordagem técnico-científica deste trabalho busca verificar ocorrências de remoção de proteção natural por desmatamento e por ocupações antrópicas nas áreas que deixaram de integrar as FMPs do rio Piabanha/RJ, nas áreas urbanas consolidadas, após a edição do Decreto Estadual n.º 42.356/2010, quando passou a ser aplicado na demarcação das faixas marginais de proteção dos corpos hídricos do Estado do Rio de Janeiro.

Cabe ressaltar que não faz parte do escopo introduzir-se no mérito das complexas questões de regularização fundiária de interesse social dos assentamentos inseridos em área urbana de ocupação consolidada e que ocupam FMPs do rio Piabanha/RJ. Tais questões, por representarem históricos conflitos entre as demandas ambientais e as demandas sociais, são de natureza multidisciplinar e, por isso, exigem discussões amplas e colegiadas para alcançarem a legitimidade adequada.

1.1

Justificativa

As margens dos cursos d'água, por se tratarem de áreas estratégicas para preservação do meio ambiente, necessitam de proteção contra ocupação de seus terrenos marginais e intervenções que retirem cobertura vegetal, a fim de que alcancem sua função de conservação da qualidade ambiental, preservando os recursos hídricos, a biodiversidade, a estabilidade geológica, o fluxo gênico de fauna e flora, dentre outras funções, conforme prevê a Lei 12.651/2012 - LPVN.

As discussões sobre limites para demarcação das faixas marginais de proteção dos corpos hídricos são frequentes, entretanto, pouco se tem avançado quanto às áreas urbanas de ocupação consolidada, zona de conflito entre os instrumentos normativos que regulam as questões urbanas e ambientais. Por isso, a demarcação e manutenção dos limites ambientais estabelecidos pela LPVN para áreas urbanas que apresentem ocupações consolidadas são grandes desafios para a legislação ambiental brasileira. Dentro deste cenário, chama atenção que o Rio de Janeiro seja o único estado do Brasil com atribuição de demarcação de FMPs, amparado pelo Decreto Estadual n.º 42.356/2010. A referida normativa que em 16 de março de 2020 completou 10 (dez) anos de vigência é bastante controversa, pois permite a aplicação de parâmetros que reduzem de forma significativa os limites mínimos fixados pelo Código Florestal, antigo e novo, para as áreas urbanas consolidadas.

Assim, é relevante que sejam identificadas as alterações das margens do rio Piabanha, nas áreas urbanas consolidadas, ocorridas posteriormente a edição do Decreto Estadual n.º 42.356/2010, tendo em vista a importância daquele corpo hídrico para melhoria da qualidade das águas do rio Paraíba do Sul, oxigenando e contribuindo para aumento de vazão daquela bacia hidrográfica, onde se concentra 13% do PIB nacional e que abastece 80% do Estado do Rio de Janeiro, dado que inúmeras cidades a jusante da foz do Piabanha têm o Paraíba do Sul como fonte de captação de água para suas populações.

1.2

Objetivos

1.2.1.

Objetivo Geral

Identificar as alterações no uso e cobertura do solo nas áreas que deixaram de integrar as faixas marginais de proteção do Trecho 4 do rio Piabanha/RJ, classificado como área urbana consolidada, após a edição do Decreto Estadual n.º 42.356/2010, vigente a partir de 16 de março de 2010.

1.2.2.

Objetivos Específicos

- a) Demarcar áreas que deixaram de integrar as faixas marginais de proteção do Trecho 4 rio Piabanha/RJ após a edição do Decreto Estadual n.º 42.356/2010, utilizando os critérios da Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), popularmente denominada como Novo Código Florestal Brasileiro;
- b) Identificar ocorrências de alterações (supressão de vegetação e edificações civis) nas áreas que deixaram de integrar as faixas marginais de proteção do Trecho 4 do rio Piabanha/RJ, área urbana consolidada, após a edição do Decreto Estadual n.º 42.356/2010.

1.3.

Hipóteses

- I. O Decreto Estadual n.º 42.356 editado em 16 de março de 2010 implicou em perda quantitativa de áreas integrantes das faixas marginais de proteção do Trecho 4 do rio Piabanha/RJ que anteriormente encontravam-se protegidas pela Lei Federal n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965 e que atualmente estariam protegidas pelas Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), popularmente denominada como Novo Código Florestal Brasileiro, a qual revogou a Lei Federal n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965;

- II. Após a edição do Decreto Estadual n.º 42.356/2010, houve aumento de degradação nas áreas que deixaram de integrar as faixas marginais de proteção do Trecho 4 do rio Piabanha/RJ.

2.

Referencial Teórico

A humanidade ao deixar de ser nômade procurou se organizar em comunidades no entorno dos cursos d'água em busca de terras férteis irrigadas pelos rios a fim de facilitar o abastecimento, a irrigação, o esgotamento, o transporte, dentre outras atividades necessárias para sobrevivência.

Os primeiros e principais assentamentos humanos tiveram como um dos fatores primordiais para seleção locacional a proximidade dos cursos d'água. As facilidades para o abastecimento, irrigação e transporte, por exemplo, norteavam tal escolha. (De Moraes, 2012, p. 21).

Segundo Wells (1968) a capacidade de proporcionar os meios de subsistência seria o requisito básico que a região escolhida deveria apresentar para ser selecionada como local de estabelecimento de uma sociedade fixa. Decerto, o fácil acesso aos recursos hídricos era um fator determinante:

A primeira condição necessária para uma real fixação dos homens neolíticos — que se deve distinguir de uma fixação temporária em local de alimentação abundante — seria a existência de recursos d'água seguros e permanentes, de pastagens para os seus animais, de alimentos para eles próprios e de material de construção para suas habitações. (Wells, 1968, p. 248).

Para Lou (2010) a água apresenta-se como principal recurso natural que condiciona a ocupação humana em uma determinada região. Essa constatação pode ser feita a partir do estudo das diferentes civilizações humanas que se implantaram e se desenvolveram na superfície terrestre.

A relação entre qualidade de vida e disponibilidade de água caracterizou os corpos hídricos como estrategicamente essenciais para a população e, ao longo da história, o uso da água ganhou dimensões e demandas diferentes para as civilizações.

Os usos dos recursos hídricos têm se intensificado com o desenvolvimento econômico, tanto no que se refere ao aumento da quantidade demandada para determinada utilização, quanto no que se refere à variedade dessas utilizações. Originalmente, a água era usada principalmente para usos domésticos, criação

de animais, para usos agrícolas a partir da chuva e, menos frequentemente, com suprimento irrigado. À medida que a civilização se desenvolveu, outros tipos de usos foram surgindo, disputando os usos de recursos hídricos muitas vezes escassos e gerando conflitos entre usuários. (Tucci, 1997, p. 734).

De acordo com Bacci & Pataca (2008), durante milhares de anos o homem ocupou territórios, cresceu e se desenvolveu por meio da utilização dos recursos hídricos. No entanto, ao longo da história, modificações aconteceram na relação do homem com a natureza e, por consequência, na sua relação quanto ao uso da água. Andrade (2011) recorda que com o surgimento das grandes cidades e o advento da revolução industrial o uso da água deixou de ser apenas para suprir as necessidades básicas de subsistência.

Segundo Takeda (2009), no decorrer da história, várias civilizações entraram em decadência em função de desequilíbrios ambientais. Supõem-se que a civilização acadiana se extinguiu devido à seca dos rios Tigre e Eufrates. Ramos (2010) lembra que épocas de anarquia com rupturas na sucessão política e substituição de faraós, coincidem com períodos de seca e longas vazantes do Nilo. De acordo com Tucci (1997), em decorrência da urbanização e inserção de elementos antrópicos na dinâmica natural dos cursos d'água, surgem diversos problemas, dentre eles:

- a) Aumento da temperatura → Superfícies impermeáveis absorvem parte da energia solar aumentando a temperatura ambiente, produzindo ilhas de calor na parte central dos centros urbanos, onde predomina o concreto e o asfalto.
- b) Aumento de sedimentos e material sólido → Durante o desenvolvimento urbano, o aumento dos sedimentos produzidos pela bacia hidrográfica é significativo, devido às construções, limpeza de terrenos para novos loteamentos, construção de ruas, avenidas e rodovias entre outras causas. Isto ocasiona:
 - (i) assoreamento da drenagem, com redução da capacidade de escoamento de condutos, rios e lagos urbanos;
 - (ii) transporte de poluente agregado ao sedimento, que contaminam as águas pluviais;
 - (iii) produção de lixo, que obstrui ainda mais a drenagem e cria condições ambientais ainda piores.
- c) Interferência na qualidade da água pluvial → A quantidade de material suspenso na drenagem pluvial é superior à encontrada no esgoto *in natura*. A qualidade da água da rede de pluviais depende de vários fatores: da limpeza urbana e sua frequência, da intensidade da precipitação e sua distribuição temporal e espacial, da época do ano e do tipo de uso da área urbana.

Segundo Almeida *et.al*:

Os impactos ambientais decorrentes das ações antrópicas podem determinar o desequilíbrio no sistema, desestabilizando o meio ambiente. A amplitude dessa desestabilização depende do grau de interferência que o meio sofre. Na bacia hidrográfica, seja de grande ou pequeno porte, não é diferente, pois, os cursos da água e toda a unidade fisiográfica da área de sua abrangência têm representatividade essencial para vida silvestre. (Almeida *et.al*, p. 2, 2010).

Para Silva (2019), pode-se observar que o atual modelo de desenvolvimento das cidades, com crescimento da demanda pelos recursos naturais e pelo espaço físico, sobretudo em áreas que deveriam servir como apoio a preservação ambiental, como as margens de córregos e rios, ou seja, as Áreas de Preservação Permanente (APP), implica em ocupação de forma irregular e desordenada, sem planejamento apropriado, acarretando em inúmeras consequências ambientais nas áreas urbanas, como as inundações, manifestações e propagações de doenças veiculadas a água, derramamento de efluentes sanitários em corpos hídricos, deslizamento de terra, enchentes, dentre outros.

Por isso, Ganem & Araújo chamam atenção para a necessidade de que haja desenvolvimento conforme as diretrizes ecológicas:

É compreensível que, no passado, o homem tenha buscado os cursos d'água para se estabelecer e desenvolver suas atividades, e tenha levado suas ocupações até o limite das calhas dos rios. Entretanto, atualmente, dispomos de conhecimento científico que demonstra a estreita relação entre desenvolvimento humano e conservação dos ecossistemas naturais. Portanto, as cidades, assim como os demais empreendimentos humanos, podem e devem se desenvolver com base em novas diretrizes ecológicas. (Ganem & Araújo, 2010, p. 122).

De Moraes afirma:

Diante deste retrato dos cursos hídricos e da qualidade de suas águas, principalmente os localizados em áreas urbanas, percebe-se a importância da manutenção das matas ciliares, instituindo-se instrumentos de proteção dos terrenos marginais e da mata ciliar que os compõem. (De Moraes, 2012, p. 26).

Conseqüentemente, podemos afirmar que a subsistência do homem está intrinsecamente ligada às florestas e aos seus recursos associados, considerando que, no princípio elas forneciam abrigo e matérias-primas necessárias às suas atividades de sobrevivência e bem-estar. Assim, o homem passou a perceber também outras funções da floresta fundamentais, como por exemplo a proteção das fontes de abastecimento de água, dos solos agriculturáveis e da fauna.

Por se tratarem de ambientes dinâmicos e complexos, Carvalho Junior (2013) destaca algumas das principais funções das vegetações às margens dos corpos hídricos. São elas:

- a) manutenção/melhora da qualidade da água dos corpos d'água;
- b) interceptação de sedimentos, nutrientes, pesticidas e outros materiais provenientes do escoamento superficial;
- c) redução dos nutrientes e outros poluentes do fluxo subsuperficial;
- d) estabilização dos taludes e das planícies aluviais, reduzindo a erosão;
- e) habitat para fauna;
- f) controle ou amenização da temperatura da água através da sombra proporcionada pela mata ciliar;
- g) redução dos picos de cheia;
- h) proteção da população quanto as inundações dos cursos d'água;
- i) manutenção de corredores ecológicos;
- j) paisagismo e recreação.

De forma particular, as vegetações das margens fluviais proporcionam efeitos positivos para a qualidade da água, a mitigação de enchentes, a preservação da biodiversidade e outros fatores que apontam para a necessidade de proteção das matas ciliares e das áreas ribeirinhas, mantendo-as livres de ocupações irregulares.

Segundo Barbosa (2011) as matas ciliares não apenas constituem corredores ecológicos para os animais imigrarem de uma região a outra, também possuem a função de proteger os rios das enchentes, bem como das enxurradas, dos assoreamentos, dos lixos, agrotóxicos e muito outros problemas. Além disso, o autor alerta que com a ausência de matas ciliares poderá haver também falta d'água devido a redução ou até mesmo a morte dos cursos d'água.

Para Botelho *apud* Aragão (2013), a retirada da vegetação das margens de rios em áreas urbanas apresenta grandes mudanças ao sistema de drenagem pois, devido a interceptação da ação da chuva por meio das folhas, caule e raízes que compõem a vegetação, o solo das margens fluviais fica exposto a intensos processos erosivos que podem avançar trazendo riscos às populações residentes na planície fluvial como a intensificação das enchentes.

Antônio vai mais além:

O reflorestamento das áreas de mata ciliar é uma necessidade, devendo ser implementado com espécies nativas, dentro de um contexto local de diversidade biológica em concordância com os processos ecológicos do meio, visando se obter o desenvolvimento sustentável. (Antônio, 2013, p. 2).

Por conseguinte, Rosário relaciona o crescimento desordenado das áreas urbana e problemas ambientais:

O crescimento desordenado das áreas urbanas provoca severos problemas ao meio ambiente. A maior parte das cidades não tem, ou não põe em prática, um plano que prevê a melhor forma de uso do seu território. A partir desse prisma, presenciaram-se desmatamentos, ocupações irregulares, deslizamentos de terras nos períodos de chuvas fortes, principalmente durante o verão, poluição dos corpos hídricos, entre outros problemas ou, segundo uma ótica mais assertiva, desafios. (Rosário, 2013, p. 17).

Devido a sua relevância, a legislação brasileira por meio do seu Código Florestal e outras normativas federais classificou as margens dos cursos d'água como Áreas de Preservação Permanente (APP) e atribuiu a elas a destinação florestal. Assim, essas áreas são consideradas como não edificantes, *non aedificandi*.

Para a Constituição Estadual do Rio de Janeiro as faixas marginais de proteção (FMPs) estão equiparadas às Áreas de Preservação Permanente (APP), conforme conceitua o seu Art. 268, caput, e inciso III:

CONSTITUIÇÃO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Art. 268 - São áreas de preservação permanente:

[...]

III - as nascentes e as faixas marginais de proteção de águas superficiais;

O INEA (2010), na Cartilha de Demarcação de Faixas Marginais de Proteção, alerta que as FMPs (Figura 1) têm como função assegurar uma área que permita a variação livre dos níveis das águas, em sua elevação ordinária, acesso livre à operação de máquinas para execução de serviços de dragagem, limpeza e outros necessários a melhor drenagem fluvial, permitindo contemplação paisagística, proporcionando melhor qualidade de vida e garantindo condições para a proteção da mata ciliar:

A demarcação da FMP é fundamental para proteger os corpos hídricos da ocupação irregular de suas margens. Edificações erguidas nas margens de rios e lagoas estão permanentemente sujeitas a enchentes, provocadas pelo transbordo natural em períodos de chuva e agravadas pela impermeabilização do solo, que impede a drenagem das águas pluviais, o que pode colocar em risco não apenas a qualidade ambiental, como também a vida das pessoas.

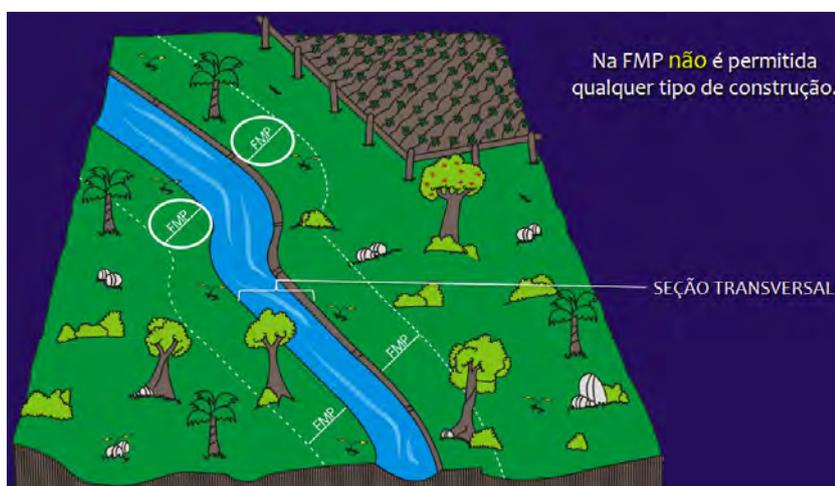


Figura 1 – Faixa Marginal de Proteção – FMP

Fonte: Cartilha do Serviço de Demarcação de FMP – INEA (pág. 16)

Entretanto, de acordo com Miranda (2008), até a última década do Século XX, poucos se preocupavam com a contenção das ocupações das FMPs de rios e lagoas e, não obstante a existência de legislação que visava conter implantação de construções em margens de rios, essas leis eram, simplesmente, desconsideradas.

Para De Moraes, o crescimento desordenado e o adensamento populacional dos aglomerados urbanos continuam a ocasionar graves consequências socioambientais devido à ocupação antrópica e interferem intensamente no meio natural com destaque das margens dos cursos d'água.

Apesar de todo o arcabouço legislativo existente a respeito das faixas marginais de proteção, tanto em âmbito federal, como estadual – e até mesmo em diversos municípios – percebe-se que as ocupações urbanas desordenadas são, à longa data, situações inerentes ao crescimento urbano, ocasionando ano a ano problemas socioambientais graves, tanto em razão da qualidade da água, como também na proteção e saúde humana. (De Moraes, 2012, p. 88).

Esse processo de urbanização influenciou diversas alterações na legislação protetora das áreas marginais, conforme veremos neste capítulo do estudo. Algumas ocorreram motivadas pela busca de melhores condições de conservação, outras a fim de possibilitar ações de supressão de vegetação e ocupação de áreas ribeirinhas para atender às demandas dos assentamentos urbanos. Logo, as áreas urbanas cada vez mais adensadas resultam em crescente impermeabilização dos solos, inadequada infraestrutura de drenagem e saneamento e consequentes inundações que impactam sobre a segurança e a saúde da população. E ainda, dificultam ou impossibilitam a fiscalização do cumprimento da legislação.

Nesse contexto de constante dissidência entre a necessidade de preservação das margens fluviais e as demandas dos processos de urbanização, foi editado o Decreto Estadual n.º 42.356/2010 que trata de forma unificada as FMPs e as Áreas de Preservação Permanente, prevendo, no âmbito do Estado do Rio de Janeiro, a excepcionalização dos limites previstos no Código Florestal, quando presentes, cumulativamente, as características apresentadas a seguir de forma resumida:

- área antropizada;
- longa e consolidada ocupação urbana;
- inexistência de função ecológica; e
- inviabilidade econômica de recuperação.

O Decreto Estadual n.º 42.356/2010 é no mínimo controverso, pois considerando a sua aplicação no escopo deste estudo que será delimitado ao longo deste trabalho, áreas de Faixas Marginais de Proteção que pelo Código Florestal, antigo e novo, deveriam possuir largura de 50 metros, no mínimo, foram reduzidas para 15 metros devido a adoção da normativa estadual como base legal. A edição do Decreto Estadual n.º 42.356/2010 será abordada no desenvolvimento deste trabalho.

2.1.

A Política Ambiental Brasileira

Destacam-se como relevantes marcos da política ambiental brasileira: o Decreto n.º 73.030/73 que criou a Secretaria do Meio Ambiente – SEMA; a Lei n.º 6.938/81 que criou o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA e o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA; a Lei n.º 9.433/97 que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos; e a Lei n.º 9.605/98 que trata dos crimes ambientais.

Anteriormente a esses instrumentos legislativos de abrangência nacional e integradora, as políticas de preservação ambiental eram compostas por diversas iniciativas esparsas, tais como: o Código de Águas - D.F. n.º 24.643 de 10/07/34; o Código de Proteção de Florestas (Lei n.º 4.771 de 15/09/65); e o Código de Proteção da Fauna (Lei n.º 5.197 de 03/01/67). (Magrini *apud* Rosário, 2013, p. 27).

Segundo Oliveira (2019), na década de 30, quando o país passou por profundas modificações políticas, as leis ligadas ao meio ambiente focaram na proteção de recursos ambientais de importância econômica. O Código de Águas (Decreto n.º 24.643/34), por exemplo, muito mais que a proteção desse recurso natural, privilegiava a sua exploração para geração de energia elétrica. Foi nesse cenário que surgiram políticas voltadas para interesses específicos e, assim, além do Código de Águas, destacam-se: o Código Florestal (Decreto n.º 23.793/34); e a Lei de Proteção da Fauna (Decreto n.º 24.645/34) com medidas de proteção aos animais.

Na década de 60, também foram promulgadas leis de temática ambiental de grande importância, como o Estatuto da Terra (Lei n.º 4.504/64); a criação do Conselho Nacional de Controle da Poluição Ambiental pelo Decreto n.º 303/67); o Decreto n.º 248/67 da Política Nacional do Saneamento Básico; e as então novas legislações que revogaram normativas anteriores: a Lei Federal n.º 4.771/65 - Código Florestal que revogou o Decreto n.º 23.793/34; e a Lei n.º 5.197/67 de Proteção da Fauna que revogou o Decreto n.º 24.645/34.

Entretanto, para Jung (2001), o ordenamento jurídico, até a década de 80 do século XX, tinha o objetivo de proteção econômica e não ambiental. Dessa forma, o autor destaca quatro marcos legislativos que considera como sendo como pioneiros e de maior relevância para a política ambiental brasileira:

- 1- Lei n.º 6.938/81, que dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação;
- 2- Lei n.º 7.347/85, que disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente;
- 3- Constituição Federal de 1988, que abriu espaços à participação e à atuação da população na preservação e na defesa ambiental; e
- 4- Lei n.º 9.605/98, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

Para Sparovek *et al.*, (2010), desde a sua primeira versão por meio da edição do Decreto n.º 23.793 em 23 de janeiro de 1934, o código florestal brasileiro é o principal instrumento de proteção da vegetação natural por apresentar regramento específico para proteção de áreas ambientalmente frágeis, como leitos de rio, topos de morro, áreas alagáveis e outros ecossistemas de relevância específica, estejam eles em áreas públicas ou privadas. Este primeiro código foi substituído em 15 de setembro de 1965 pela Lei Federal n.º 4.771/65 que ficou vigente até que fosse revogada pela Lei n.º 12.651 em 25 de maio de 2012, que passou a ser o novo regramento jurídico que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa no Brasil.

A Lei n.º 12.651 de 25 de maio de 2012, Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), popularmente denominada como Novo Código Florestal Brasileiro, preservou alguns conceitos de instrumentos de proteção constantes na lei anterior, tais como: as áreas de preservação permanente (APP) e as reservas legais (RL), entretanto, com significativas alterações de alguns de seus parâmetros. Desta forma, quando comparado ao código anterior, o novo Código Florestal flexibilizou critérios de demarcação de faixas marginais de proteção (FMP) dos cursos d'água de áreas consolidadas em APP: no Código de 1965, as FMPs eram calculadas a partir do seu nível mais alto das cheias (art. 2º, alínea a); enquanto no código de 2012 foi adotada a borda da calha do leito regular (Art. 4º, inciso I).

2.1.1.

Área Urbana Consolidada - AUC

A Lei Federal n.º 11.977/2009 do Programa Minha Casa Minha Vida conceituou a Área Urbana Consolidada (AUC) em seu Art. 47, inciso II:

II – área urbana consolidada: parcela da área urbana com densidade demográfica superior a 50 (cinquenta) habitantes por hectare e malha viária implantada e que tenha, no mínimo, 2 (dois) dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados:

- a) drenagem de águas pluviais urbanas;
- b) esgotamento sanitário;
- c) abastecimento de água potável;
- d) distribuição de energia elétrica; ou
- e) limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos;

A Lei n.º 12.651/2012 acolheu a definição de AUC em seu Art. 3, inciso XXVI:

XXVI - área urbana consolidada: aquela de que trata o inciso II do caput do art. 47 da Lei n.º 11.977, de 7 de julho de 2009;

Contudo, a Lei Federal n.º 13.465 de 11/07/2017 que dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana revogou integralmente o Capítulo III da Lei Federal n.º 11.977/2009 do Programa Minha Casa Minha Vida, em que se encontrava inserido o Art. 47, inciso II, e trouxe novos conceitos que, apesar de não serem propriamente equivalentes, também versam sobre os meios urbanos consolidados:

Art. 11. Para fins desta Lei, consideram-se:

I - núcleo urbano: assentamento humano, com uso e características urbanas, constituído por unidades imobiliárias de área inferior à fração mínima de parcelamento prevista na Lei n.º 5.868, de 12 de dezembro de 1972, independentemente da propriedade do solo, ainda que situado em área qualificada ou inscrita como rural;

[...]

III - núcleo urbano informal consolidado: aquele de difícil reversão, considerados o tempo da ocupação, a natureza das edificações, a localização das vias de circulação e a presença de equipamentos públicos, entre outras circunstâncias a serem avaliadas pelo Município;

Embora o conceito de AUC estabelecido pela Lei Federal n.º 11.977/2009 do Programa Minha Casa Minha Vida tenha sido revogado, definição similar também consta em resoluções do CONAMA, conforme demonstrado na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Conceitos de Área Urbana Consolidada

Área Urbana Consolidada - Legislação pertinente às APPs		
Novo CFlo	Resolução CONAMA n° 369/2006	Resoluções CONAMA n° 302/2002 e 303/2002
Para fins de regularização fundiária de interesse social	Para fins de regularização fundiária sustentável de área urbana	Para fins de definição de faixas de APPs em lagos, lagoas e reservatórios artificiais
Art. 3º, XXVI c/c art. 47, II da Lei Federal nº 11.977/2009	Art. 9º, III	Art. 2º, V (302/2002) Art. 2º, XIII (303/2002)
<p>Área Urbana Consolidada:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ parcela do território, contínua ou não, incluída no perímetro urbano pelo Plano Diretor ou por lei municipal específica; ▶ densidade demográfica superior a 50 (cinquenta) habitantes por hectare; ▶ malha viária implantada; e ▶ no mínimo, 02 (dois) dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados: <ul style="list-style-type: none"> - drenagem de águas pluviais urbanas; - esgotamento sanitário; - abastecimento de água potável; - distribuição de energia elétrica; ou - limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos. 	<p>Área Urbana Consolidada:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ localizadas em área urbana declarada como Zona Especial de Interesse Social – ZEIS – no Plano Diretor ou outra legislação municipal; ▶ densidade demográfica superior a cinquenta habitantes por hectare; ▶ no mínimo três dos seguintes itens de infraestrutura urbana implantada: <ul style="list-style-type: none"> - malha viária; - captação de águas pluviais; - esgotamento sanitário; - coleta de resíduos sólidos; - rede de abastecimento de água; ou - rede de distribuição de energia; 	<p>Área Urbana Consolidada:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ definição legal pelo poder público; ▶ densidade demográfica superior a cinco mil habitantes por km²; e ▶ existência de, no mínimo, 04 (quatro) dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana: <ul style="list-style-type: none"> - malha viária com canalização de águas pluviais; - rede de abastecimento de água; - rede de esgoto; - distribuição de energia elétrica e iluminação pública; - recolhimento de resíduos sólidos urbanos; ou - tratamento de resíduos sólidos urbanos.

Fonte: Azevedo & Oliveira (2014, p. 86)

2.1.2.

O Decreto Estadual N.º 42.356/2010

Carvalho (2019) chama atenção para o fato de ser o Rio de Janeiro o único estado do Brasil com atribuição de demarcação de FMP, sob a égide do Decreto Estadual n.º 42.356/2010 que, de forma bastante controversa, reduz significativamente os limites mínimos fixados pelo Código Florestal, antigo e novo.

Para entender o contexto da edição do Decreto Estadual n.º 42.356/2010, é preciso regressar a data de 28 de agosto do ano de 2003, quando a então SERLA adotou, através da Portaria SERLA n.º 324/2003, os limites de demarcação de faixas marginais de proteção (FMP) determinados pela Lei Federal n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, o então Código Florestal vigente na época.

PORTARIA SERLA N.º 324 DE 28 DE AGOSTO DE 2003

Define a base legal para estabelecimento da largura mínima da FMP e dá outras providências

[...]

Art. 1º - Estabelecer as larguras ao longo de qualquer curso de água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

- 1) – de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- 2) – de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- 3) – de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- 4) – de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- 5) – de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
- 6) – ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais; (utilizar a largura mínima existente, 30 (trinta) metros do nível mais alto);
- 7) – nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados “*olhos d'água*”, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;
- 8) – nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues; - nas bordas de tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

[...]

Assim, não seriam admitidas larguras mínimas para FMP menores que aquelas estabelecidas Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, mesmo para áreas urbanas consolidadas, conforme observado na redação do Parágrafo Único do Art. 1º da Portaria SERLA n.º 324/2003:

Parágrafo Único – No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas, e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitadas os princípios e limites a que se refere este artigo.

Segundo Britto *et. al* (2012), para a edição da Portaria SERLA n.º 324/2013 partiu-se da premissa que a FMP seria então um tipo de APP e, portanto, os corpos d'água passariam a ter toda a vegetação natural do seu entorno protegidas em caráter permanente. Eles destacam:

A Faixa Marginal de Proteção é um tipo específico de APP, nos termos do art. 268, inciso III, da Constituição do Estado do Rio de Janeiro. A FMP e a APP coexistem, tendo referências distintas. A FMP visa a proteger especificamente o corpo hídrico, enquanto a APP do Código Florestal tem como objetivo proteger a vegetação. (Britto *et. al*, 2012, p. 6).

Entretanto, segundo estes autores, Britto *et. al* (2012), após a edição da Portaria SERLA n.º 324/2003 criou-se um impasse no processo de demarcação da faixa marginal para as áreas cujas características naturais já não existiam. Então, no ano de 2007, a Procuradoria Jurídica da agora extinta FEEMA emitiu o Parecer RD nº 04/2007 que versava, entre outros temas, sobre as Áreas de Proteção Permanentes que apresentassem perda de sua função ecológica.

O Parecer RD nº 04/2007 consistia em parecer jurídico onde tomou-se a posição de que, em casos excepcionais, as FMPs poderiam ter limite mínimo de 10 (dez) ou 15 (quinze) metros, dos seguintes requisitos:

- a) a longa e consolidada ocupação urbana;
- b) a perda da função ecológica da área de preservação permanente a ser considerada, ou seja, a ausência do cumprimento das funções descritas no art. 1º, II, do Código Florestal, tais como: a preservação dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica, da biodiversidade, do fluxo gênico da fauna e flora, da proteção do solo, e do bem-estar das populações humanas;

c) a recuperação da área como um todo seja inviável com custos manifestamente excessivos (custos não necessariamente financeiros).

Costa (2009) *et al* no artigo A DEMARCAÇÃO DE FMP: Principais Problemas e Propostas de Soluções, apresentado no XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, resume o Parecer RD 04/2007 da seguinte forma:

O Parecer RD 04/2007 é um parecer jurídico da extinta Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente – FEEMA, aprovado pela Procuradoria Geral do Estado, que versa sobre os limites métricos das Faixas Marginais de Proteção, conhecida como Parecer RD n° 04/2007, de Rafael Lima Daudt d'Oliveira, hoje Procurador–Chefe do INEA.

A demarcação da Faixa Marginal de Proteção (FMP), entendida como Área de Preservação Permanente (APP), é baseada nos critérios e metragens do Código Florestal, Lei Federal n° 4.771/1965 e na Lei Estadual n° 650/1983 que dispõem sobre a Política Estadual de Defesa e Proteção das bacias fluviais e lacustres do Rio de Janeiro.

Mas, de acordo com este Parecer, as Faixas Marginais de Proteção podem ser reduzidas para até 15m (quinze metros), quando a área a ser demarcada se encaixar em todos os critérios estipulados no Parecer n° 04/2007.

No Parecer RD 04/2007, para se justificar o afastamento da aplicação dos limites mínimos do Código Florestal, é necessária a ocorrência cumulativa dos seguintes requisitos:

- longa e consolidada ocupação urbana;
- manifesta e evidente inexistência de função ecológica da APP;
- a alternativa de recuperação da área como um todo seja inviável.

Assim, infere-se que o Parecer RD 04/2007 foi o embrião que resultou na edição do Decreto n° 42.356/2010 que trata as APP e FMP de forma unificada. O Art. 4° desse Decreto estipula que, em cada caso concreto, nos processos de licenciamento ambiental e de emissão de autorizações ambientais nas áreas de zona urbana de município com limitações incidentes sobre as margens dos corpos hídricos poderão reduzir os limites mínimos fixados abstratamente pelo Código Florestal.

DECRETO ESTADUAL n.º 42.356 de 16 de março de 2010

Dispõe sobre o tratamento e a demarcação das faixas marginais de proteção nos processos de licenciamento ambiental e de emissões de autorizações ambientais no Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências.

O Governador do Estado do Rio de Janeiro, no uso de suas atribuições constitucionais e legais, tendo em vista o que consta do Processo nº E-14/13117/2009,

Considerando:

- a solicitação do Instituto Estadual do Ambiente - INEA no sentido de se atribuir caráter normativo ao entendimento fixado no Parecer RD nº 04/2007, com as ressalvas do visto nele aposto pela administração superior da Procuradoria Geral do Estado; e

- as peculiaridades existentes no sistema hídrico do Estado do Rio de Janeiro.

Decreta:

Art. 1º Nos processos de licenciamento ambiental e de emissão de autorizações ambientais os órgãos da administração pública estadual direta e indireta observarão o disposto nesse Decreto no que se refere às limitações incidentes sobre as margens dos corpos hídricos.

Art. 2º Para os fins do disposto nesse Decreto as Áreas de Preservação Permanente (APPs) previstas no art. 2º, "a", do Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/1965 e suas alterações), são reconhecidas como existentes em áreas urbanas, assim entendidas aquelas áreas definidas pelo parágrafo único do art. 2º do Código Florestal, independentemente de estarem ou não antropizadas, competindo à Secretaria de Estado do Ambiente e ao INEA exigir o respeito aos limites mínimos previstos em cada caso, na forma deste Decreto.

Art. 3º Para os fins do presente Decreto as Áreas de Preservação Permanente (APP) previstas no art. 2º, "a", do Código Florestal e as faixas marginais de proteção (FMP) a que se referem a Constituição e a legislação estadual serão tratadas de forma unificada, sendo demarcadas pelo INEA ao longo dos rios, nascentes, cursos d'água naturais ou retificados, lagos, lagoas e reservatórios a partir do limite da área atingida por cheia de recorrência não inferior a três anos.

Art. 4º - Os limites mínimos fixados abstratamente pelo art. 2º, "a", do Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/65 e suas alterações) poderão ser reduzidos, em cada caso concreto, unicamente para os fins do disposto no art. 1º, deste Decreto, desde que a área se localize em zona urbana do município e que vistoria local, atestada por pelo menos 03 servidores do INEA, comprove, cumulativamente:

I - Que a área encontra-se antropizada;

II - A longa e consolidada ocupação urbana, com a existência de, no mínimo, quatro dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana:

- a) malha viária com canalização de águas pluviais;
- b) rede de abastecimento de água;
- c) rede de esgoto;
- d) distribuição de energia elétrica e iluminação pública;
- e) recolhimento de resíduos sólidos urbanos;
- f) tratamento de resíduos sólidos urbanos; e
- g) densidade demográfica superior a cinco mil habitantes por km².

III - A inexistência de função ecológica da FMP/APP em questão, desde que identificadas a inexistência de vegetação primária ou vegetação secundária no estágio avançado de regeneração e a presença de, no mínimo, uma das seguintes características:

- a) ocupação consolidada das margens do curso d'água a montante e a jusante do trecho em análise;
- b) impermeabilização da FMP/APP;
- c) capeamento do curso d'água, sendo que, no caso de obras recentes, deverá ser apresentado ao órgão ambiental competente o respectivo projeto aprovado pela prefeitura local ou levantamento cadastral da obra;

IV - Que a alternativa de recuperação da área como um todo seja inviável pelos custos manifestamente excessivos para a coletividade.

§ 1º - Exceto nos casos de cursos d'água de pequeno porte ou canalizados com margem revestida, a FMP/APP mínima, ainda que presentes os requisitos deste artigo, será de 15 metros, contados:

- I - a partir de uma seção teórica, capaz de escoar sem extravasamento a vazão máxima de cheia de 10 (dez) anos de recorrência; ou
- II - a partir das margens existentes se a distância entre as mesmas superar a largura da seção teórica acima citada.

§ 2º - Nos cursos d'água de pequeno porte, assim considerados aqueles com vazões máximas, associadas a cheias de 10 (dez) anos de recorrência, não superiores a dez metros cúbicos por segundo, deverão ser demarcadas, em ambas as margens, faixas *non edificandi* que permitam o acesso do Poder Público ao corpo hídrico, contados na forma dos incisos do § 1º deste artigo, com no mínimo:

- I - 05 (cinco) metros de largura no caso de vazões iguais ou superiores a seis metros cúbicos por segundo e;
- II - 01 (um) metro e meio de largura no caso de vazões inferiores a seis metros cúbicos por segundo.

§ 3º - Nos cursos d'água canalizados com margem revestida, de porte superior ao definido no § 2º deste artigo, deverão ser demarcadas, em ambas as margens, faixas *non edificandi* que permitam o acesso do Poder Público ao corpo hídrico, com no mínimo dez metros de largura, contados na forma dos incisos do § 1º deste artigo.

§ 4º - O disposto na cabeça do presente artigo não afasta a aplicação da Lei Federal nº 6.766/79, quando seja o caso de loteamentos urbanos.

§ 5º - O Conselho Diretor do INEA poderá formular exigências adicionais para licenciamento ou demarcação de que trata este artigo.

Contudo, de acordo com De Moraes (2012), a admissão de redução dos limites mínimos fixados pelo Código Florestal conforme prevista pelo Decreto n.º 42.356/2010 por mera atestação dos pré-requisitos por pelo menos 03 (três) servidores do INEA mediante vistoria local revestiu os atestados de subjetivismo e tornou-o carente de parâmetro técnico e impessoal que fundamente o exame.

Em ampla abordagem sobre a questão, Coelho Junior (2010), em seu artigo ‘Intervenções nas Áreas de Preservação Permanente em Zona Urbana: Uma Discussão Crítica Acerca das Possibilidades de Regularização’ publicado na Revista Custos Legis do Ministério Público Federal, questiona a tese da perda da função ecológica de Áreas de Preservação Permanente, ao anuir com o entendimento de Rovena Zanchet, conforme transcrição abaixo:

Equivocado seria interpretar que, como *ultima ratio*, que a área para ser considerada de preservação permanente deva estar em pleno desenvolvimento das suas funções ambientais previstas no conceito de APP. Deixando de lado, com isso, o entendimento de que todas as áreas localizadas nas margens dos cursos d’água, no topo de morros e montanhas, encostas, dunas, restingas, etc, por si só, pelo simples efeito de Lei Federal, são tidas como de preservação permanente, estejam ou não executando aquelas funções ecológicas, pois possíveis vítimas de ações antrópicas momentâneas a serem sanadas.

É, portanto, a sua localização o fator determinante para a sua caracterização como área protegida e não sua atual situação de estabilidade funcional ocasionada pela intervenção do homem, devendo essas, necessariamente, de acordo com a previsão constitucional que envolve a manutenção da função social da propriedade, serem devidamente restauradas. (Zanchet *apud* Coelho Junior, 2010, p. 25)

Apesar de reconhecer a possibilidade de afastamento da aplicação do Código Florestal em casos concretos, o autor concluiu pela inconstitucionalidade do Decreto Estadual n.º 42.356/2010 pois, somente lei federal poderia estabelecer normas com este conteúdo. Assim, segundo ele:

De fato, o pleno exercício das funções ecológicas das APP não é requisito para a incidência de sua proteção. Entendimento contrário incentivaria condutas levadas à cabo justamente para destruir completamente determinado espaço protegido, sabendo-se de antemão que, caso se atingisse a perda de sua função de proteção do meio ambiente, não seria mais necessário recompô-lo.

Lado outro, não se deve entender como inviável a utilização do princípio da proporcionalidade para afastar a aplicação do Código Florestal em determinado caso concreto quando verificar-se, num juízo de ponderação, a inviabilidade prática da recuperação da APP, considerado neste juízo inclusive o aniquilamento de outros direitos ligados à garantia da cidade sustentável, como a moradia.

Assim, ante a insuficiência das hipóteses de regularização fundiária previstas no ordenamento jurídico, entende-se como viável a solução arquitetada pelo Estado do RJ, admitindo-se a utilização em concreto, excepcionalmente, do princípio da proporcionalidade, tanto na vertente razoabilidade como na vertente adequação, para afastar a aplicação do Código Florestal.

Ocorre que o Estado do Rio de Janeiro foi além e, fundamentado nos argumentos jurídicos do parecer em comento, editou o Decreto 42.356/10 que regula, em abstrato, casos em que será possível a emissão de licenças ambientais para empreendimentos localizados em APP, desde que caracterizada a perda de sua função ecológica. Nos termos do art. 4º do decreto, os limites da faixa marginal dos cursos d'água previstos no Código Florestal, para o efeito da concessão de licenças, poderão ser reduzidos, desde que se ateste que a área é antropizada e se encontra em zona urbana consolidada (através da presença de pelo menos quatro itens de infraestrutura urbana implantada), caracterizada a perda da sua função ecológica.

Isto se dará quando houver ocupação consolidada a montante e a jusante do trecho em análise, a faixa marginal for impermeabilizada, o curso d'água capeado e a alternativa de recuperação da área como um todo pelos custos manifestamente excessivos para a coletividade se mostre inviável.

Muito embora respeite-se o anseio buscado com a edição do decreto estadual em comento, é inevitável a conclusão de que ele veicula regras de conteúdo claramente inconstitucional. Nesse sentido, ofende-se o disposto no art. 225, § 1º, III69 da Carta Magna, uma vez que somente através de lei se pode modificar o regime e a metragem em abstrato de uma APP, pois ela é considerada espaço territorial especialmente protegido, já tendo assim decidido o STF quando do julgamento da ADI 3540-DF. Mais do que isso; somente através de lei federal se poderia estabelecer norma com este conteúdo, uma vez que os limites das APP estabelecidos no Código Florestal são reconhecidos majoritariamente pela doutrina como normas gerais, de competência legislativa da União (art. 24, § 1º, CF).

Se nem mesmo os municípios podem, ainda que em atenção aos interesses locais (art. 30, I, CF), reduzir os limites das APP, conforme entendimento de Paulo Affonso L. Machado, José Afonso da Silva, Antônio Herman Benjamin e Guilherme Purvin, dentre outros, o que se dirá dos estados, pois a matéria não se refere, em absoluto, à sua competência suplementar (art. 24, § 2º, CF).

A Advocacia Geral da União (AGU) também se posicionou sobre a ocupação de áreas consolidadas asseverando que, nas áreas onde a ocupação urbana é consolidada, deve-se ser ponderado de forma razoável qual a melhor solução para o meio ambiente e para os cidadãos.

6.5. Nas áreas urbanas onde a ocupação não está consolidada é imperativa a obediência aos dispositivos do Código Florestal. Já nas áreas onde a ocupação é consolidada deve-se aplicar o princípio da razoabilidade para ponderar qual é a melhor solução para o meio ambiente e para os cidadãos. (*Parecer da Advocacia Geral da União de 06/08/2007 – Procuradoria Geral Federal – Procuradoria Federal Especializada junto ao IBAMA – Processo Administrativo n.º 02022.000671/2006 – Interessado DIJUR/RJ – Assunto: Aplicação do Art. 2 do Código Florestal em Área Urbana, pág. 32.*)

É importante pontuar que no Estado do Rio de Janeiro as Faixas Marginais de Proteção dos corpos hídricos são demarcadas pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) que geralmente executa tal serviço de forma pontual, com exceção de quando estão sendo desenvolvidos projetos hidráulicos e estudos hidrológicos específicos para os cursos d'água, nestas ocasiões as FMPs são demarcadas de forma contínua.

Em 28 de maio de 2010 foi editado o Decreto Estadual nº 42.484/2010, no qual está previsto que a competência para a demarcação de FMP também poderá ser delegada aos municípios do Estado, contudo, é necessário que previamente seja celebrado convênio entre o INEA e os municípios interessados em realizar a demarcação das FMPs dos seus respectivos territórios.

DECRETO N.º 42.484 DE 28 DE MAIO DE 2010

DISCIPLINA A TRANSFERÊNCIA DO PROCEDIMENTO DE DEMARCAÇÃO DA FAIXA MARGINAL DE PROTEÇÃO DE LAGOS, LAGOAS, LAGUNAS E CURSOS D'ÁGUA ESTADUAIS AOS MUNICÍPIOS E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.

[...]

Art. 1º - O Instituto Estadual do Ambiente (INEA) poderá celebrar convênios com Municípios do Estado do Rio de Janeiro, tendo como objeto transferência do procedimento de demarcação da Faixa Marginal de Proteção (FMP) de lagos, lagoas, lagunas e cursos d'água estaduais localizados nos referidos municípios, prevista no artigo 3º da Lei Estadual nº 650 de 11/01/83 nos termos da Lei federal nº 4.771 de 15/09/65 e do Decreto nº 42.356 de 16/03/10.

§ 1º - A participação do INEA nos convênios mencionados no caput dependerá de autorização do Conselho Diretor.

§ 2º - Na hipótese mencionada no caput deste artigo continuará sob responsabilidade do INEA a autorização para intervenção em FMP de que trata o artigo 6º da Lei estadual nº 650, de 11 de janeiro de 1983, e o artigo 2º, II, 'd' do Decreto Estadual nº 42.159, de 02 de dezembro de 2009, exceto na hipótese prevista no artigo 3º do Decreto Estadual nº 42.050, de 25 de setembro de 2009, com a redação alterada pelo Decreto Estadual nº 2.440, de 30 de abril de 2010.

Neste cenário e apesar de toda a controvérsia que envolve a edição do Decreto Estadual nº 42.356/2010, as suas normativas seguem regulamentando a demarcação de faixas marginais de proteção (FMPs) no Estado do Rio de Janeiro, tendo completado 10 (dez) anos de vigência em 16 de março de 2020.

2.2.

Geoprocessamento e os Estudos Ambientais

2.2.1.

Geoprocessamento e Geotecnologias

É sabido que as APPs e, por consequência, as FMPs dos corpos hídricos exercem funções indispensáveis para a proteção do meio ambiente natural e, portanto, não deveriam estar sujeitas a alterações antrópicas para utilização desses espaços. Devido às suas grandes superfícies de terra que necessitam ser monitoradas e fiscalizadas, a busca por alternativas para transpor as limitações técnicas e econômicas dos métodos tradicionais tem encontrado importante apoio na crescente evolução e acessibilidade de suas geotecnologias. Para Rosa, em um país com dimensões continentais como é o caso do Brasil, com uma grande carência de informações adequadas à tomada de decisões sobre os mais diversos problemas, as geotecnologias têm muito a contribuir. Assim, segundo a mesma autora:

Já a partir dos anos de 1970, com a evolução da tecnologia da informática e do sensoriamento remoto, tornou-se possível obter, armazenar e representar informações geográficas em ambiente computacional, abrindo espaço para o surgimento da Geomática. Paralelo a esse desenvolvimento surgiram inúmeros métodos matemáticos e estatísticos para o tratamento de informações geográficas, possibilitando mapeamentos temáticos de vastas áreas com elevado grau de precisão. (Rosa, 2013, p. 5).

O termo Geoprocessamento é usado quase exclusivamente no Brasil e pode ser entendido como sinônimo de Geomática, por se referirem conceitos similares. Para a autora, enquanto podemos entender o geoprocessamento como o conjunto de técnicas que realizam coleta, armazenamento, tratamento e análise de dados, fornecimento e uso integrado das informações espaciais, a Geomática é a Ciência que se utiliza de técnicas matemáticas e computacionais para análise de informações geográficas, ou seja, informações temáticas ‘amarradas’ à superfície terrestre, através de sistema de coordenadas. Rosa (2013).

Decerto, no Brasil, entende-se como geotecnologias o Geoprocessamento e a Geomática. Assim, apesar de apresentarem diferenças nas definições e conceitos, esses termos estão ligados por temática intrínseca e, devido a suas similaridades, são inclusive entendidos como sinônimos, dependendo da abordagem. Assim, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) adotou a seguinte definição para Geoprocessamento em seu Manual Técnico em Geociências n.º 14:

Geoprocessamento são todas as tecnologias utilizadas para aquisição, processamento, armazenamento, manutenção, interpretação e/ou análise de dados e informações georreferenciadas.

Para alcançar a sua finalidade o geoprocessamento utiliza variadas tecnologias que, segundo Prezente (2011), podem ser ferramentas poderosas para a tomada de decisões, com aplicação em diversas áreas, incluindo áreas que envolvam atividades de gestão ambiental. De acordo com Rosa (2013), enquanto na década de 1980 as geotecnologias iniciaram um período de acelerado crescimento se beneficiando dos avanços proporcionados pela microinformática, como a evolução dos computadores pessoais, a diminuição dos custos e o desenvolvimento de ambientes mais amigáveis e interativos, na década de 1990 o seu uso como ferramenta de apoio à tomada de decisão consolidou-se definitivamente, saindo do meio acadêmico para alcançar o mercado.

Segundo o INEA, Revista INEANA (2017, p. 8), a capacidade do Estado para prevenir e combater crimes ambientais é fortalecida à medida que a incorporação de tecnologias de imageamento por satélite e de processamento de dados espaciais possibilitam mais rapidez e eficácia na resposta dos órgãos ambientais.

De acordo com Medeiros & Câmara:

Na perspectiva moderna de gestão do território, toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana e seus inter-relacionamentos. Para este tipo de análise é grande a contribuição da tecnologia de Sensoriamento Remoto. (Medeiros & Câmara, 2011, p. 15).

2.2.2.

Sensoriamento Remoto

Dentre as tecnologias do geoprocessamento, é conveniente para o presente estudo destacarmos o sensoriamento remoto de imagens orbitais (satélite) e não orbitais (fotogrametria).

Basicamente, entende-se como sensoriamento remoto a obtenção de informações de um objeto ou alvo sem que haja contato físico que podem ser adquiridas quer seja por levantamentos fotográficos aéreos ou até mesmo por imagens capturadas por satélites orbitais. Rudorff define o sensoriamento remoto de uma forma mais detalhada:

Sensoriamento remoto é um termo utilizado na área das ciências aplicadas que se refere à obtenção de imagens à distância, sobre a superfície terrestre. Estas imagens são adquiridas através de aparelhos denominados sensores remotos. Por sua vez estes sensores ou câmaras são colocadas a bordo de aeronaves ou de satélites de sensoriamento remoto - também chamados de satélites observação da Terra. (Rudorff, 2011, p. 1).

Elaborado por Carvalho & Leite (2009), o conceito de sensoriamento remoto o define como uma técnica que obtém informações sobre uma área ou um objeto através de instrumentos que não estejam em contato físico com o objeto ou a área em questão. Também segundo esses autores, o sensoriamento remoto desempenhou um grande salto em obtenção de informações e análises espaciais.

O Manual de Sensoriamento Remoto para Educação Continuada de Professores da Agência Espacial Brasileira – AEB (2008, p. 33), destaca que o avanço tecnológico está proporcionando a aproximação da qualidade das imagens dos sensores de satélite ao das fotografias aéreas:

Antes do advento dos satélites de sensoriamento remoto na década de 70, do século passado, o uso de fotografias aéreas era muito comum e até hoje estas fotografias são insubstituíveis para muitas aplicações. Entretanto, notamos que com o avanço tecnológico as imagens dos sensores de satélites de sensoriamento estão se aproximando da qualidade das fotografias aéreas.

Assim, de acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), é crescente a utilização do sensoriamento remoto nas áreas de: segurança pública; gerenciamento de desastres naturais; controle e proteção da biodiversidade; saúde; previsão agrícola; degradação de florestas; urbanização; poluição; mudanças climáticas; geologia; cartografia; uso e qualidade da água; entre outros.

Ainda segundo o INPE (2019):

Especialmente no Brasil, um país de proporções continentais, o sensoriamento remoto é utilizado no levantamento de recursos naturais e no monitoramento do meio ambiente visando ao desenvolvimento econômico e social. A observação de grandes áreas com sensores embarcados em satélites é mais eficiente, rápida e barata, tornando o sensoriamento remoto a ferramenta ideal para monitorar desmatamentos, queimadas, a expansão das cidades, safras agrícolas, o nível de rios e reservatórios, entre outras aplicações.

Para Rosa:

A extensão do território brasileiro e o pouco conhecimento dos recursos naturais, aliados ao custo de se obter informações por métodos convencionais, foram os fatores decisivos para o país entrar no programa de sensoriamento remoto por satélite. (Rosa, 2013, p. 108).

De acordo com Maio & Saussen:

A vantagem do sensoriamento remoto por satélite é que as informações podem ser atualizadas com frequência devido à característica de repetitividade de aquisição das imagens, e ainda a existência de dezenas de programas espaciais voltados à obtenção de dados para estudos de ambientes continentais, aquáticos e atmosféricos (neste caso com o uso de satélites meteorológicos). (Maio & Saussen, 2008, p. 49).

Enquanto um satélite ao ser equipado com um sensor é capaz de fornecer o produto de sensoriamento remoto denominado como 'imagem', uma aeronave equipada com uma câmera aerofotográfica fornece as 'fotografias aéreas'. Neste trabalho, nos concentraremos na obtenção de imagens por satélites, tendo em vista ter sido essa a tecnologia utilizada para o desenvolvimento do estudo.

Atualmente, há uma quantidade significativa de satélites orbitando o nosso planeta e que nos fornecem imagens capazes de subsidiar ações de planejamento e monitoramento da superfície terrestre. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em seu Manual de Sensoriamento Remoto para Educação Continuada de Professores da Agência Espacial Brasileira – AEB (2008, p. 23) destaca como os principais satélites empregados para coleta de dados da superfície terrestre a Série LANDSAT; o Programa SPOT; e o Programa IRS (*Indian Remote Sensing*), quando se trata de observação da Terra ou de Recursos Naturais.

Segundo Saussen (2008), de uma forma geral e mais simplificada, o sensoriamento remoto é a técnica de se adquirir informações sobre um alvo na superfície da Terra, por meio da captação da energia eletromagnética refletida ou emitida por ele e sem que haja contato físico entre este alvo e o sistema sensor que capta esta energia. Pelas leis da física, sabe-se que toda matéria quando submetidas a temperaturas superiores a zero absoluto emite radiação eletromagnética devido a suas oscilações atômicas e moleculares que ao incidir sobre a superfície de outra matéria pode ser refletida, absorvida ou transmitida.

De acordo com o Manual de Sensoriamento Remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), os processos de emissão, absorção, reflexão e transmissão ocorrem simultaneamente e suas intensidades relativas caracterizam a matéria em investigação. Dependendo das características físicas e químicas da mesma, os quatro processos ocorrem com intensidades diferentes, em diferentes regiões do espectro, com diferentes comprimentos de onda.

Esse comportamento das diversas substâncias é denominado assinatura espectral e é utilizado em sensoriamento remoto para distinguir diversos materiais entre si. Qualquer fonte de energia eletromagnética é caracterizada pelo seu espectro de emissão, o qual pode ser contínuo ou distribuído em faixas discretas (Figura 2). Assim, denomina-se ‘banda espectral’ o intervalo entre dois comprimentos de onda no espectro eletromagnético.

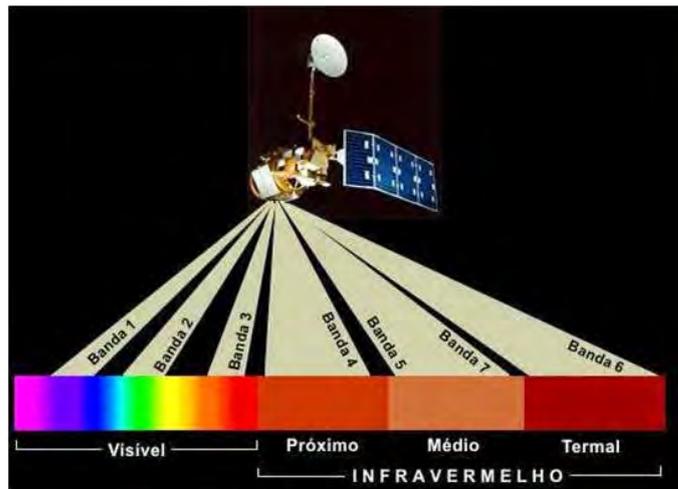


Figura 2 – Bandas Visíveis

Fonte: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - Florianópolis - Anais 2007

Saussen (2008) ressalta ainda que a principal fonte natural de radiação eletromagnética utilizada no sensoriamento remoto é o Sol, que pode ser comparado a um ‘flash’ de uma câmara fotográfica. Os sistemas sensores captam a radiação eletromagnética refletida ou emitida pelos objetos na superfície da Terra.

A superfície terrestre ao ser iluminada pelo Sol reflete a radiação eletromagnética propagando-a pelo espaço e é captada por um sistema sensor a bordo de um satélite fornecendo informações sobre a superfície da Terra que são posteriormente retransmitidas, na forma de sinais eletrônicos, para antenas programadas para rastrear os satélites (Figura 3).

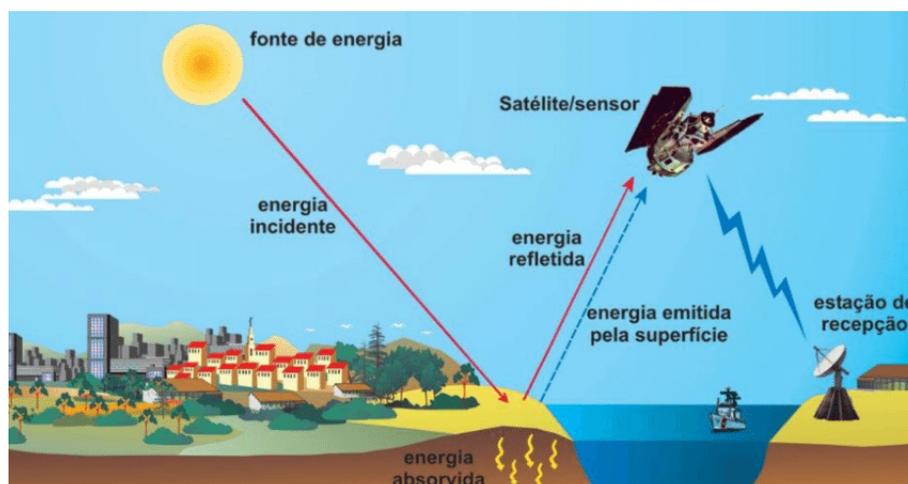


Figura 3 – Aquisição, Transmissão e Coleta de Dados

Fonte: Iniciação em Sensoriamento Remoto – Florenzano (2007, p. 26)

De acordo com Florenzano (2007), a luz e a radiação são apenas algumas formas de energia eletromagnética e o olho humano só pode ver parte do espectro eletromagnético, que contém as cores espectrais, mas a nossa pele também pode sentir diferenças de temperatura. A radiação eletromagnética é uma forma de propagação de energia sendo medida como a radiação de onda e caracterizada por frequência ou comprimento com propagação a velocidade da luz.

O autor esclarece que o espectro eletromagnético é dividido em várias seções, começando com um comprimento de onda de curto alcance e alta frequência, ou seja, os raios X (em torno de $0,01 \mu\text{m}$). A radiação ultravioleta com comprimento de onda de $0,1 \mu\text{m}$. A parte da luz que é visível para o olho humano, vão de $0,38$ a $0,78 \mu\text{m}$ e um intervalo de cores que são: violeta; azul; ciano; verde; amarelo; laranja; e vermelho.

Além dessa parte do espectro, encontram-se os comprimentos de onda infravermelho seguido por comprimento de onda mais longo como micro-ondas e ondas de rádio (Figura 4 e Figura 5). Entretanto, considerando o escopo deste trabalho, tais características não serão detalhadamente abordadas.

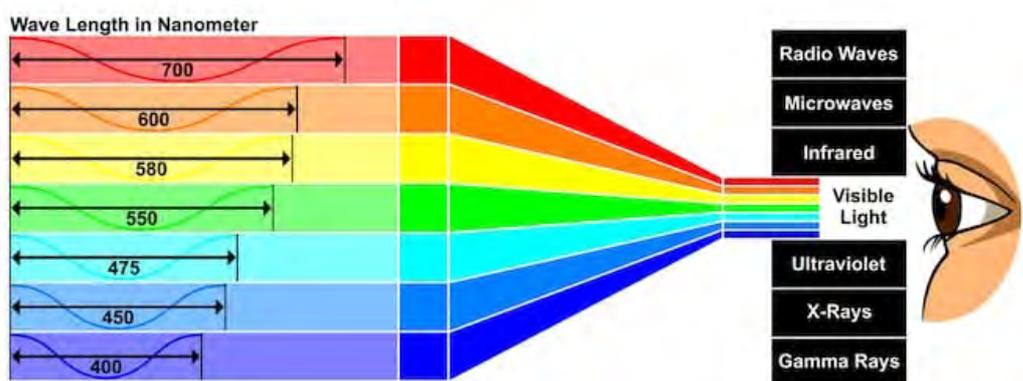


Figura 4 – Espectro Eletromagnético – Espectro Visível

Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/espectro-eletromagnetico.htm>

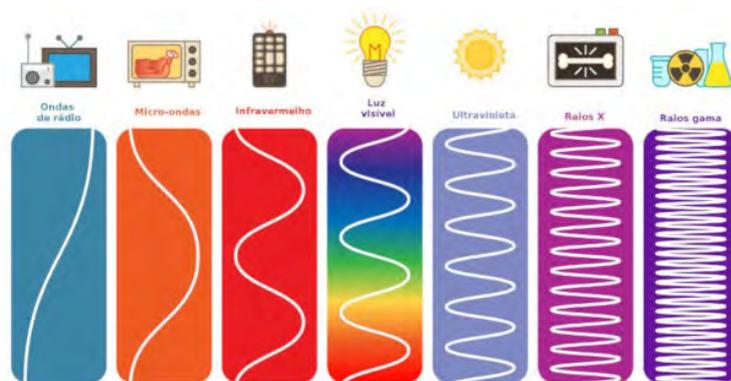


Figura 5 – Variação do Comprimento de Ondas

Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/espectro-eletromagnetico.htm>

As imagens de satélites não são fotografias, mas apresentações pictóricas de dados medidos. Sistemas de satélite de radiação eletromagnética medida em diferentes bandas do espectro eletromagnético (por exemplo, três bandas da luz visível).

As imagens de sensoriamento remoto podem ser obtidas com características distintas, variando conforme o satélite pela qual são fornecidas e de acordo com o sensor que esses satélites estejam equipados. Para Rudorff:

Os sensores podem ser comparados aos nossos olhos. Se olharmos para uma floresta que está distante conseguimos ver apenas uma mancha de árvores. À medida que nos aproximamos da floresta começamos a identificar árvores isoladas e se nos aproximarmos ainda mais podemos até ver os diferentes tipos de folhas. (Rudorff, 2011, p. 35).

Para melhor interpretação e compreensão dos produtos ou imagens de sensoriamento remoto fornecidos pelos satélites e seus sensores, é necessário que conheçamos algumas das características básicas desta tecnologia disponível. Os sensores remotos são dispositivos que possuem a capacidade de detectar e obter medidas detalhadas da energia eletromagnética provenientes de objetos que compõem a superfície terrestre, possibilitando que mediante a sua conversão em informações seja possível descrever as feições desses objetos. Assim, as características dos sensores remotos estão diretamente relacionadas com a resolução: *spectral, espacial, radiométrica e temporal*.

- **Resolução Espectral**

Resolução espectral é o número e localização no espectro eletromagnético das bandas espectrais. Considerando que espectro eletromagnético é dividido em várias seções e que a parte da luz que é visível para o olho humano, vão de 0,38 a 0,78 μm e um intervalo de cores que são: violeta; azul; verde; amarelo; laranja; e vermelho, infere-se que a imagem colorida obtida pelo sensoriamento remoto consiste na combinação das três cores básicas (azul, verde e vermelho) associadas por meio de filtros às imagens individuais obtidas em diferentes comprimentos de onda ou faixas espectrais.

A energia refletida por um objeto é remotamente captada pelo sensor conforme o seu comprimento de onda (Figura 6). Quando refletem muita energia os objetos apresentam-se mais claros (solo exposto), enquanto que ao refletirem pouca energia os objetos apresentam-se mais escuros (água sem sedimentos).

Considerando a vegetação como objeto observado, este poderá resultar em tonalidade verde escuro, vermelho ou verde intenso. Esta variância dependerá da associação entre as cores e as imagens obtidas nas diferentes faixas do espectro eletromagnético em que opera o sensor que, na faixa visível do espectro eletromagnético, em geral, possuirá três bandas espectrais que correspondem aos comprimentos de onda do azul, verde e vermelho.

A quantidade de energia refletida pela vegetação e compreendida na faixa espectral do vermelho é muito pequena, tal característica resulta do fato de que a vegetação, quando saudável, utiliza boa parte desta energia para realizar o processo de fotossíntese. Portanto ela se apresenta em tonalidade escura na banda que corresponde à faixa do vermelho. Entretanto em função da estrutura celular das folhas, na faixa do infravermelho a vegetação reflete muita energia e se apresenta em tonalidade clara na banda que corresponde à faixa do infravermelho.

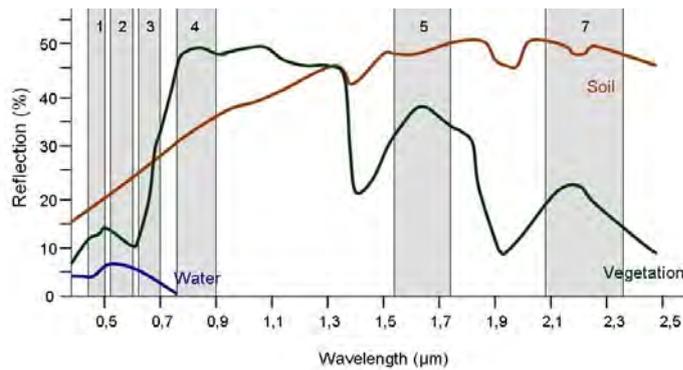


Figura 6 – Assinaturas Espectrais

Fonte: <http://www3.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>

- **Resolução Espacial**

A capacidade do sensor para distinguir objetos denomina-se resolução espacial, que indica o tamanho do menor elemento da superfície individualizado pelo sensor. De forma resumida, a resolução espacial pode ser definida como ‘nível de detalhamento’ ou, a capacidade do sensor em enxergar os objetos em relação ao seu tamanho. Essa premissa é empregada tanto nas imagens de satélites como também em imagens em geral. Para Rosa:

Resolução espectral refere-se a melhor ou pior caracterização dos alvos em função da largura espectral e/ou número de bandas em que opera o sistema sensor. Uma alta resolução espectral é obtida quando as bandas de um sistema sensor são estreitas e/ou quando se utiliza um maior número de bandas espectrais. (Rosa, 2013, p. 115).

Os sensores dos satélites armazenam as informações coletadas em formato de uma grade. Os dados digitais são recolhidos a partir da área coberta em forma de pontos de imagem individuais, chamados *pixels*. Um *pixel* é a menor unidade de área em uma imagem digital. A palavra *pixel* é formada pela união dos termos *picture* e *element*, que numa interpretação fidedigna resultaria na expressão ‘elemento de imagem’. Quando visualizarmos uma imagem com alto índice de aproximação, é possível identificar pequenos quadrados de cores variadas que quando somados formam o desenho completo.

Esses quadrados são a menor parte de uma imagem e são denominados como *pixel*, tornando-se então uma medida da qualidade de imagens. Assim, o tamanho do *pixel* depende o tipo de sensor e determina a “resolução da imagem” que indica quantos *pixels* em altura e largura uma imagem possui.

Logo, podemos assumir que a medida da resolução é o comprimento da aresta de um *pixel* e quanto maior for a resolução espacial de um sensor, melhor é a grade e maior é o nível de detalhamento reconhecíveis no alvo sensoriado na superfície da terra e menor é a área imageada. Opostamente, quanto menor for a resolução espacial de um sensor menor será o nível de detalhe sobre o objeto sensoriado e maior será a área imageada (Figura 7).

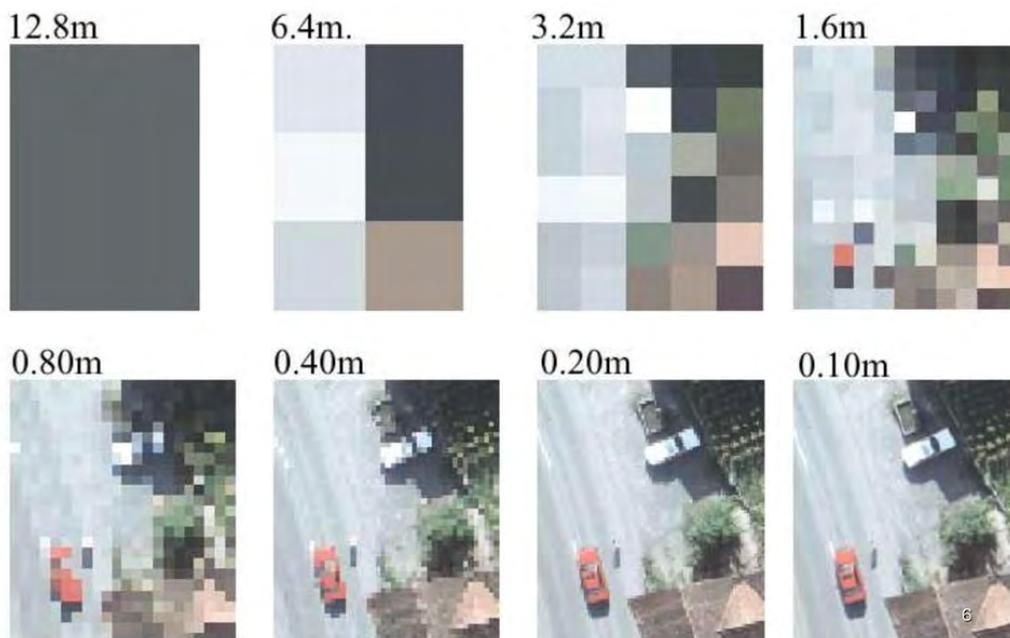


Figura 7 – Resolução Espacial

Fonte: <http://www.ufjf.br/lga/files/2011/03/10-Características-da-Imagens.pdf>

Nos sistemas de satélite atuais as resoluções espaciais podem variar de alguns poucos centímetros até quilômetros, sendo:

Baixa Resolução:	maior que 30,00 m
Média Resolução:	de 2,00 a 30,00 m
Alta Resolução:	menor que 2,00 m

- **Resolução Radiométrica**

A resolução radiométrica é o parâmetro que identifica variações de brilho de uma imagem que podem ser percebidas por meio do número de níveis de valor de cinza e depende dos comprimentos de onda e do tipo de sistema utilizado.

Para Rosa:

Entende-se por resolução radiométrica a maior ou menor capacidade de um sistema sensor detectar e registrar diferenças de refletância e/ou emitância dos elementos da paisagem (rocha, solo, água, vegetação etc.). (Rosa, 2013, p. 115).

O valor máximo é definido pelo número de bits (número binário). Para uma representação de 8 bits teremos então 256 valores de cinza, enquanto para uma representação de 16 bits teremos 65.536 valores de cinza.

- **Resolução Temporal**

A resolução temporal, muitas vezes chamada de taxa de repetição, será medida em um intervalo de tempo entre dois voos idênticos sobre a mesma área, estando também relacionada a altitude e a órbita do satélite, bem como as características do sensor (ângulo de visão). Para satélites de observação da Terra é de 14 - 26 dias (IKONOS:14 dias; LANDSAT 7: 16 dias; SPOT: 26 dias).

As imagens de uma área tomadas em momentos diferentes (mensalmente, anualmente, e por década) podem ser usadas para análises de mudanças sazonais da vegetação; expansão das cidades ao longo de décadas; etc.

2.2.2.1.

Escolha e Aquisição das Imagens (Cenas)

Nos projetos de interpretação de imagens satélites, para a escolha e aquisição de imagens deverão ser considerados os objetivos a serem alcançados, a localização e limites da área a ser estudada, o período de tempo de interesse, e o nível de detalhamento necessário. Logo, segundo Rosa (2013, p. 124):

Em geral, nos diferentes tipos de aplicação (geomorfologia, geologia, pedologia, vegetação, agricultura e uso de solo) começa-se com a escolha da escala com que se deseja trabalhar. Esta depende da precisão dos resultados e dos objetivos da pesquisa.

A seguir, define-se a banda ou o conjunto de bandas (caso o trabalho seja realizado com imagens de satélite), dependendo das características dos alvos de estudo. O período de aquisição das imagens é escolhido em função da variação das condições fenológicas dos alvos, condições de iluminação e condições atmosféricas. (Rosa, 2013, p. 124).

2.2.2.2.

Interpretação Visual

Definidos os objetivos do trabalho, realiza-se o processo de interpretação das imagens obtidas, o qual envolve três etapas: fotoleitura; fotoanálise; e a fotointerpretação propriamente dita.

Na etapa da fotoleitura é feita a identificação de feições ou objetos que constam nas imagens. Segundo Rosa (2013), a fotoleitura é uma interpretação superficial e muito simples, onde se levam em consideração apenas aspectos qualitativos, como por exemplo: isto é uma árvore, aquilo é uma casa etc. Já a etapa da fotoanálise consiste no estudo das feições ou objetos presentes na imagem, avaliando e ordenando as partes que as compõem. Nesta etapa é realizada interpretação mais precisa quando comparada com a etapa da fotoleitura, pois se mencionam aspectos semiquantitativos daquilo que se interpreta.

Na etapa de fotointerpretação são utilizados conhecimentos técnicos e experiências práticas mediante raciocínio lógico, dedutivo e indutivo para compreender e explicar os objetos, feições ou condições estudadas nas duas fases anteriores. O autor ainda relaciona as seguintes características que considera como mais importantes para a interpretação das imagens. São elas:

- **Tonalidade:** A tonalidade está relacionada com a intensidade da radiação eletromagnética refletida e/ou emitida pelos alvos, ou com o retorno do sinal, no caso dos sistemas ativos (radar). A tonalidade nada mais é do que diferentes graduações de cinza, que variam do branco ao preto, constituindo-se em elemento essencial na interpretação de fotografias aéreas e em imagens de satélite. As graduações de cinza da imagem dependem das características da emulsão, processamento fotográfico, propriedades físico-químicas dos objetos/alvos fotografados ou imageados, além das condições de iluminação/topografia e condições atmosféricas. Assim, a latitude, mês e hora são variáveis que interferem, podendo um mesmo tipo de cobertura aparecer com tonalidades diferentes, dependendo da hora, local e época do ano. A tonalidade em uma fotografia aérea ou em uma imagem de satélite é diretamente proporcional à radiância dos alvos da superfície. As diferentes tonalidades de cinza encontradas em uma fotografia aérea, ou em uma determinada faixa de comprimentos de onda (imagem de satélite) para um mesmo alvo e para uma mesma data e horário de tomada dos dados, são explicadas pela variação da irradiância na superfície. A irradiância depende da latitude, da inclinação do Sol (época do ano), da distância Terra/Sol, da orientação e inclinação da superfície topográfica e do horário de obtenção dos dados.
- **Cor:** A cor, por sua vez, depende do comprimento de onda de radiação eletromagnética e da sensibilidade do filme (no caso de fotografias aéreas) e das bandas usadas para gerar a composição colorida (no caso das imagens de satélite). Uma das vantagens é que o olho humano é capaz de distinguir mais cores do que tons de cinza.
- **Textura:** A textura é o padrão de arranjo espacial dos elementos texturais. Elemento textural é a menor feição contínua e homogênea distinguível em uma fotografia aérea e/ou imagem de satélite, porém passível de repetição. Depende da escala e da resolução espacial do sistema sensor, além do contraste entre os objetos ou feições da superfície. A textura varia de lisa a grosseira, dependendo das características dos alvos, resolução e escala. A tonalidade e a textura são conceitos visuais interrelacionados que auxiliam a percepção e o reconhecimento de características da superfície em fotografias aéreas e em imagens de satélite.
- **Forma:** Geralmente as feições naturais apresentam formas irregulares, enquanto que feições trabalhadas pelo homem, como exemplo, culturas, reflorestamentos, estradas etc., possuem formas geométricas.
- **Tamanho:** O tamanho pode ser utilizado para identificar feições individuais, dependendo da escala utilizada. O tamanho da feição pode indicar o tipo de ocupação, tipo de uso, tamanho da propriedade etc.

- **Sombras:** As sombras são fenômenos comuns nas imagens de satélite obtidas no inverno. Elas são resultantes da iluminação oblíqua do Sol ou da ausência do retorno do sinal, no caso de dados obtidos por sensores ativos. Em fotografia e imagens de grande escala, a sombra pode proporcionar o reconhecimento e aferição da altura de edifícios, árvores/reflorestamentos etc. Porém, muitas vezes o efeito da sombra mascara detalhes importantes. Imagens obtidas com baixos ângulos de elevação solar (inverno), favorecem os estudos geomorfológicos, em função da sombra propiciar o inferimento do modelo topográfico. No entanto, não são adequadas para o estudo do solo, pois seu efeito pode ocultar alvos ou feições de interesse.
- **Padrão:** Em imagens de satélite, o processo de extração visual de informações consiste basicamente na inspeção e na identificação de diferentes padrões tonais e texturais em cada banda espectral, assim como sua comparação em diferentes bandas espectrais e épocas. Devido às características de repetitividade de imageamento, pode-se analisar variações temporais apresentadas pelos diferentes padrões de tonalidades e de textura dos alvos. O padrão ou arranjo espacial das fazendas, dos campos, das culturas, ou de outros alvos torna-se, usualmente, uma característica importante na interpretação. (Rosa, 2013, p. 126).

2.2.2.3.

Classificação de Imagens

Em sensoriamento remoto entende-se como classificação de imagem o processo de associar pontos de uma imagem a uma classe ou grupo, bem como o reconhecimento de classes ou grupos cujos membros exibam características comuns, como por exemplo: água, vegetação, área urbana, campo, dentre outros. Assim, ao classificar uma imagem o analista considera que objetos/alvos diferentes apresentam propriedades espectrais diferentes e que pontos representativos de uma certa classe devem possuir padrões próximos de tonalidade e textura.

Para Rosa (2013), dependendo da forma como a classificação de imagem for feita, ela será ‘supervisionada’ ou ‘não supervisionada’. Assim, na classificação ‘não supervisionada’ o analista busca definir todas as categorias de cobertura do solo existentes na imagem em certos níveis de generalização, enquanto que na classificação ‘supervisionada’ busca-se detectar tipos específicos de cobertura do solo já conhecidos.

Classificação não supervisionada - Não requer qualquer informação prévia sobre as classes de interesse. Ela examina os dados e os divide nos agrupamentos espectrais naturais predominantes presentes na imagem. O analista então identifica esses agrupamentos como classes de cobertura do solo, através de uma combinação de sua familiaridade com a região estudada e visitas para levantamento de verdade de campo. É importante reconhecer que os agrupamentos produzidos neste caso não são classes de informação, mas categorias espectrais (isto é, agrupamentos de padrões de reflectância similares). Geralmente o analista necessita reclassificar as classes espectrais em classes de informação. A classificação não supervisionada é útil quando não se tem informações sobre a área imageada, por exemplo, não se dispõe de dados prévios sobre o número de classes presentes.

Classificação supervisionada - É utilizada quando se tem algum conhecimento sobre as classes na imagem, quanto ao seu número e pontos (na imagem) representativos destas classes. Antes da fase de classificação propriamente dita, o analista obtém as características das classes, por exemplo, média e variância de cada classe, que serão utilizadas como termos de comparação na classificação, fase denominada de treinamento. Neste tipo de classificação nós identificamos exemplos das classes de informação (tipos de cobertura do solo) presentes na imagem. Estes exemplos são chamados áreas de treinamento. O sistema de processamento de imagens é então usado para desenvolver uma caracterização estatística das reflectâncias para cada classe de informação. Este estágio é frequentemente chamado de análise de assinaturas. (Rosa, 2013, p. 128).

3.

Material e Área de Estudo

Fundamentalmente, o presente estudo pretende materializar os efeitos da política estadual sobre a ocupação urbana de faixas marginais de proteção, avaliando e exemplificando a antropização das FMPs, conforme a aplicação da legislação.

Com nascente na Serra do Mar no município de Petrópolis e foz no município de Três Rios, o rio Piabanha foi escolhido como objeto do trabalho por se tratar de importante afluente do rio Paraíba do Sul, sendo este último um dos principais mananciais do Estado do Rio de Janeiro. Além disso, possui grande parte da sua extensão na região serrana do Estado do Rio de Janeiro, onde é frequente a ocorrência de eventos de inundação.

Logo, no desenvolvimento deste trabalho procurou-se identificar alterações ocorridas nas áreas que deixaram de integrar as faixas marginais de proteção do rio Piabanha/RJ, nas áreas urbanas consolidadas, após a edição do Decreto Estadual n.º 42.356, de 16 de março de 2010, por meio das técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto em ambiente SIG para verificar alterações de uso do solo.

Buscou-se quantificar as perdas em áreas de FMP do rio Piabanha ocasionadas pelo Decreto Estadual n.º 42.356/2010 após 10 (dez) anos de sua vigência, as quais anteriormente encontram-se protegidas pela Lei Federal n.º 4.771/1965 e que atualmente estariam protegidas pela Lei n.º 12.651/2012, Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN).

3.1.

A Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha

Na Sinopse do Censo Demográfico de 2010 estima-se que a área territorial brasileira possui extensão superficial 8.515.692,272 km². Diante dessa dimensão continental do Brasil, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos visando orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos em todo o país, a Resolução CNRH n.º 32 de 15 de outubro de 2003 estabeleceu a divisão hidrográfica nacional em 12 (doze) regiões (Figura 8):



Figura 8 – Divisão Hidrográfica Nacional

Fonte: Resolução n.º 32/2003 – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

Para a Resolução CNRH n.º 32/2003 considera-se como região hidrográfica o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

O Estado do Rio de Janeiro encontra-se completamente inserido na Região Hidrográfica Atlântico Sudeste (Figura 9) que, de acordo com Agência Nacional das Águas, ocupa 2,5% do território nacional e ainda se estende por mais quatro estados: Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Paraná.

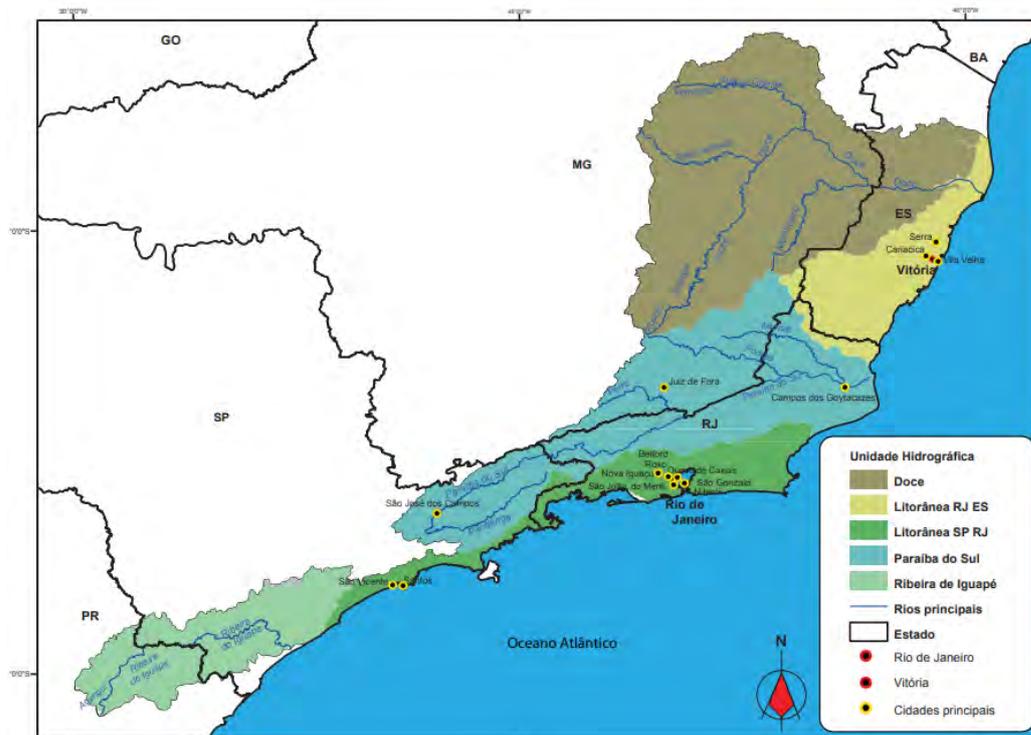


Figura 9 – Unidades Hidrográficas
Fonte: Agência Nacional das Águas – ANA

A Região Hidrográfica Atlântico Sudeste é a região hidrográfica mais povoada, com densidade demográfica seis vezes maior que a média brasileira. Apresenta alta diversidade de atividades econômicas e significativo parque industrial, constituindo-se em uma das regiões mais economicamente desenvolvidas do país.

No território fluminense, a Resolução n.º 107 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI-RJ), de 22 de maio de 2013, para fins de gestão, dividiu o Estado do Rio de Janeiro em nove Regiões Hidrográficas (RH) (Figura 10). São elas:

- RH I - Baía da Ilha Grande;
- RH II - Guandu;
- RH III - Médio Paraíba do Sul;
- RH IV - Piabanha;
- RH V - Baía de Guanabara;
- RH VI - Lagos São João;
- RH VII - Rio Dois Rios;
- RH VIII - Macaé e das Ostras;
- RH IX - Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana.

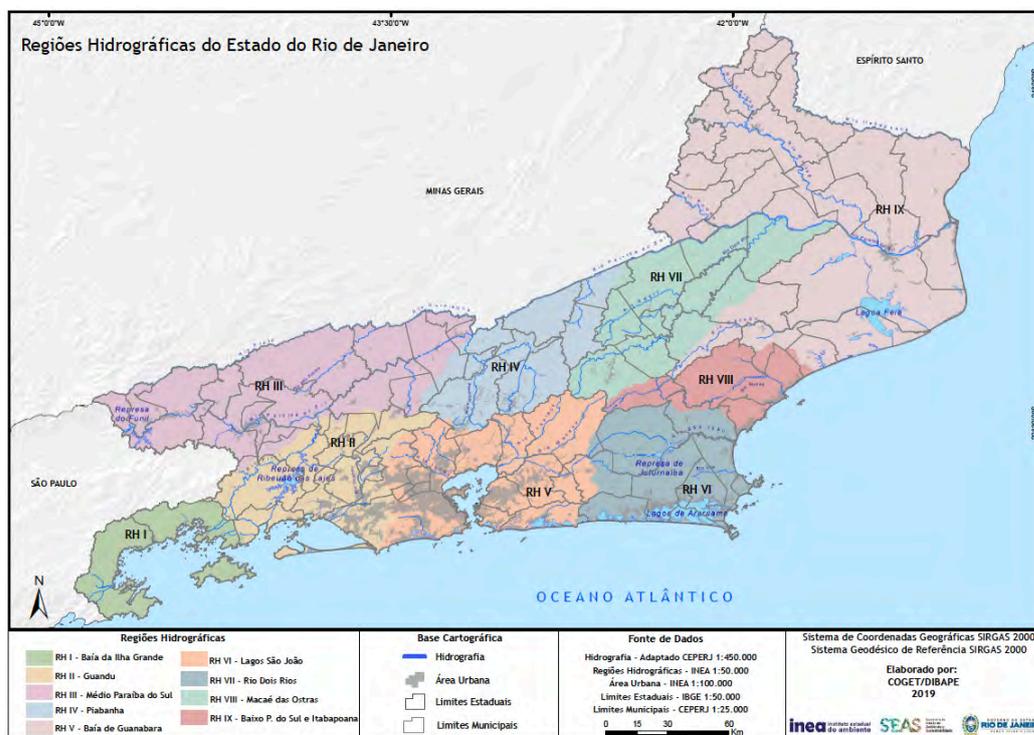


Figura 10 – Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro

Fonte: <https://inea.maps.arcgis.com>

Segundo o Caderno de Ações - Bacia do Rio Piabanha, elaborado pela Fundação COPPETEC - Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente, aprovado pela Resolução Comitê Piabanha n.º 09, de 22 de setembro de 2009, a Região Hidrográfica IV representa uma área de 3.460 km² onde vivem cerca de 550 mil habitantes (Figura 11).

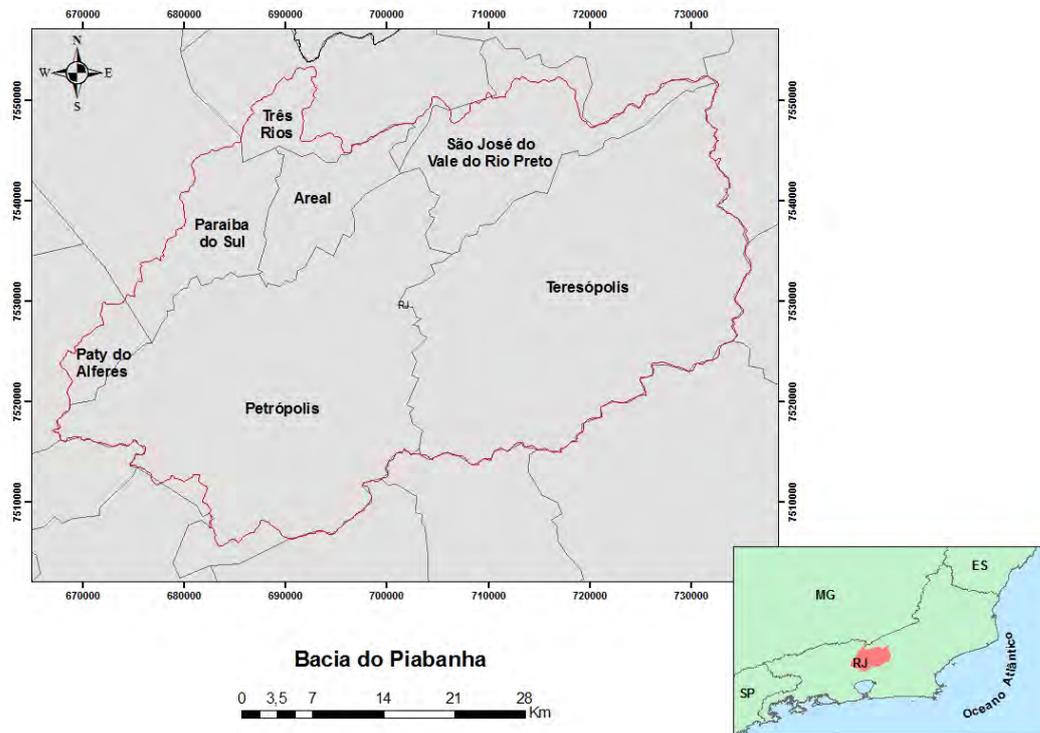


Figura 12 – Divisão Política - Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha
Fonte: AGEVAP – Caderno de Ações

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1713301/CA

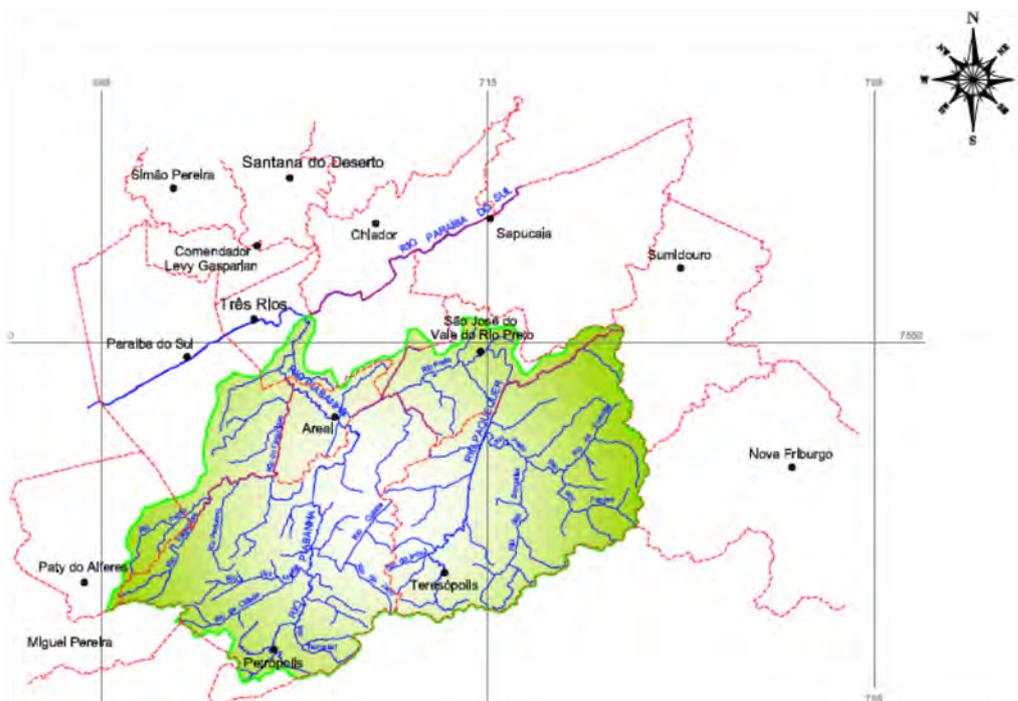


Figura 13 – Principais Corpos Hídricos – Bacia do Rio Piabanha
Fonte: AGEVAP – Caderno de Ações

Segundo estudo realizado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em parceria com o Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), o Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) e o INEA, nos anos de 2012 e 2013, apesar dos problemas com desmatamento e mau uso do solo, a Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha, dentre as grandes sub-bacias afluentes do rio Paraíba do Sul, ainda apresentava naquela ocasião a maior estimativa de cobertura florestal, cerca de 20% de Mata Atlântica.

Para o estudo, o modelo de desenvolvimento urbano e rural historicamente adotado na região, fruto de sua proximidade com a capital do Rio de Janeiro, com muitas atividades industriais, agropecuárias, de serviços e comerciais, somados ao elevado contingente populacional, implicam em crescimento urbano de forma acentuada e incompatível com as condições da bacia Piabanha acarretando em diversas formas de degradação ambiental.

Lou (2010) destaca que o grande desenvolvimento da região é motivo de problemas em relação à disponibilidade de água e, também, alerta que essa situação ocorre porque, ao mesmo tempo em que apresenta uma das maiores demandas hídricas do país, a bacia também possui uma das menores disponibilidades hídricas relativas.

De acordo com Aragão (2013), atualmente, uma das maiores preocupações são os diversos problemas ambientais que a região apresenta, causados sobretudo pelo desmatamento, acelerada urbanização e industrialização, os quais desequilibram o ecossistema como o assoreamento dos rios, a perda da fauna e flora e a contaminação hídrica.

Com aproximadamente 80 km de extensão, o rio Piabanha é principal curso d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha e banha os municípios de Petrópolis, Areal e Três Rios (Figura 14), com nascente na Serra do Mar no município de Petrópolis (coordenada de referência 22°28'58.07"S/43°12'34.67") e foz no município de Três Rios (coordenada de referência 22°6'38.85"O/43°8'15.05").

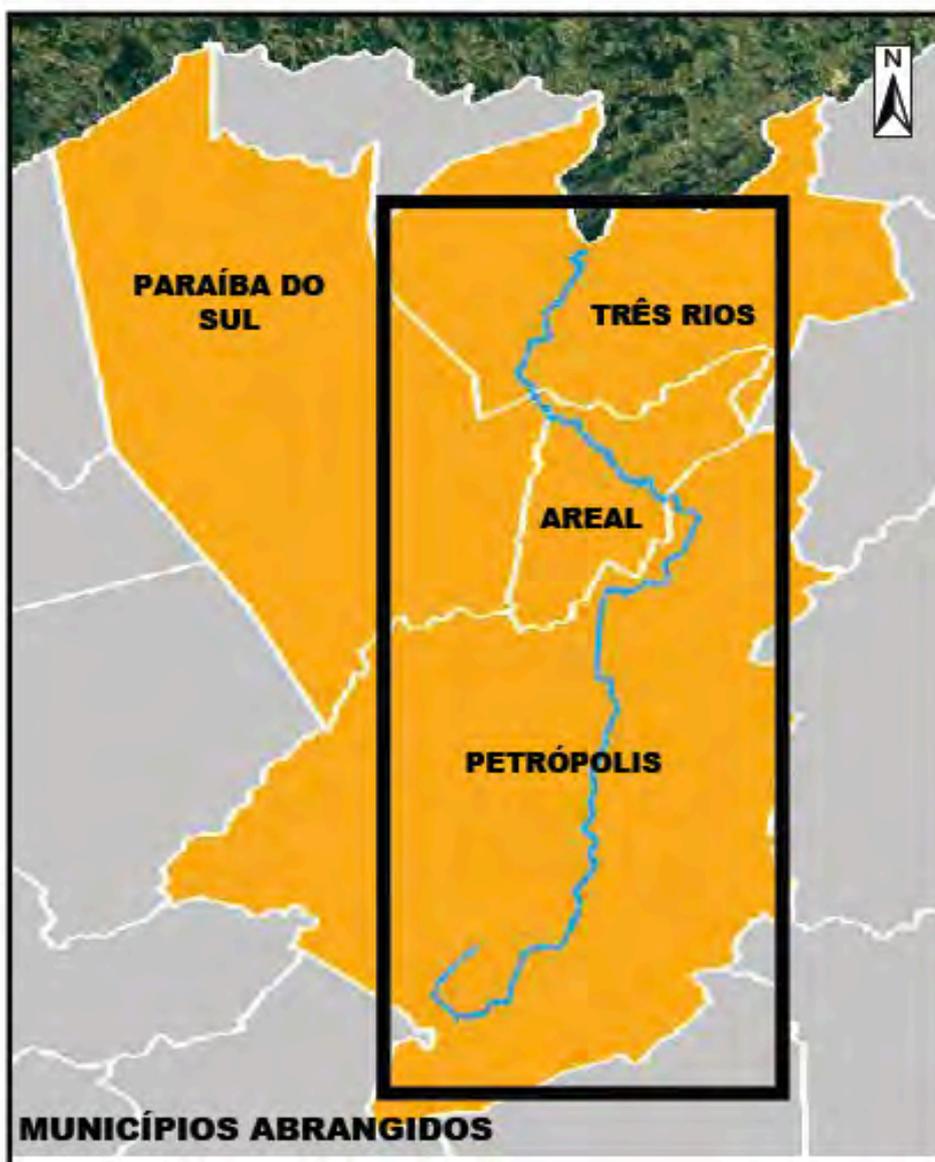


Figura 14 – Municípios Abrangidos pelo Rio Piabanha
Fonte: Processo Administrativo – INEA E-07/00.07317/2017

Para Sá Earp (1994), Piabanha é denominação anterior a Petrópolis, de origem indígena, significando peixe fluvial da família dos caracídeos ou caracinídeos, de corpo fundo, escamado e maxilares fortes, talvez um dia abundante nas águas do rio serrano.

3.2.

Demarcação de FMPs de Cursos D'água

As questões técnicas e científicas inerentes à tarefa de realizar demarcação das faixas marginais de proteção dos corpos hídricos são complexas e necessitam de extenso conhecimento de parâmetros hidrológicos, hidráulicos, geomorfológicos, assim como conhecimento de premissas ecológicas e de direito ambiental.

O presente trabalho não tem como objetivo abordar os critérios e as metodologias utilizadas para a demarcação de FMP, entretanto, para que haja compreensão mínima sobre o tema, será descrito e ilustrado a seguir o cerne desta atividade.

Como parâmetro para demarcação das faixas marginais de proteção, a Lei Federal n.º 4.771/1965 (Antigo Código Florestal) considerava o Nível Máximo de Água (NMA), que depende da dinâmica hídrica de cada corpo hídrico, o qual consiste em levantamentos históricos de cheias (medições por réguas, estações hidrometeorológicas, etc.), além da utilização de levantamentos topográficos a fim de que seja definida a cota máxima de cheia que funcionava como limite em ambos os lados do curso d'água para demarcação da FMP a partir da sua 'seção teórica', também chamada de 'seção projetada' (Figura 15).



Figura 15 – Demarcação de FMP pelo Nível Máximo de Água (NMA)
Fonte: Cartilha do Serviço de Demarcação de FMP – INEA 2010

Para a Lei n.º 12.651 - Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) que revogou a Lei Federal n.º 4.771/1965 (Antigo Código Florestal), também é necessário que seja avaliada a dinâmica descrita anteriormente, entretanto, para definição da FMP o marco referencial considerado passou a ser a Linha Média das Enchentes Ordinárias (LMEO). Esta LMEO delimita em ambos os lados dos cursos d'água a 'seção teórica' (seção projetada) e, de acordo com a legislação ambiental vigente, a partir desta LMEO demarca-se a FMP (Figura 16).

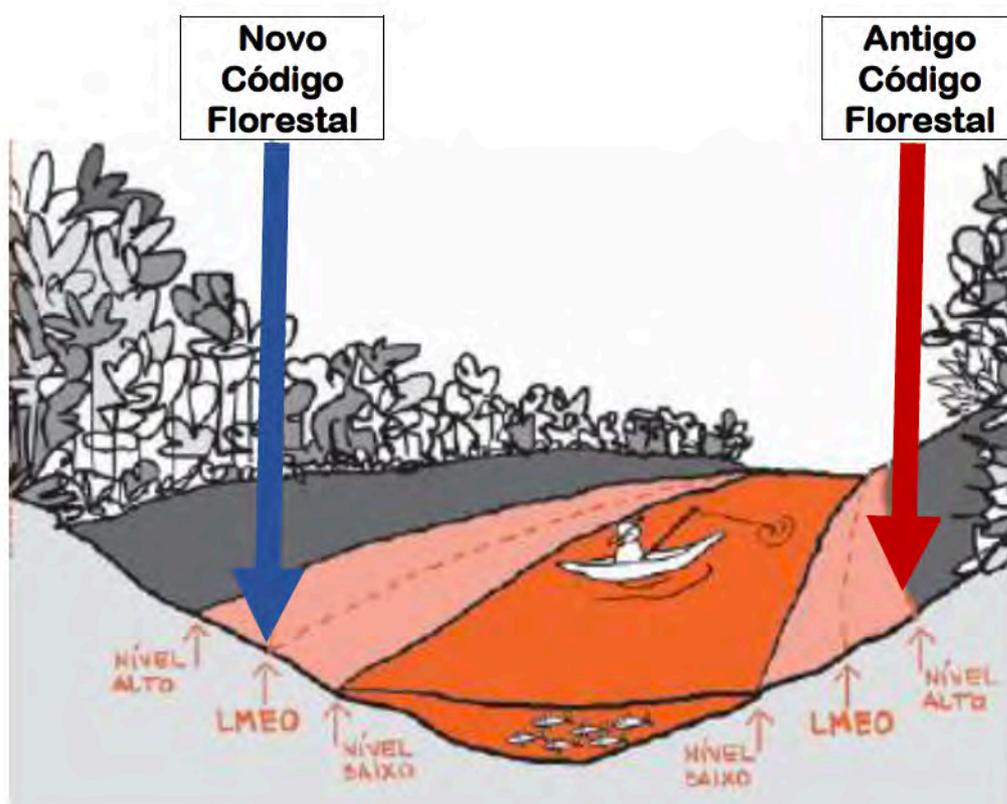


Figura 16 – NMA e LMEO (adaptada)
Fonte: Oliveira (2019, p. 41)

Para o desenvolvimento dos trabalhos desta dissertação, foram utilizadas as larguras das seções teóricas do rio Piabanha, considerando como limite a LMEO, as dimensões definidas pelo Instituto Estadual do Ambiente - INEA no Parecer Técnico de Apoio n.º 006-2018 (SEHIDPTA/006) do Serviço de Hidrologia e Hidráulica, conforme ilustrado a seguir na Tabela 2:

Tabela 2 – Larguras de Referência para Demarcação de FMP

Trecho 1 – Não Aplica o D.E. 42.356/2010				
Seção	Início	Término	Largura (m)	Geometria
Nascente - 1	Cabeceiras	22°28'57.56"S / 43°12'33.84"O	2.4	Natural
1.1 – 1.2	22°28'57.56"S / 43°12'33.84"O	22°29'37.36"S / 43°13'15.10"O	7.0	Trapezoidal
Trecho 2 – Aplica o D.E. 42.356/2010				
Seção	Início	Término	Largura (m)	Geometria
2.1 – 2.2	22°29'37.36"S / 43°13'15.10"O	22°30'13.71"S / 43°10'55.94"O	12	Trapezoidal
	22°30'39.17"S / 43°12'44.69"O	22°30'13.71"S / 43°10'55.94"O	Margens como referência	Retangular (Canalizado)
2.2 – 2.3	22°30'13.71"S / 43°10'55.94"O	22°28'30.88"S / 43°09'13.26"O	23	Natural
	22°28'29.56"S / 43°09'48.46"O	22°28'30.88"S / 43°09'13.26"O	Margens como referência	Natural (Seção variável)
2.3 – 2.4	22°28'30.88"S / 43°09'13.26"O	22°24'55.59"S / 43°08'19.75"O	28	Natural
2.4 – 2.5	22°24'55.59"S / 43°08'19.75"O	22°23'09.79"S / 43°08'04.43"O	29	Natural
2.5 – 2.6	22°23'09.79"S / 43°08'04.43"O	22°19'51.61"S / 43°07'54.75"O	31	Natural
Trecho 3 – Não Aplica o D.E. 42.356/2010				
Seção	Início	Término	Largura (m)	Geometria
Todo Trecho	22°19'51.61"S / 43°07'54.75"O	22°16'20.21"S / 43°05'12.68"O	33	Natural
	22°17'19.95"S / 43°07'22.86"O	22°16'20.21"S / 43°05'12.68"O	Margens como referência	Natural
Trecho 4 – Aplica o D.E. 42.356/2010				
Seção	Início	Término	Largura (m)	Geometria
Todo Trecho	22°16'20.21"S / 43°05'12.68"O	22°13'58.41"S / 43°06'21.89"O	Margens como referência (L _{min} – 42)	Natural
Trecho 5 – Não Aplica o D.E. 42.356/2010				
Seção	Início	Término	Largura (m)	Geometria
Todo Trecho	22°13'58.41"S / 43°06'21.89"O	22°06'38.85"S / 43°08'15.05"O	Margens como referência (L _{min} – 59)	Natural

Fonte: Parecer Técnico de Apoio n.º 006-2018 (SEHIDPTA/006) do Serviço de Hidrologia e Hidráulica – INEA/2018

De acordo com o Parecer Técnico de Apoio n.º 006-2018 (SEHIDPTA/006) do INEA, as larguras para as seções teóricas do rio Piabanha foram obtidas através da Metodologia das Curvas Regionais para os trechos 1, 3 e 5. Para os trechos 2 e 4 foram consideradas as seções de projeto estimadas pelo Serviço de Hidrologia e Hidráulica do órgão. As larguras obtidas foram compatibilizadas com as seções apresentadas em Relatório de Vistoria n.º 42/2017 e com as seções que estavam no Banco de Dados do INEA que anteriormente já haviam sido demarcadas.

3.2.1.

Demarcação das FMPs do rio Piabanha

As Faixas Marginais de Proteção do Rio Piabanha, considerando a aplicação do Decreto Estadual n.º 42.356/2010 foram fornecidas pelo INEA (Figura 17) e constam no Processo Administrativo n.º E-07/00.07317/2017 - Demarcação de Faixa Marginal de Proteção – FMP do rio Piabanha, desde sua nascente, abrangendo áreas urbanas e rurais dos municípios de Petrópolis, Areal, Paraíba do Sul e Três Rios, aprovada e certificada pela Deliberação CECA n.º 6.219 da Comissão Estadual de Controle Ambiental (CECA) da Secretaria Estadual do Ambiente e Sustentabilidade do Estado do Rio de Janeiro (SEAS/RJ), em reunião realizada no dia 02/10/2018.

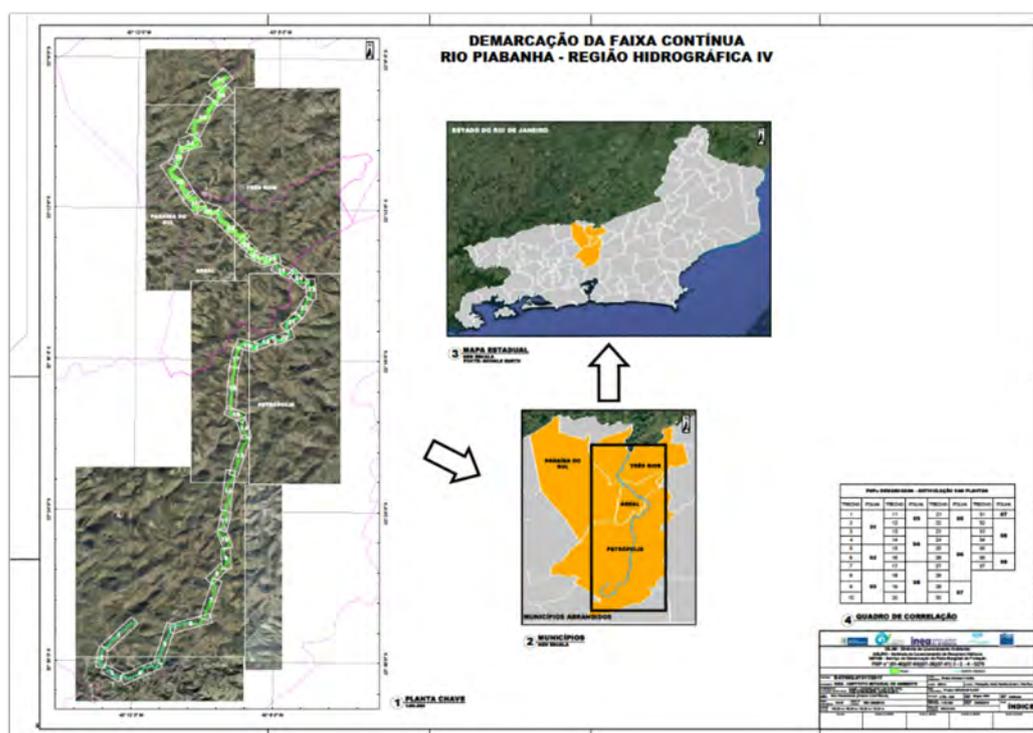


Figura 17 – Projeto de Demarcação de FMP do Rio Piabanha
Fonte: INEA – Processo Administrativo n.º E-07/00.07317/2017

Segundo informações contidas no referido processo, a demarcação das FMPs do rio Piabanha é o resultado de projeto desenvolvido em parceria entre o Grupo de Atuação Especializada em Meio Ambiente do Ministério Público do Rio de Janeiro (GAEMA/MPRJ), a 1ª Promotoria de Justiça de Tutela Coletiva de Petrópolis e o Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

Os elementos gráficos para demarcação da Faixa Marginal de Proteção do rio Piabana foram elaborados pela Agência de Bacia (AGEVAP) do Comitê Piabana considerando os parâmetros estabelecidos pelo Parecer Técnico de Apoio n.º 006-2018 (SEHIDPTA/006) do Serviço de Hidrologia e Hidráulica do INEA/2018. Desta forma, o projeto desenvolvido por aqueles órgãos dividiu o rio Piabana em 05 (cinco) trechos (Figura 18), considerando ‘aplicação’ ou ‘não-aplicação’ do Decreto Estadual n.º 42.356/2010 conforme características do seu entorno imediato, sendo elas: o grau de ocupação e a antropização observados nas suas margens.

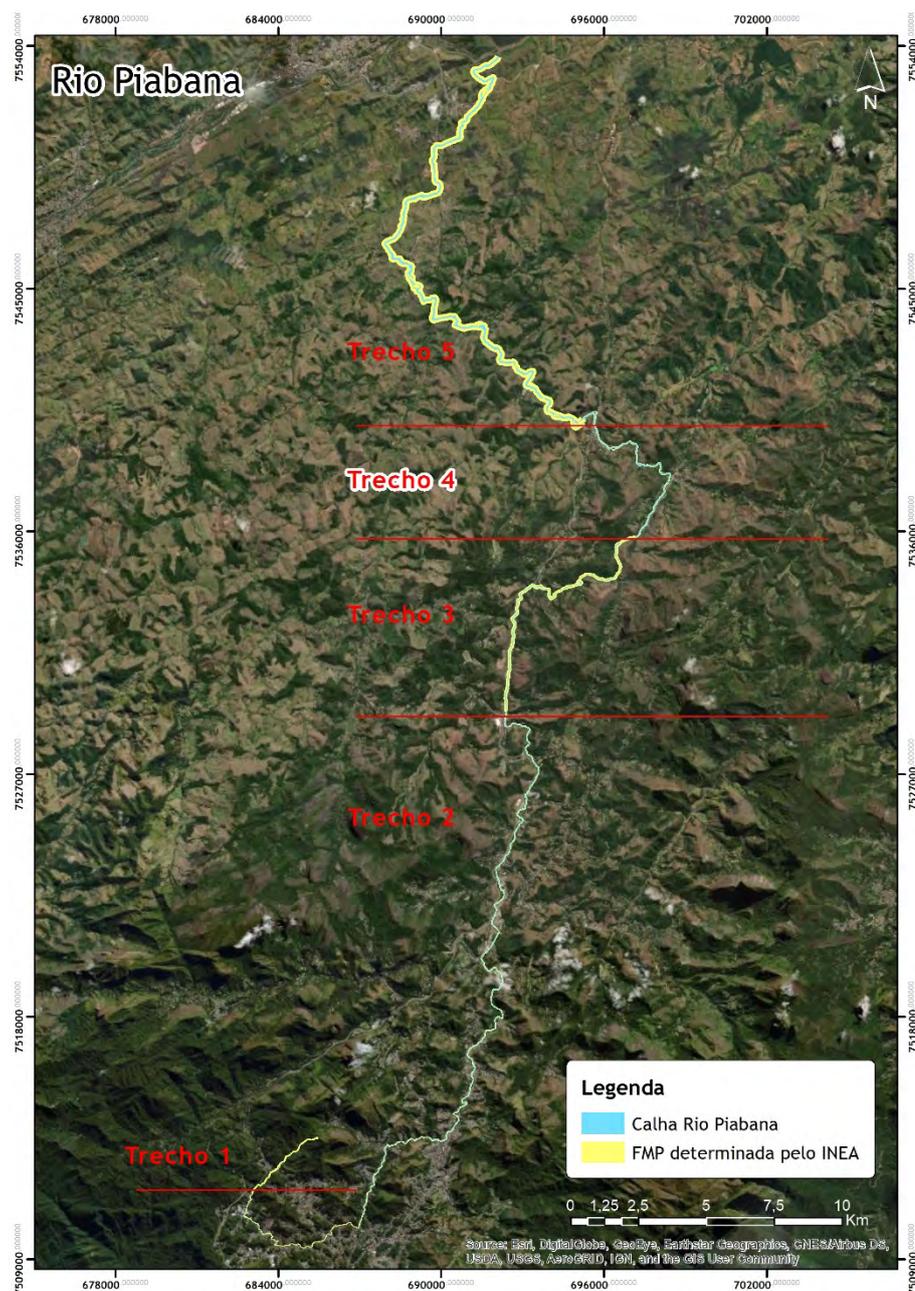


Figura 18 – Divisão do Rio Piabana em 5 Trechos
Fonte: Própria

Nos trechos 1, 3 e 5, por terem sido caracterizados como ocupação rarefeita ou moderada, não foi aplicado o Decreto Estadual n.º 42.356, de 16 de março de 2010 e foram demarcados conforme os parâmetros da Lei Federal n.º 12.651 - Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), portanto, esses trechos não serão objeto de estudo deste trabalho. Os trechos 2 e 4 foram considerados como inseridos em áreas urbanas consolidadas e, portanto, foi aplicado o Decreto Estadual n.º 42.356/2010.

3.2.2.

Escolha e Delimitação da Área de Estudo

A aplicação do Decreto Estadual n.º 42.356/2010 para a demarcação da FMP com 15 m de largura em cada margem do Trecho 4 do rio Piabanha, o qual foi considerado como inserido em AUC do município de Petrópolis e do município de Areal, motivou a sua escolha como objeto de estudo, conforme os objetivos já descritos no Capítulo 1 desta dissertação. O trecho 2, por também ter sido considerado como inserido em AUC do município de Petrópolis, também atenderia aos objetivos dessa dissertação, entretanto, devido a sua grande extensão, aproximadamente 34,5 km, tornaria este estudo demasiadamente amplo e impraticável como projeto de pesquisa.

O Trecho 4 do rio Piabanha possui aproximadamente 8 km de extensão medidos pelo eixo do seu leito principal, desconsiderando os 'braços de rio', e largura mínima de 42 metros, tendo suas margens como referência, conforme discriminado na Tabela 2 (Larguras de Referência para Demarcação de FMP) anteriormente citada nesta dissertação, onde também estão descritos os seus limites de início e término. Assim, para delimitação da área de estudo foi realizada a demarcação da FMP do Trecho 4 do rio Piabanha conforme os parâmetros normativos estabelecidos pela Lei Federal n.º 12.651 - Lei de Proteção da Vegetação Nativa – LPVN (50 metros de largura) com subtração da área da FMP demarcada com aplicação do Decreto Estadual n.º 42.356/2010 (15 metros de largura).

O processo de delimitação das FMPs do Trecho 4 do rio Piabanha com 50 metros de largura de foi executado no programa *Autocad* por meio da ferramenta *Offset*, acrescentando 35 metros de largura a partir do limite da FMP de 15 metros anteriormente demarcada no Processo Administrativo n.º E-07/00.07317/2017 - Demarcação de Faixa Marginal de Proteção – FMP do rio Piabanha, conforme ilustram a Figura 19 e Figura 20 a seguir:

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1713301/CA

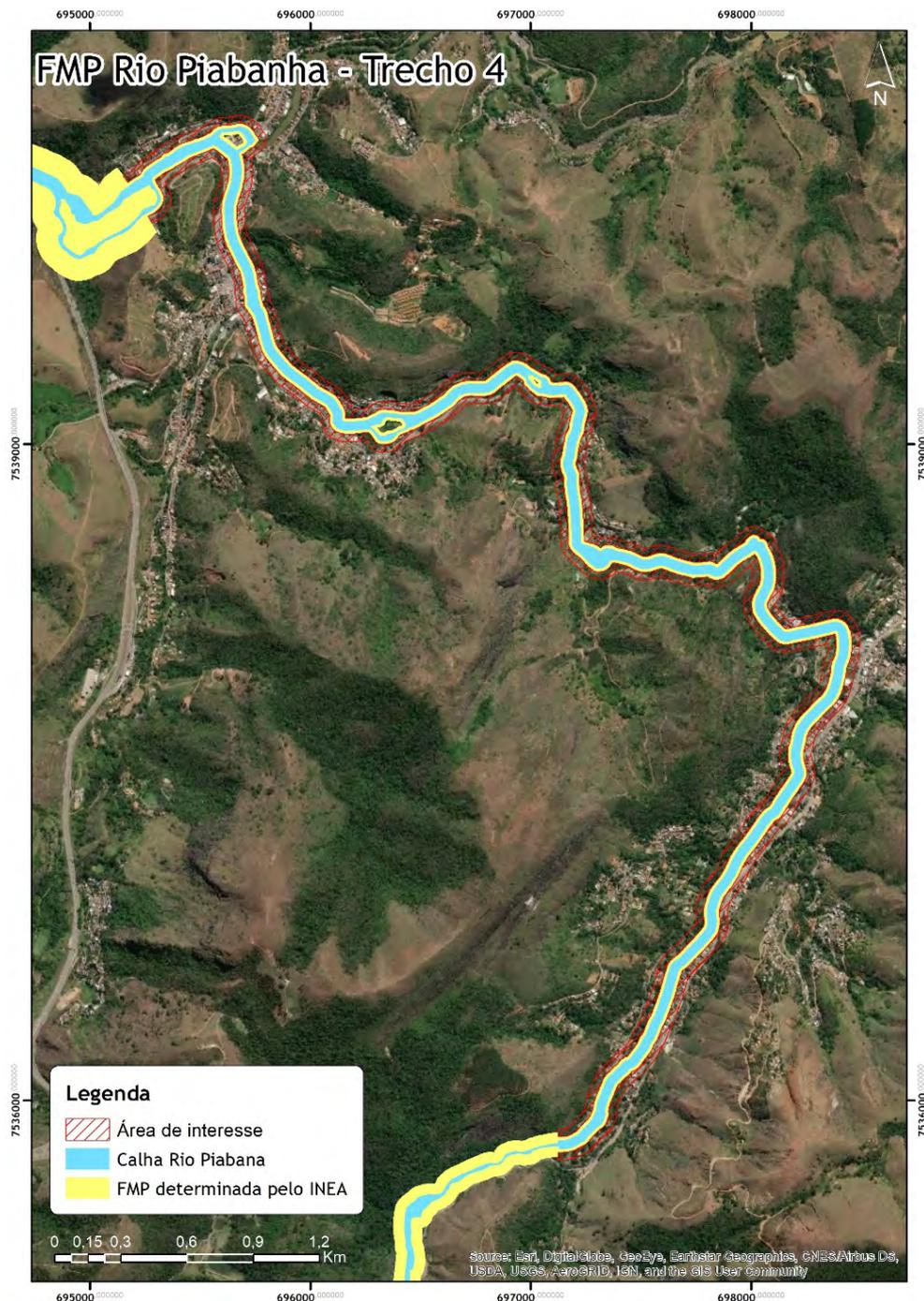


Figura 19 – Trecho 4 – Rio Piabanha – Área do Estudo
Fonte: Própria



Figura 20 – Detalhe do Trecho 4 – Rio Piabanha – Área do Estudo
Fonte: Própria

4.

Métodos Aplicados e Resultados Obtidos

A realização de trabalhos que utilizam imagens de satélite para fins de levantamentos, monitoramento ou mapeamento, em qualquer que seja a área de conhecimento, segundo ROSA (2013, p. 124), de modo geral passam pelas seguintes etapas: definição dos objetivos; escolha da área de estudo; aquisição dos produtos (imagens ou fotografias aéreas) e escolha das cenas; interpretação visual e ou classificação de imagens.

- **Definição dos Objetivos do Estudo**

Conforme descrito no Capítulo 1, foi definido como objetivo geral desta dissertação a identificação das alterações na cobertura do solo ocorridas nas áreas que deixaram de integrar as FMPs do rio Piabanha/RJ, em locais classificados como áreas urbanas consolidadas, após a edição do Decreto Estadual n.º 42.356/2010.

- **Escolha da Área de Estudo**

Conforme descrito no Capítulo 3, o Trecho 4 do rio Piabanha foi escolhido como área de estudo, a qual foi delimitada conforme ilustrado na Figura 19.

- **Aquisição das Imagens e Escolha das Cenas**

As imagens digitais utilizadas foram fornecidas pela Secretaria Estadual do Ambiente e Sustentabilidade do Estado do Rio de Janeiro (SEAS/RJ), geradas no Projeto de Mapeamento da Cobertura da Terra e de Detecção de Mudanças na Cobertura Florestal do Estado do Rio de Janeiro (Projeto Olho no Verde). Segundo o INEA, Revista INEANA V.05 N.01 (2017, p. 8), o Projeto Olho no Verde tem como objetivo combater o desmatamento ilegal de vegetação de Mata Atlântica no Estado por meio do monitoramento dos seus remanescentes florestais que, ao utilizar tecnologias de imageamento por satélite, recorre ao processamento de dados espaciais para subsidiar ações de fiscalização e de prevenção.

Para gerar as informações relacionadas ao uso e cobertura da terra, visando identificar alterações ocorridas nas áreas que deixaram de integrar as Faixas Marginais de Proteção do rio Piabanha/RJ nas áreas urbanas consolidadas após a edição do Decreto Estadual n.º 42.356/2010, buscou-se imagens de satélite que demonstrassem a realidade do território em momentos distintos, antes da edição do decreto e as mais recentes com a época deste estudo. Quanto às imagens recentes, foram selecionadas as cenas de 17/11/2019 apresentadas na Figura 21 a seguir:

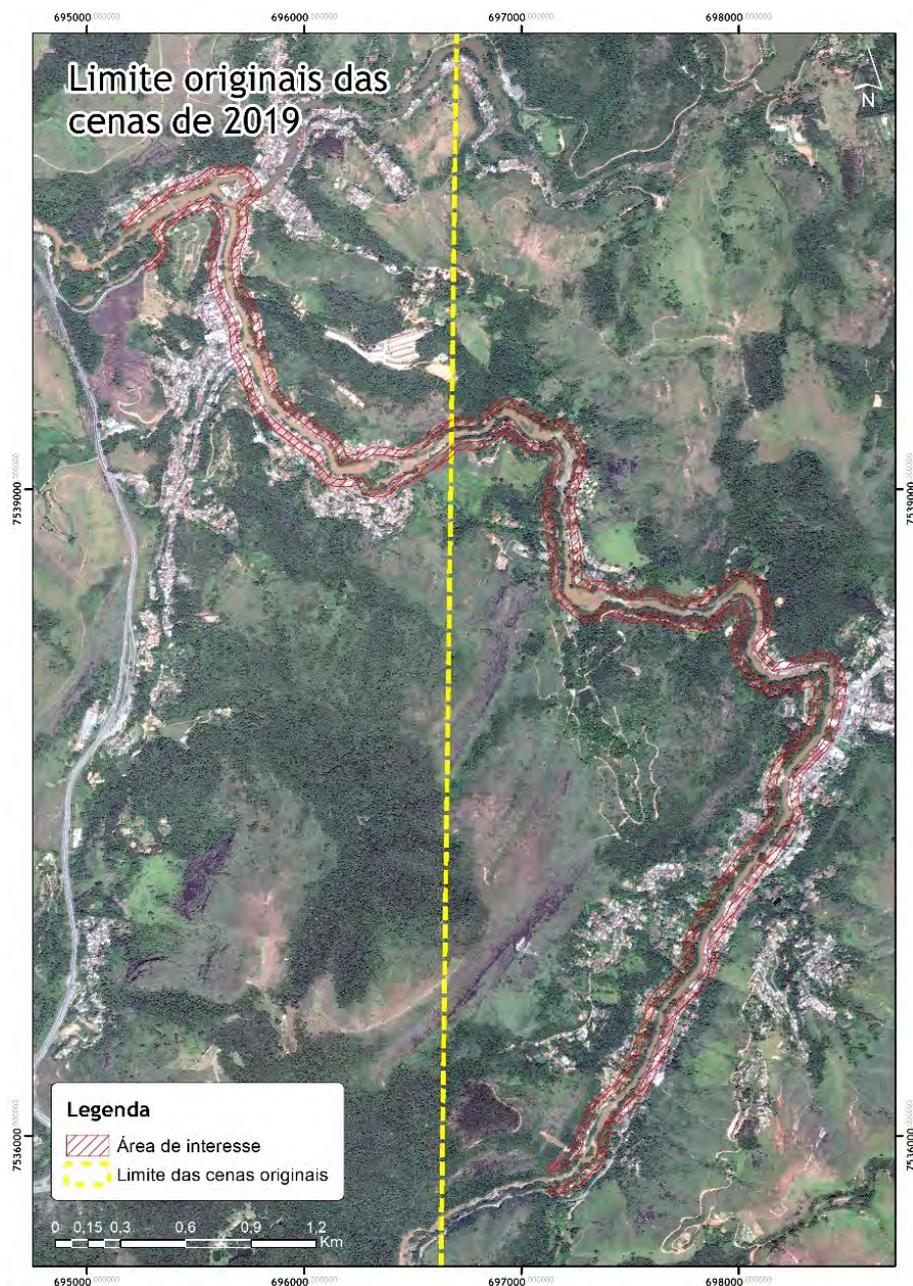


Figura 21 – Cenas Escolhidas – 2019
Fonte: Própria

Já a busca por imagens anteriores e próximas à data da edição do Decreto Estadual n.º 42.356, de 16 de março de 2010, se apresentou de maneira mais difícil e trabalhosa, devido à escassez de imagens que cobrissem toda a área de estudo sem interferência de nuvens (Figura 22):

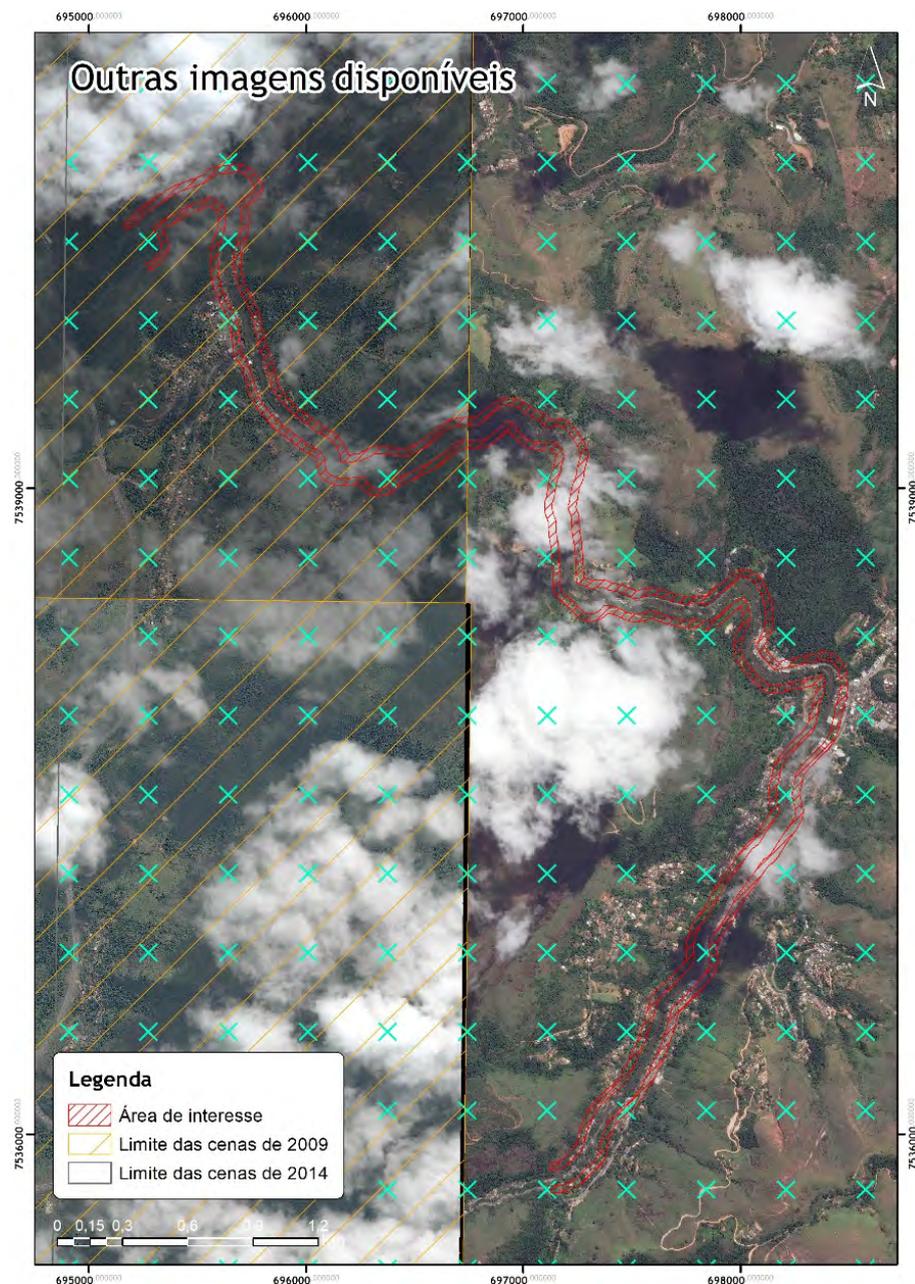


Figura 22 – Cenas Disponíveis de 2009 e 2014

Fonte: Própria

Assim, foi considerada a possibilidade de realização de mosaico entre imagens diversas, porém, no processo desenvolvimento, as bordas das imagens apresentavam mudanças bruscas devido as variações das condições atmosféricas (umidade ou presença de nuvens); da cobertura do terreno (variações sazonais da própria vegetação ou mesmo desmatamento) ou condições físicas do sensor (angulação ou calibração). Com o intuito de minimizar esse tipo de erro muito comum no processo de construção de mosaicos, optou-se pela seleção de cenas mais similares entre si, resultando na utilização de apenas imagens do ano de 2006, (Figura 23):

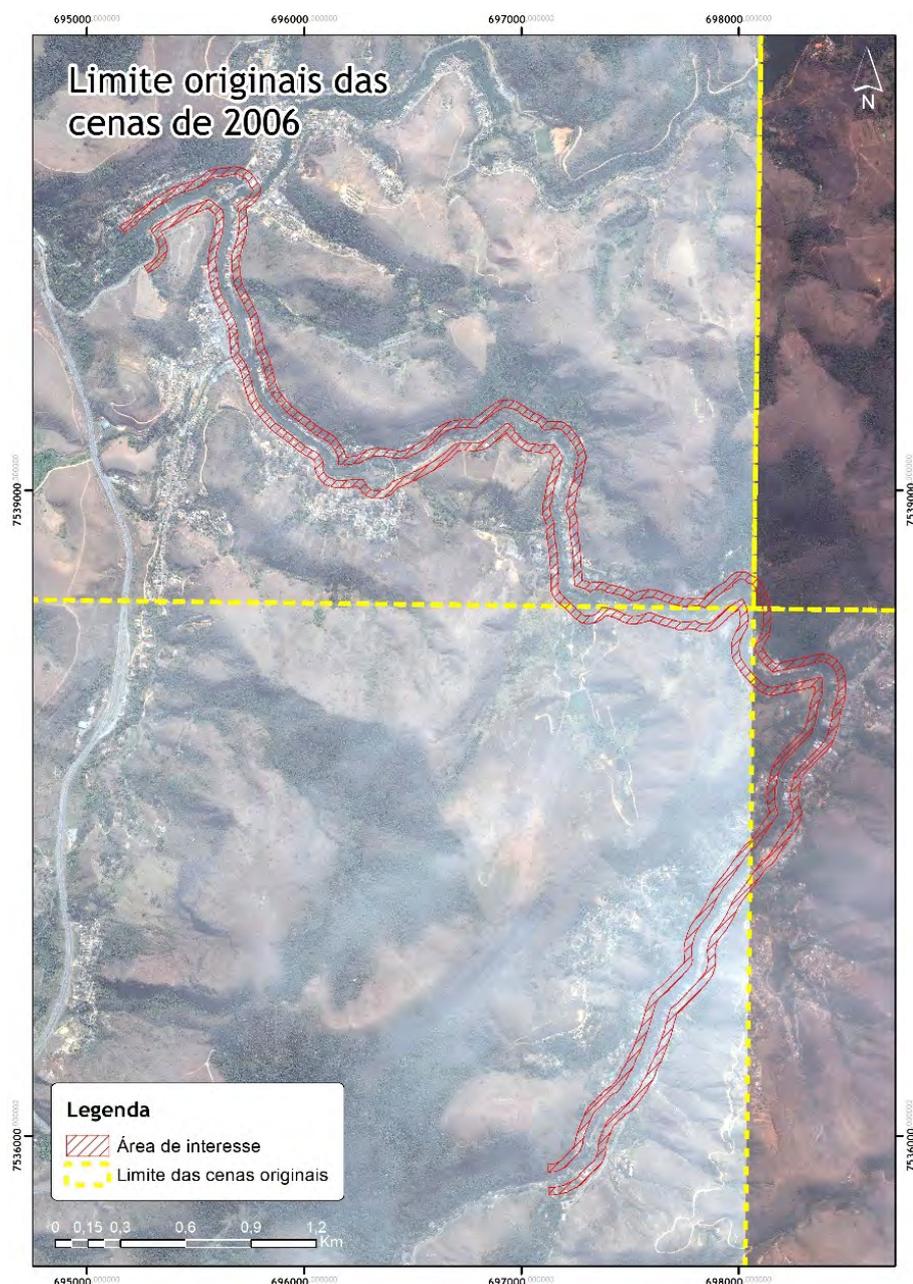


Figura 23 – Cenas Escolhidas – 2006
Fonte: Própria

- **Interpretação Visual e Classificação das Imagens**

Foi utilizada a classificação manual baseada em regiões ou segmentos que necessita inicialmente de um importante processamento que é a segmentação, a qual tem por objetivo o agrupamento de *pixels* em regiões que possam ser discriminadas por uma propriedade comum ou por um conjunto de propriedades em comum. O resultado do processo de segmentação, realizada no software de processamento de imagens *E-Cognition*, pode ser observado no mapa a seguir (Figura 25):

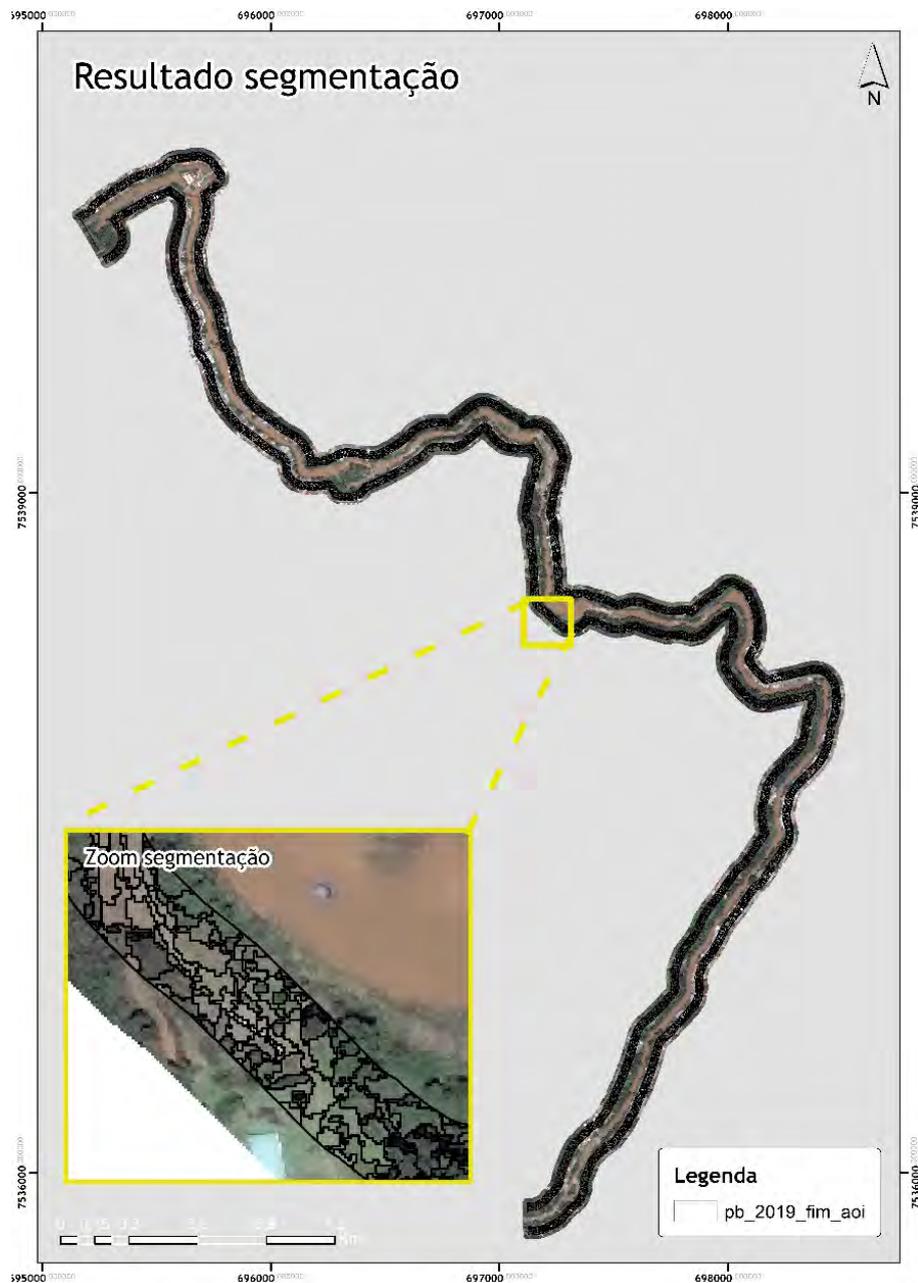
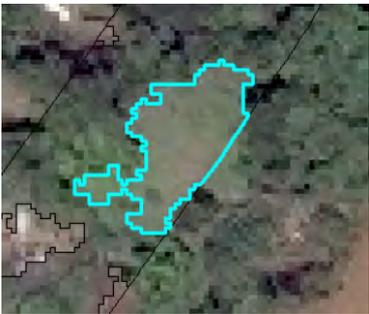


Figura 25 – Segmentação – Imagens de 2019
Fonte: Própria

Considerando os objetivos do estudo, foram definidas 04 (quatro) classes de características comuns e nomeadas conforme discriminação na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 – Classes de Interesse do Estudo

Classe	Breve descrição	Exemplo de Imagem
Água	Corpos hídricos com larguras maiores que 2 metros	
Campo	Área sem vegetação e sem construção	
Construção	Áreas em processo de urbanização, com construções consolidadas ou solos expostos próximos a construções consolidadas	
Vegetação	Cobertura de vegetação com estágio sucessional médio e avançado	

Fonte: Própria

Em seguida processou-se a classificação com base na segmentação e, após 10 dias ininterruptos de processamento, o resultado da classificação não se mostrou adequado ao estudo. Acredita-se que o resultado apresentado não foi satisfatório devido à diversidade das amostras para cada classe, pois quando se utiliza imagem de satélite de altíssima resolução espacial é possível visualizar pequenas diferenças entre os *pixels*, mesmo que dentro de uma mesma classe. Desta forma, ao utilizar classes mais genéricas em imagens de altíssima resolução, há uma forte tendência de confusão pelo algoritmo, devido à diversidade de respostas espectrais de uma região para outra. Para uma classe de construção, por exemplo, há diversos tipos de cores e formatos dentro da mesma classe, onde cada um desses padrões é identificado como segmento separado, conforme apresentado na figura 26 a seguir:



Figura 26 – Variação de Cores e Tonalidades na Classe Construção
Fonte: Própria

Tal aspecto também ocorreu nas demais classes, gerando um resultado não satisfatório. Considerando o exposto e o tempo de processamento para cada teste, optou-se pela classificação manual dos segmentos, para maior efetividade no desenvolvimento da pesquisa. Assim, baseando-se na experiência e avaliação deste autor, agrupou-se manualmente em cada data estudada, 2006 (Figura 27) e 2019 (Figura 28), as classes de características comuns e nomeadas na Tabela 3 – Classes de Interesse do Estudo, para que posteriormente fossem feitas as análises de alterações de cobertura do solo.

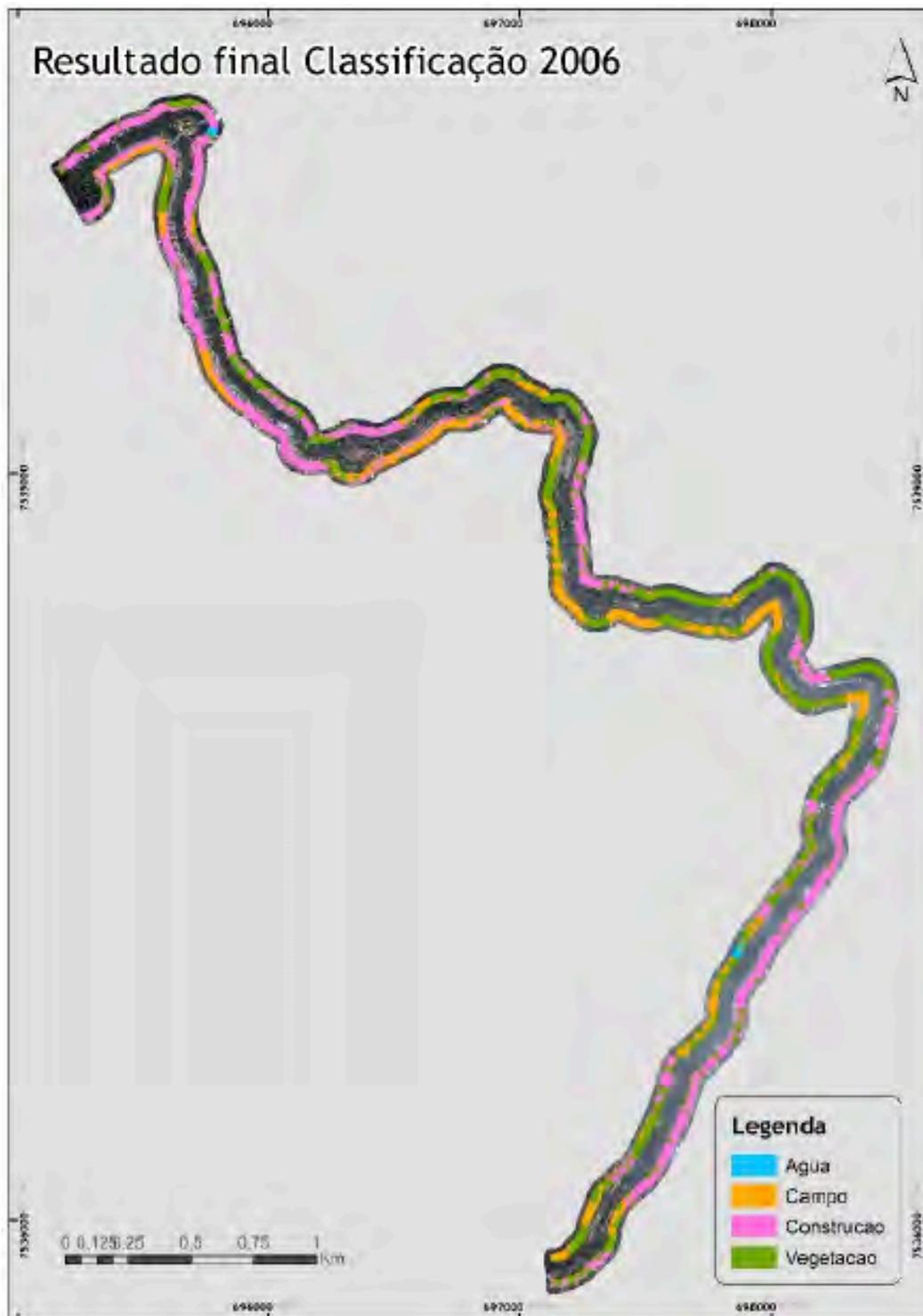


Figura 27 – Mapa de Identificação de Classes (Ano: 2006)
Fonte: Própria



Figura 28 – Mapa de Identificação de Classes (Ano: 2019)
Fonte: Própria

- **Resultados Obtidos**

Após a delimitação da área de estudo descrita no ‘Capítulo 3’, conforme ilustrado na Figura 19, o quantitativo que esta área representa foi aferido no programa *Autocad*, obtendo-se o total de 591.696,14 m². Este quantitativo representa a área deixou de estar legalmente protegida após a edição do Decreto Estadual n.º 42.356/2010, tendo em vista que foi considerada como inserido em área urbana consolidada e, portanto, foram aplicados na demarcação da FMP critérios distintos daqueles estabelecidos pela Lei n.º 12.651/2012, Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), pois, quando comparados os referidos instrumentos legais, o Decreto Estadual n.º 42.356/2010 permitiu que a largura da FMP em cada margem do Trecho 4 do rio Piabanha fosse reduzida de 50 metros para 15 metros.

Após concluídas as etapas de definição dos objetivos; escolha da área de estudo; aquisição das imagens; interpretação visual; e classificação de imagens, foi realizado comparativo entre as datas estudadas (2006 e 2019) para identificar ocorrências de alterações na cobertura do solo. Assim, foram observados 5 (cinco) tipos de alterações, a saber:

- I. ‘De Vegetação (2006) para Campo (2019)’;
- II. ‘De Vegetação (2006) para Construção (2019)’;
- III. ‘De Campo (2006) para Construção (2019)’;
- IV. ‘De Campo (2006) para Vegetação (2019)’;
- V. ‘De Construção (2006) para Vegetação (2019)’.

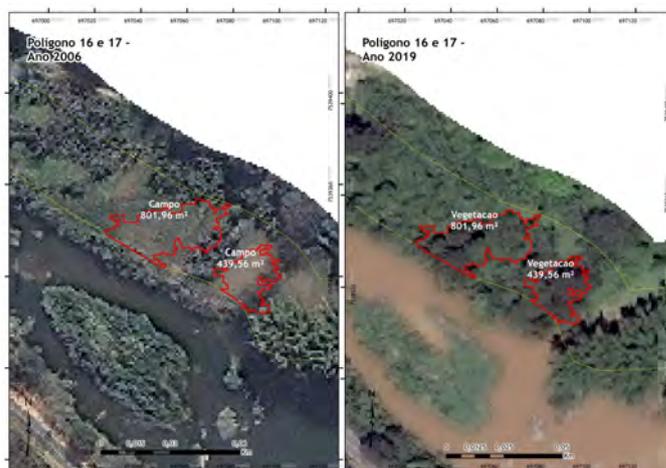
As alterações observadas resultaram em 141 polígonos de identificação, dos quais alguns se encontram ilustrados a seguir como exemplos elucidativos (Figura 29; Figura 30; Figura 31):



**Figura 29 – Polígonos de Identificação de Alterações Áreas
'De Vegetação (2006) para Campo (2019)'**
Fonte: Própria



**Figura 30 – Polígonos de Identificação de Alterações Áreas
'De Vegetação (2006) para Construção (2009)'
'De Campo (2006) para Construção (2006)'**
Fonte: Própria



**Figura 31 – Polígonos de Identificação de Alterações Áreas
'De Campo (2006) para Vegetação (2006)'**
Fonte: Própria

Na Tabela 4 a seguir estão discriminadas as alterações da cobertura do solo entre as datas (2006 e 2019) quantificadas conforme os 141 polígonos de identificação:

Tabela 4 – Alterações de Cobertura do Solo

Polígono	Área	2006	2019	Polígono	Área	2006	2019	Polígono	Área	2006	2019
1	72,16	Vegetação	Campo	48	274,31	Vegetação	Campo	95	173,23	Campo	Vegetação
2	150,13	Vegetação	Campo	49	176,00	Vegetação	Construção	96	86,31	Campo	Construção
3	341,94	Vegetação	Campo	50	285,94	Vegetação	Construção	97	34,79	Campo	Vegetação
4	40,08	Vegetação	Construção	51	76,00	Vegetação	Construção	98	43,00	Campo	Vegetação
5	379,34	Campo	Construção	52	101,00	Vegetação	Construção	99	101,91	Campo	Vegetação
6	278,80	Campo	Construção	53	807,96	Vegetação	Construção	100	18,49	Campo	Vegetação
7	463,00	Campo	Vegetação	54	79,00	Vegetação	Campo	101	622,17	Campo	Vegetação
8	278,52	Vegetação	Construção	55	111,00	Vegetação	Construção	102	928,14	Campo	Vegetação
9	125,88	Vegetação	Campo	56	78,89	Vegetação	Construção	103	86,00	Vegetação	Construção
10	281,50	Campo	Vegetação	57	97,77	Vegetação	Construção	104	486,43	Campo	Vegetação
11	114,83	Vegetação	Campo	58	770,71	Vegetação	Campo	105	6395,62	Campo	Vegetação
12	134,77	Campo	Construção	59	196,00	Vegetação	Construção	106	212,77	Campo	Vegetação
13	195,00	Vegetação	Construção	60	659,18	Vegetação	Campo	107	14,23	Campo	Vegetação
14	484,27	Vegetação	Construção	61	114,00	Vegetação	Construção	108	41,29	Campo	Vegetação
15	538,00	Campo	Vegetação	62	604,94	Vegetação	Construção	109	1571,13	Campo	Vegetação
16	801,96	Campo	Vegetação	63	319,69	Vegetação	Campo	110	766,55	Vegetação	Campo
17	439,56	Campo	Vegetação	64	375,44	Vegetação	Campo	111	181,30	Campo	Vegetação
18	259,52	Vegetação	Campo	65	330,00	Vegetação	Campo	112	196,53	Vegetação	Construção
19	795,86	Vegetação	Construção	66	43,62	Vegetação	Construção	113	160,00	Vegetação	Campo
20	282,94	Vegetação	Construção	67	426,92	Vegetação	Campo	114	155,78	Vegetação	Construção
21	295,75	Vegetação	Campo	68	314,39	Campo	Construção	115	90,00	Campo	Vegetação
22	192,00	Vegetação	Construção	69	156,81	Vegetação	Construção	116	88,00	Campo	Vegetação
23	385,79	Vegetação	Construção	70	320,00	Campo	Vegetação	117	141,23	Vegetação	Campo
24	258,46	Vegetação	Campo	71	109,91	Vegetação	Campo	118	638,20	Campo	Vegetação
25	152,96	Vegetação	Construção	72	914,40	Campo	Vegetação	119	26,24	Campo	Vegetação
26	149,51	Vegetação	Construção	73	18,00	Campo	Vegetação	120	103,82	Campo	Vegetação
27	86,00	Vegetação	Campo	74	942,53	Vegetação	Campo	121	151,65	Vegetação	Construção
28	83,57	Vegetação	Construção	75	247,37	Campo	Vegetação	122	2,05	Vegetação	Construção
29	54,68	Vegetação	Construção	76	269,27	Vegetação	Construção	123	2,11	Vegetação	Construção
30	361,49	Vegetação	Campo	77	246,63	Campo	Vegetação	124	4,22	Vegetação	Construção
31	204,87	Vegetação	Campo	78	87,42	Vegetação	Construção	125	644,55	Campo	Vegetação
32	86,00	Vegetação	Campo	79	136,23	Vegetação	Construção	126	2,97	Campo	Vegetação
33	194,86	Vegetação	Campo	80	22,00	Vegetação	Campo	127	350,06	Campo	Vegetação
34	143,00	Vegetação	Construção	81	155,00	Vegetação	Construção	128	413,03	Campo	Vegetação
35	32,53	Vegetação	Construção	82	1438,02	Vegetação	Campo	129	172,07	Campo	Construção
36	662,70	Vegetação	Campo	83	315,15	Vegetação	Construção	130	224,00	Vegetação	Construção
37	323,04	Vegetação	Campo	84	113,57	Vegetação	Construção	131	509,26	Campo	Vegetação
38	107,03	Vegetação	Campo	85	130,68	Vegetação	Campo	132	426,65	Campo	Vegetação
39	550,06	Vegetação	Campo	86	200,00	Construção	Vegetação	133	1141,28	Campo	Construção
40	471,21	Vegetação	Campo	87	556,53	Campo	Vegetação	134	677,09	Campo	Construção
41	677,02	Vegetação	Construção	88	1238,21	Vegetação	Campo	135	321,00	Campo	Vegetação
42	275,69	Campo	Construção	89	153,42	Vegetação	Construção	136	1201,39	Campo	Vegetação
43	350,87	Vegetação	Campo	90	8,26	Vegetação	Construção	137	49,00	Campo	Construção
44	130,29	Vegetação	Campo	91	27,89	Vegetação	Construção	138	298,23	Vegetação	Campo
45	11,89	Vegetação	Campo	92	99,45	Campo	Construção	139	304,68	Vegetação	Construção
46	468,59	Vegetação	Construção	93	112,00	Vegetação	Campo	140	118,30	Vegetação	Campo
47	186,80	Campo	Construção	94	89,04	Vegetação	Campo	141	173,36	Campo	Construção

Fonte: Própria

5.

Discussão de Resultados e Conclusão

Ao aferir no programa *Autocad* a área que deveria estar protegida pelo Código Florestal Brasileiro, considerando largura de 50 metros em cada margem, a área total da FMP do Trecho 4 do rio Piabanha seria de 849.374,29 m², entretanto, ao aplicar os critérios Decreto Estadual n.º 42.356/2010, a sua FMP passou a possuir apenas 257.678,15 m². Essa diferença entre áreas representa 591.696,14 m² de redução em números absolutos e, em percentuais, 70% de perda de proteção legal.

O gráfico a seguir (Figura 32) ilustra os valores em (m²) das alterações identificadas para o uso e cobertura do solo do ano de 2006 para o ano de 2019. Cabe ressaltar que não foram identificadas alterações na cobertura do solo da área objeto do estudo do tipo ‘De Construção (2006) para Campo (2019)’:



**Figura 32 – Gráfico Comparativo de Alterações Identificadas (m²)
Rio Piabanha – 2006/2019
Fonte: Própria**

Para melhor entendimento dos resultados obtidos, os valores de alterações da cobertura do solo encontrados foram expressados em termos percentuais (%) e realizados comparativos dos tipos de alterações entre si e entre a área total objeto do estudo e cada tipo de alteração observada. Assim, as alterações observadas na área do objeto de estudo, delimitada conforme ilustrado na Figura 19, referentes ao uso e cobertura do solo das margens do Trecho 4 do rio Piabanha entre o ano de 2006 (Figura 27) e o ano 2019 (Figura 28) conforme classes definidas na Tabela 3, quando comparadas entre si apresentam o seguinte resultado (Figura 33):

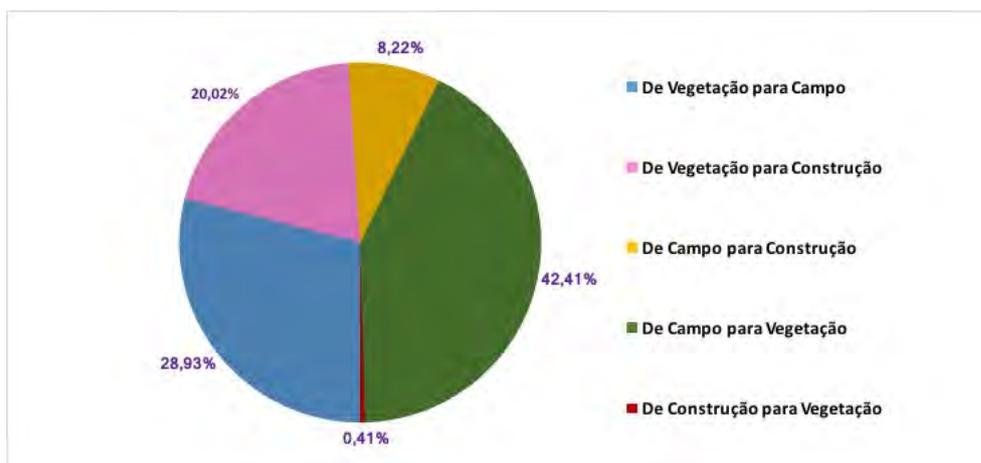


Figura 33 – Gráfico das Alterações Identificadas (%)
Comparativo entre os Tipos de Alteração - Rio Piabanha – 2006/2019
Fonte: Própria

É importante ressaltar que os resultados foram obtidos pelo comparativo entre as imagens do ano de 2006 e do ano 2019 e, por isso, é possível que haja alterações ocorridas no período entre 2006 e 2010 que foram consideradas como posteriores à promulgação o Decreto Estadual n.º 42.356/2010. Tal premissa foi necessária para superar as limitações na aquisição e escolha das cenas descritas no Capítulo 4.

Logo, comparando as alterações no uso e cobertura do solo encontradas com a área total objeto do estudo, 591.696,14 m², foi verificado que 20.467 m² são referentes à alteração ‘De Campo para Vegetação’ (Figura 32), representando uma regeneração de 3,46% da vegetação inserida na área de estudo (Figura 34)

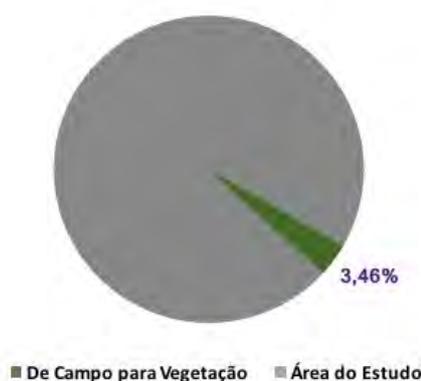


Figura 34 – Gráfico da Alteração ‘De Campo para Vegetação’
Comparativo com a Área Total do Estudo – Rio Piabanha – 2006/2019
Fonte: Própria

Também foi identificada a alteração do tipo ‘De Construção para Vegetação’ com o total de 200 m² (Figura 32) que pode ser considerada como pouco relevante, por representar apenas 0,03% da área de estudo (Figura 35).



Figura 35 – Gráfico da Alteração ‘De Construção para Vegetação’ Comparativo com a Área Total do Estudo – Rio Piabanha – 2006/2019
Fonte: Própria

Entretanto, também foi verificado que 13.961 m² são referentes à alteração ‘De Vegetação para Campo’ (Figura 32) e 9.659 m² são referentes à alteração ‘De Vegetação para Construção’ (Figura 32), representando, respectivamente, 2,36% e 1,63% de desmatamento da área de estudo (Figura 36 e Figura 37).



Figura 36 – Gráfico da Alteração ‘De Vegetação para Campo’ Comparativo com a Área Total do Estudo – Rio Piabanha – 2006/2019
Fonte: Própria



Figura 37 – Gráfico da Alteração ‘De Vegetação para Construção’ Comparativo com a Área Total do Estudo – Rio Piabanha – 2006/2019
Fonte: Própria

Pode-se também considerar como dado negativo a alteração do tipo ‘De Campo para Construção’ com 3.968 m² (Figura 32) que representa 0,67% de área de estudo (Figura 38), pois estas áreas poderiam ter sido recuperadas ou, simplesmente, protegidas e monitoradas para que houvesse regeneração natural da vegetação.



Figura 38 – Gráfico da Alteração ‘De Campo para Construção’ Comparativo com a Área Total do Estudo – Rio Piabanha – 2006/2019
Fonte: Própria

Apesar do dado positivo identificado quanto a alteração da cobertura do solo do tipo ‘De Campo para Vegetação’ (Figura 34) do tipo ‘De Construção para Vegetação’ (Figura 35), não há motivos para comemoração, pois esta recuperação da vegetação permanece em área desprotegida, enquanto forem aplicados os parâmetros estabelecidos pelo Decreto Estadual n.º 42.356/2010 para demarcação de faixas marginais de proteção.

Nota-se pelos valores de alterações identificadas (Figura 32) para o período analisado que o desmatamento na área de estudo foi crescente, pois para cada 1 m² de área regenerada há aproximadamente 1,35 m² de área degradada ou que poderia ter sido recuperada. Em números comparativos, considerando que o período estudado totaliza 13 anos (de 2006 a 2019), foram identificados 27.588 m² de área degradada ou que poderia ter sido recuperada, o equivalente a aproximadamente 170 quadras de vôlei, resultando em média de 13 quadras por ano.

Apesar desta dissertação não ter a pretensão de apontar soluções, cabe destacar que os resultados deste estudo corroboram a necessidade de que as entidades públicas e os órgãos ambientais estejam vigilantes para que flexibilizações da demarcação de faixas marginais de proteção de áreas urbanas consolidadas não sejam utilizadas de maneira dissociadas do regular planejamento urbano. É imperioso que legislações estaduais não desvirtuem conceitos de normas federais sob alegação de que diante do conflito entre área de proteção permanente *versus* área urbana consolidada, não seria possível ser feito. É preciso combater quaisquer políticas de fato consumado que comprometam o desenvolvimento sustentável.

Pelos dados obtidos, infere-se que o Decreto Estadual n.º 42.356/2010 traduz o reconhecimento da ineficiência dos entes públicos e seus órgãos de fiscalização, ao reduzir os limites das faixas marginais de proteção em áreas urbanas consolidadas, tendo sido desconsideradas questões sobre ilícitos de ocupações em área de preservação permanente, como também proibição de novas intervenções, o que, novamente, vai de encontro ao que seria correto e desejável. Ora, ao promulgar o Decreto Estadual n.º 42.356/2010 foi relevado o passado de transgressão ao Código Florestal de 1965, então vigente à época, sem que houvesse qualquer tipo de garantia que no decorrer dos anos outras anistias não seriam ofertadas aos degradadores. Grande ironia, pois a longo prazo, caso seja mantida tal política irresponsável, todos seremos punidos pelo desequilíbrio ambiental.

A preservação das FMPs é imperiosa e clama pela revisão do decreto, ainda que represente altos custos para o erário. Comitês de Bacia e Ministério Público, não podem estar coniventes com isenção de punições e remoções de ocupações de áreas consolidadas, pelo contrário, devem primar que dispositivos estaduais não sejam editados sem que haja previsão de aplicação de instrumentos legais urbanísticos que considerarem a regeneração e a recuperação das áreas das margens dos corpos hídricos. Assim, deverão viabilizar estratégias de gestão integradas e inclusivas, pois, mesmo quando oriundas de processos democráticos, as normativas serão inanes se não contribuírem para um planejamento urbano com alternativas locais voltadas às questões das ocupações irregulares e ocupações futuras.

A vida nos centros urbanos cresceu e se sofisticou, no entanto, ao longo de tantos séculos alguns problemas parecem insolúveis. Digo ‘parecem’ pois, na verdade, o que ocorre é a inércia do poder público em implantar políticas para solucioná-los. Tecnologias e estudos não faltam, como nos mostram as geotecnologias. Então, o que falta? Acredito que o individualismo traduzido na falta de consciência social seja o fator determinante que mantém as sociedades nessa dinâmica de degradação humana e ambiental.

5.1.

Recomendações para Estudos Futuros

As faixas marginais dos corpos hídricos são de grande relevância para a manutenção da qualidade dos recursos naturais das bacias hidrográficas brasileiras, por isso, necessitam de constante monitoramento do uso e proteção dessas áreas, frente a crescente ocupação humana desses ambientes naturais. Logo, para estudos futuros sobre faixas marginais de proteção do rio Piabanha, recomenda-se as seguintes abordagens:

- 1- Levantamento e análise das alterações de uso e ocupação do Trecho 2, onde também foram aplicados os parâmetros do Decreto Estadual n.º 42.356/2010, por estar inserido em área urbana consolidada;
- 2- Avaliações temporais mais frequentes, para monitoramento e análise de possíveis avanços no uso indevido de áreas protegidas;
- 3- Considerações de impactos ambientais na bacia hidrográfica;
- 4- Identificação de locais expostos a desastres naturais, como desabamentos e inundações, que estejam inseridos em áreas de risco e que deixaram de integrar as Faixas Marginais de Proteção do rio Piabanha/RJ, nas áreas urbanas consolidadas, após a edição do Decreto Estadual n.º 42.356/2010, onde não é recomendado realizar edificações.

Referências Bibliográficas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2018. NBR 6023: Informação e documentação – Referências – Elaboração. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br>>. Acesso em: 07 jan. 2020.

AEB – Agência Espacial Brasileira, 2008. Educação Continuada de Professores, Manual de Sensoriamento Remoto. Disponível em: <<http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads>>.pdf. Acesso em: 07 jan. 2020.

ALMEIDA, J.W.L. (et.al). *Geotecnologias Aplicadas ao Uso do Solo: Estudo de Caso da Bacia do Vieira no Município de Montes Claros-MG*. Anais, XVI Encontro Nacional de Geógrafos. Porto Alegre, 2010.

ANDRADE, Francisco Gomes, 2011. *A Água como Fator de Desenvolvimento Social: Uma Análise das Regiões Metropolitanas de Fortaleza, Recife e Salvador, no Período de 1996 a 2009*. Monografia do Curso de Graduação em Ciências Econômicas da Universidade Federal do Ceará.

ANTÔNIO, Gabriela Branquinho, 2013. *Relatório Final – Delimitação da Faixa Marginal de Proteção na Bacia Hidrográfica do Rio Mazomba*. Universidade Gama Filho. Curso de Geografia.

ARAGÃO, João Paulo Gomes de Vasconcelos, 2013. *Margens de Rios em Cidades: Análise de Dilemas Ambientais a partir de Recortes de Paisagens na Cidade de Limoeiro – Pernambuco*. Dissertação de M.Sc., Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco (PRODEMA-UFPE). Recife – Pernambuco – BRASIL.

AZEVEDO, R. E. S. de; OLIVEIRA, V P. V. de, 2014, *Reflexos do novo Código Florestal nas Áreas de Preservação Permanente – APPs – urbanas*. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente, Vol. 29 – Abril/2014. UFPR.

BACCI, Denise de La Corte; PATACA, Ermelinda Moutinho. *Educação para a água*. Estudos avançados v.22, n. 63, 2008.

BARBOSA, Pedro da Cunha, 2011. *Matas Ciliares nas Áreas Urbanas*. Monografia, Curso de Pós-Graduação de Direito Ambiental da Universidade Federal do Paraná.

BRASIL. Constituição (1937). Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil de 1937. Diário Oficial da União, 10 de nov. 1937. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Diário Oficial da União, 05 out. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Decreto n.º 23.793, de 23 de janeiro de 1934. *Aprova o Código Florestal*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 de mar. 1935. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa>>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Decreto n.º 24.643, de 10 de julho de 1934. *Decreta o Código de Águas*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 de jul. 1934. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa>>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Decreto n.º 6.514, de 22 de julho de 2008. *Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 de jul. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Decreto n.º 7.830, de 17 de outubro de 2012. *Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de out. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Lei n.º 10.650, de 16 de abril de 2003. *Dispõe sobre o acesso público aos dados e informações existentes nos órgãos e entidades integrantes do SISNAMA*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 de abr. 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Lei n.º 11.977, de 07 de julho de 2009. *Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 de jul. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. *Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 de mai. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Lei n.º 12.727, de 17 de outubro de 2012. *Altera a Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória n.º 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei n.º 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de out. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1964. *Institui o Novo Código Florestal*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 de set. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Lei n.º 6.766, de 19 de dezembro de 1979. *Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 de dez. 1979. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. *Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 de set. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Lei n.º 7.511, de 07 de julho de 1986. Altera dispositivos da Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 de jul. 1986. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Lei n.º 7.803, de 18 de julho de 1989. *Altera a redação da Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nos 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986.* Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 de set. 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. *Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.* Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 de fev. 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Lei n.º 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.* Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 de jul. 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Resolução CONAMA n.º 369, de 28 de março de 2006. *Dispõe sobre os casos excepcionais de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente.* Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 de mar. 2006. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Resolução CONAMA n.º 425, de 25 de maio de 2010. *Dispõe sobre critérios para a caracterização de atividades e empreendimentos agropecuários sustentáveis do agricultor familiar, empreendedor rural familiar, e dos povos e comunidades tradicionais como de interesse social para fins de produção, intervenção e recuperação de Áreas de Preservação Permanente e outras de uso limitado.* Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 de mai. 2010. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Resolução CONAMA n.º 09, de 24 de outubro de 1996. *Define “corredor de vegetação entre remanescentes” como área de trânsito para a fauna.* Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 de nov. 1996. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Resolução CONAMA n.º 303, de 20 de março de 2002. *Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.* Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 de mai. 2002. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRITTO, Ana Lúcia Nogueira de Pavia; MELLO, Yasmim Ribeiro; CARNEIRO, Paulo Roberto Ferreira, 2012. *Discutindo Possibilidades de Conciliar Proteção e Urbanização de Faixas Marginais de Rios Urbanos: O Caso do Rio Dona Eugênia em Mesquita na Baixada Fluminense.* VI Encontro Nacional da Anppas 18 a 21 de setembro de 2012 - Belém - PA – Brasil.

CARNEIRO, Paulo Roberto Ferreira, 2008. *Controle de Inundações em Bacias Metropolitanas, Considerando a Integração do Planejamento do Uso do Solo à Gestão dos Recursos Hídricos. Estudo de Caso: Bacia dos rios Iguaçu/Sarapuá na*

Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008. 296 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – COPPE, UFRJ - Rio de Janeiro/RJ.

CARVALHO JUNIOR, Mauro Medeiros, 2013, *Metodologia para Determinação das Áreas de Preservação Permanente das Margens de Cursos D'Água: Um Estudo de Caso na Bacia do Rio Piabanha*. Dissertação de M.Sc., UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, RJ, BRASIL.

CARVALHO, Afrânio de. *Águas interiores: suas margens, ilhas e servidões*. São Paulo: Saraiva, 1986.

CARVALHO, Germana, 2019. *Faixa Marginal de Proteção no Rio Piabanha – Petrópolis (RJ), Revisão da Legislação e Demarcação*. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente. UFF – Niterói/RJ.

CARVALHO, Grazielle Anjos; LEITE, Débora Veridiana Brier, 2009. *Geoprocessamento na Gestão Urbana Municipal – A Experiência dos Municípios Mineiros Sabará e Nova Lima*. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 3643-3650.

COELHO JUNIOR, Lauro, 2010, *Intervenções nas Áreas de Preservação Permanente em Zona Urbana: Uma Discussão Crítica Acerca das Possibilidades de Regularização*. Revista Custos Legis, Revista Eletrônica do Ministério Público Federal. V ENCONTRO ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE 4 a 7 de outubro de 2010 Centro de Eventos da UFSC Florianópolis - Santa Catarina – Brasil.

COELHO, Gláuber Túlio Fonseca; CASTRO, Hallison da Mota; DOS SANTOS, Marília da Cruz; GOME, Mislêne Garcês; FERRAZ, Thaynara Pinheiro. *Análise dos Impactos Negativos na Bacia do Urucutiua - MA Causados pela Crescente Urbanização*. Maranhão – 2019 – Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/urucutiua_artigo_publicacao-converted_4.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2020.

COPPETEC, Fundação. Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/downloads/cadernos/PIABANHA.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2020.

COSTA (2009, p.7) *et al.* *A Demarcação de FMP: Principais Problemas e Propostas de Soluções*. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos - 22 a 26 de novembro de 2009 - Campo Grande – MS.

D' OLIVEIRA, Rafael Lima Daudt. Parecer RD n.º 04/2007, proferido nos autos do Procedimento Administrativo n.º E-07/203.472/2006 e aprovado pelo Sub-Procurador Geral do Estado, Dr. Rodrigo Tostes de Alencar Mascarenhas.

DE MORAES, T. V., 2012, *Ocupação Urbana de Faixas Marginais de Proteção de Cursos D'água no Estado do Rio de Janeiro: Exame da Legislação e o Exemplo do Projeto Iguaçu*. Dissertação de M.Sc., UFF/Área de Concentração: Estudos de Processos Socioambientais, Niterói, RJ, BRASIL.

DE PAULA, T. P., 2011, *Diagnóstico e modelagem matemática da qualidade da água em trecho do rio Piabanha/RJ*. Dissertação de M.Sc., UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, RJ, BRASIL.

- FLORENZANO, T. G. *Iniciação em Sensoriamento Remoto*. 2ª ed. 2007.
- GANEM, R. S.; ARAÚJO, S. M. V. G. *Revisão do Código Florestal: análise dos projetos de lei em tramitação no Congresso Nacional*. In: SILVA, S. T. da; CUREAU, S.; LEUZINGER, M. D. (Org.). *Código Florestal: desafios e perspectivas*. 1. ed. São Paulo: Editora Fiuza, 2010.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Glossário. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/es/materiais/guia-do-censo/glossario>>. Acesso em: 1 jul. 2020.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Setores Censitários. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas_estatisticos/censo_2010/mapas_de_setores_censitarios/>. Acesso em: 1 jul. 2020.
- INEA, Instituto Estadual do Ambiente. *Cartilha – Demarcação de Faixa Marginal de Proteção*. Rio de Janeiro: INEA, 2010.
- INEA/HICON, 2012. *Metodologia para Demarcação de Faixa Marginal de Proteção (FMP) no Estado do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro.
- JUNG, Tercio Inácio. *A Evolução da Legislação Ambiental no Brasil*. 2001. Disponível em: <<https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-ambiental/a-evolucao-da-legislacao-ambiental-no-brasil/>>. Acesso em: 12 dez. 2019.
- LOU, Rodrigo Furtado, 2010. *Modelagem Hidrológica Chuva-vazão e Hidrodinâmica Aplicada na Bacia Experimental do Rio Piabanha, RJ*. Dissertação de Mestrado do Programa de Engenharia Civil – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- MAGRINI, A. *Apostila da disciplina do curso de Gestão Ambiental*. Curso de Mestrado em Planejamento Energético e Ambiental. PPE/COPPE-UFRJ, 2009.
- Medeiros, J. S. de; Câmara, G. *Introdução à Ciência da Geoinformação. Geoprocessamento para Estudos Ambientais*, 2001. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap10-aplicacoesambientais.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2019.
- MIRANDA, Anaíza Helena Malhardes. *APP em Área Urbana Consolidada*. São Paulo: IRIB, ano 8, n. 3230, 23 jan. 2008. Disponível em: <<http://www.irib.org.br/pdf/BE3230.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2019.
- NASCIMENTO, Bruno do. *Piabanha, Peixe ou Rio? – Diário de Petrópolis de 24 de agosto de 2003*. Disponível em: <http://www.casadacidadania.org.br/>. Acesso em: 04 jan 2020.
- OLIVEIRA, J. H. CHAVES, J. M. *Utilização de Sensores Ópticos de Média e Alta Resolução (LANDSAT 7 ETM+ e QUICK BIRD) na caracterização geomorfológica no Raso da Catarina-BA*. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE.
- OLIVEIRA, J. S., 2019, *Avaliação da Metodologia de Demarcação de Terrenos Marginais e Acrescidos. Estudo de Caso do Trecho Fluminense do Rio Paraíba do Sul*. Dissertação de M.Sc., UFRJ/COPPE/Planejamento Energético, Rio de Janeiro, RJ, BRASIL.
- PREZENTE, Wellington Luiz. *O Uso das Geotecnologias no Ensino da Geografia*. Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). 2011. Disponível em:

<<http://cachp.unioeste.br/eventos/geofronteira/anais2011/Arquivos/Artigos/ENSI NO/Artigo47.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2019.

PUC-Rio – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2020. Normas para Apresentação de Teses e Dissertações. Disponível em: http://www.puc-rio.br/ensinopesq/ccpg/apresentacao_ted.html. Acesso em: 16 jun. 2020.

RAMOS, Gisele Pereira, 2010. *O Reaproveitamento de Água em Empresas de Ônibus*. Monografia do Curso de Pós-Graduação Lato-senso – Universidade Cândido Mendes - Niterói/RJ.

REVISTA INEANA/Instituto Estadual do Ambiente/RJ - v.5, n.1 (jul./dez. 2017). Rio de Janeiro: INEA, 2017.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto Estadual n.º 1.633, de 21 de dezembro de 1977. Regulamenta, em parte, o Decreto-Lei 134, de 16.06.75, e institui o Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 22 de dez.1977.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto Estadual n.º 2.330, de 08 de janeiro de 1979. Regulamenta, em parte, os Decreto-Lei nos 39, de 21 de março de 1975, e 134, de 16 de junho de 1975, institui o Sistema de Proteção dos Lagos e Cursos d'Água do Estado do Rio de Janeiro, regula a aplicação de multas, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 09 de jan.1979.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto Estadual n.º 40.793, de 05 de junho de 2007. Disciplina o procedimento de descentralização da fiscalização e do licenciamento ambiental mediante a celebração de convênios com Municípios do Estado do Rio de Janeiro que possuam órgão/entidade ambiental competente devidamente estruturado e equipado. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 06 de jun. 2007.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto Estadual n.º 41.628, de 12 de janeiro de 2009. Estabelece a estrutura organizacional do Instituto Estadual do Ambiente – INEA, criado pela Lei 5.101, de 04 de outubro de 2007, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 13 de jan. 2009.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto Estadual n.º 42.159, de 02 de dezembro de 2009. Dispõe sobre o Sistema de Licenciamento Ambiental – SLAM e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 03 de dez. 2009.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto Estadual n.º 42.356, de 16 de março de 2010. Dispõe sobre o tratamento e a demarcação das faixas marginais de proteção nos processos de licenciamento ambiental e de emissões de autorizações ambientais no Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 17 de mar. 2010.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto Estadual n.º 42.484, de 28 de maio de 2010. Disciplina a transferência do procedimento de demarcação da Faixa Marginal de Proteção de lagos, lagoas, lagunas e cursos d'água estaduais aos municípios e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 31 de mai. 2010.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto Estadual n.º 43.415, de 10 de janeiro de 2012. Aprova as diretrizes para a demolição de edificações e realocação de moradores em assentamentos ou bairros populares e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 11 de jan. 2012.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto Estadual n.º 9.760, de 11 de março de 1987. Regulamenta a lei 1.130, de 12/02/87, localiza as Áreas de Interesse Especial do interior do Estado, e define as normas de ocupação a que deverão submeter-se os projetos de loteamentos e desmembramentos a que se refere o artigo 13 da Lei 6.766/79. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 12 de mar. 1987.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto Estadual n.º 42.440, de 30 de abril de 2010. Altera o Decreto 42.050, de 25 de setembro de 2009, que disciplina o procedimento de descentralização do licenciamento ambiental mediante a celebração de convênios com os municípios do Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 03 de mai. 2010.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto-Lei Estadual n.º 134, de 16 de junho de 1975. Dispõe sobre a prevenção da Poluição do Meio Ambiente no Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 16 de jun. 1975.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei Estadual n.º 1.071, de 18 de novembro de 1986. Cria o Instituto Estadual de Florestas. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 21 de nov. 1986.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei Estadual n.º 1.130, de 12 de fevereiro de 1987. Define as Áreas de Interesse Especial do Estado e dispõe sobre os imóveis de área superior a 1.000.000m² (hum milhão de metros quadrados) e imóveis localizados em áreas limítrofes de municípios, para efeito do exame e anuência prévia a projetos de parcelamento de solo para fins urbanos, a que se refere o art. 13 da Lei n.º 6766/79. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 13 de fev. 1987.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei Estadual n.º 1.315, de 07 de junho de 1988. Institui a Política Florestal do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 08 de jun. 1988.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei Estadual n.º 3.239, de 02 de agosto de 1999. Institui a política estadual de recursos hídricos; cria o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos; regulamenta a constituição estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII; e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 04 de ago. de 1999.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei Estadual n.º 5.101, de 04 de outubro de 2007. Dispõe sobre a criação do Instituto Estadual do Ambiente – INEA e sobre outras providências para maior eficiência na execução das Políticas Estaduais de Meio Ambiente, de Recursos Hídricos e Florestais. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 05 de out. 2007.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei Estadual n.º 650, de 11 de janeiro de 1983. Dispõe sobre a Política Estadual de Defesa e Proteção das Bacias Fluviais e Lacustres do Rio de Janeiro. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 12 de jan. 1983.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei Estadual n.º 690, de 01 de dezembro de 1983. Dispõe sobre a proteção às florestas e demais formas de vegetação natural e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 06 de dez. 1983.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei Estadual n.º 790, de 19 de outubro de 1984. Prorroga prazos estabelecidos na lei n.º 690, de 1º de dezembro de 1983. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 23 de out. 1984.

RIO DE JANEIRO. Constituição (1989). Constituição do Estado do Rio de Janeiro. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 05 de out. 1989. Disponível em: <http://www2.alerj.rj.gov.br/biblioteca/assets/documentos/pdf/constituicoes/rio_de_janeiro/constituicao_1989/Constituicao_1989.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2020.

ROSA, Roberto, 2013. *Introdução ao Geoprocessamento*. Universidade Federal de Uberlândia - UFU. Uberlândia/MG.

ROSÁRIO, Luana Santos do, 2013. *Análise das Áreas de Proteção Permanente com Suporte de Geotecnologias Face a Possíveis Alterações no Código Florestal Brasileiro - Estudo De Caso: Bacia Do Rio Piabanha/RJ*. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 2013.

RUDORFF, Bernardo F. T. 2011. *Produtos de Sensoriamento Remoto*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos-SP.

SÁ EARP, Arthur Leonardo de. *Rios da Cidade de Petrópolis – Curso e Esquema de Recebimento dos Afluentes e Origem dos Nomes*. Tribuna de Petrópolis: 27/08, 10/09/1994. Disponível em: <<https://www.ihp.org.br>>. Acesso em: 04 jan. 2020.

SILVA, Aline Neves, 2019. *A Expansão Urbana como Agente de Transformações Ambientais no Município de Paripueira-AL*. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação - Universidade Federal de Pernambuco – UFP, Recife, PE, 2019.

SPAROVEK et al., *Considerações sobre o Código Florestal Brasileiro*. “Luiz de Queiroz” College of Agriculture, University of São Paulo, Piracicaba, Brazil, 2010. Disponível em: <http://eco.ib.usp.br/lepac/codigo_florestal/Sparovek_etal_2010>. Acesso em: 05 nov. 2019.

TAKEDA, Tatiana, 2009. *A Evolução Histórica do Uso da Água*. Disponível em: <https://www.jurisway.org.br/v2/dhall.asp?id_dh=1447>. Acesso em: 04 jan. 2020.

TUCCI, Carlos E. M. *Água no Meio Urbano*. In TUCCI, Carlos E.M *Água Doce* (1997). Disponível em: <http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-detrabalho/residuos/docs_resid_solidos/aguanoomeio%20urbano.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2019.

WELLS, H.G. *História Universal: As Primeiras Civilizações*. Vol. 2. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1968.

ZANCHET, Rovena. *Áreas de preservação permanente: um desabafo quanto à sua abrangência, sua resistência junto ao meio urbano e um estudo de caso envolvendo o parcelamento do solo para instalação de loteamento*. Revista de Direito Ambiental, ano 12, n. 48, São Paulo: RT, out./dez. 2007.