



**Carlos Eduardo Falcão de Carvalho Junior**

**Alterações dos parâmetros topográficos para  
demarcação de APP de topo de morro: mudanças na  
paisagem do Município de Nova Friburgo/RJ**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para  
obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-  
Rio.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Ana Cristina Malheiros Gonçalves Carvalho  
Co-orientador: Prof. Rafael da Silva Nunes



**Carlos Eduardo Falcão de Carvalho Junior**

**Alterações dos parâmetros topográficos para  
demarcação de APP de topo de morro: mudanças na  
paisagem do Município de Nova Friburgo/RJ**

Dissertação apresentada como requisito parcial para  
obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-  
Rio. Aprovada pela Comissão Avaliadora abaixo:

**Prof<sup>a</sup>. Ana Cristina Malheiros Gonçalves Carvalho**

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – PUC-Rio

**Prof. Rafael da Silva Nunes**

Departamento de Geografia e Meio Ambiente – PUC-Rio

**Prof. José Tavares Araruna Junior**

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – PUC-Rio

**Prof. Marcelo Motta de Freitas**

Departamento de Arquitetura e Urbanismo - PUC-Rio

**Prof. Rodrigo Wagner Paixão Pinto**

Departamento de Geografia e Meio Ambiente – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 16 de fevereiro de 2023

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

### **Carlos Eduardo Falcão de Carvalho Junior**

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Veiga de Almeida – UVA, em 2019. Pós-graduado em Perícia, Avaliações e Gestão de Contratos pelo Instituto Brasileiro de Engenharia de Custo – IBEC em 2021. Adicionalmente, desde 2022, atua no projeto Infracidades – IEEA. Projeto de Pesquisa e extensão em aplicação da quádrupla hélice da inovação, promovendo o desenvolvimento institucional do IEEA (Instituto de Engenharia e Arquitetura do Estado do Rio de Janeiro).

#### Ficha Catalográfica

Carvalho Junior, Carlos Eduardo Falcão de

Alterações dos parâmetros topográficos para demarcação de APP de topo de morro : mudanças na paisagem do Município de Nova Friburgo/RJ / Carlos Eduardo Falcão de Carvalho Junior ; orientadora: Ana Cristina Malheiros Gonçalves Carvalho ; coorientador: Rafael da Silva Nunes. – 2023.

122 f. : il. color. ; 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, 2023.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Civil e Ambiental - Teses. 2. Engenharia Urbana e Ambiental - Teses. 3. Código florestal. 4. Área de preservação permanente. 5. Topo de morro. 6. Nova Friburgo. 7. SIG – Sistema de Projeção Geográfica. I. Carvalho, Ana Cristina Malheiros Gonçalves. II. Nunes, Rafael da Silva. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. IV. Título.

CDD: 624

## **Agradecimentos**

À Deus por ter me concedido uma segunda vida após uma longa batalha contra o câncer e por ter colocado em meu caminho todas as pessoas que conheci.

À minha tia-avó Beatriz Sarahyba de Queiroz. Por todo amor dado. Por me instruir e estar sempre ao meu lado em minha jornada. Por me apoiar e cobrar o melhor de mim. Por ser a pessoa mais importante na minha vida e essencial para minha formação profissional.

Aos meus pais, Ana Beatriz Delorme de Carvalho e Carlos Eduardo Falcão de Carvalho, por todo amor incondicional e por ficarem sempre ao meu lado nos momentos difíceis me aconselhando.

Agradeço à minha irmã Mariana Delorme de Carvalho por ter ficado sempre ao meu lado nos momentos difíceis e fornecer forças para alcançar meus objetivos.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Cristina Malheiros Gonçalves Carvalho por todo conhecimento passado e por me fazer acreditar em meu potencial.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Rafael da Silva Nunes por toda a paciência e compreensão. Por ensinar-me a disciplina de Geoprocessamento, fundamental para a realização da dissertação.

À Família Arbranches Pizzino, Ana Luiza, Bianca, Hugo e Li Sao e Fernanda por estarem sempre de portas abertas e dispostos a ajudar a mim e minha família a todo e qualquer momento.

A todos os meus amigos do estágio Carlos Antaki, Enzo Caravello, Fábio Pérsia, Isadora Santos, Julia Schoenche, Manuela Mattos, Thomas Bannell.

Este projeto foi apoiado pelo Instituto Estadual de Engenharia e Arquitetura (IEEA), vinculado à Secretaria Estadual de Infraestrutura do Estado do Rio de Janeiro, através do Contrato 001/2021 com recursos oriundos do Governo do Estado do Rio de Janeiro

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

## Resumo

Junior, Carlos Eduardo Falcão de Carvalho; Carvalho, Ana Cristina Malheiros Gonçalves (Orientador); Nunes, Rafael da Silva (Coorientador). **Alterações dos parâmetros topográficos para demarcação de APP de topo de morro: mudanças na paisagem do Município de Nova Friburgo/RJ** Rio de Janeiro, 2023. 122 p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

No estado do Rio de Janeiro observam-se claras modificações do espaço urbano como a ocupação de áreas destinadas à proteção ambiental. Quanto maior a proximidade com o perigo eminente maior o risco associado. A ocupação urbana e as atividades antrópicas, nas encostas, potencializam os danos causados por desastres naturais como as tragédias ocorridas na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro em 2011 e em 2022. É relevante ressaltar que se passaram 10 anos desde que foram decretadas mudanças no Código Florestal. Este trabalho compara o atual Código Florestal com o antigo Código Florestal avaliando os impactos na extensão e ocupação das áreas protegidas decorrente dos novos parâmetros topográficos. Para tal, utiliza-se como área de estudo o município de Nova Friburgo/RJ. Realiza-se uma análise do comportamento da ocupação antrópica observando-se 10 anos antes e 10 anos após o decreto do atual Código Florestal. Utiliza-se a técnica de geoprocessamento para levantamento e espacialização do Código Florestal, com auxílio de Sensoriamento Remoto para verificar o uso e ocupação nestes períodos. Para contabilizar as áreas que deixaram de ser protegidas, fez-se uso dos softwares ArcGIS e Google Earth e notou-se a perda de 87,72%, além do o crescimento de 2,69 hectares de área urbanizada e 175,88 de silvicultura do antigo Código Florestal. Os resultados apontam riscos à preservação da fauna e flora, à qualidade das águas dos cursos hídricos e do ciclo hidrológico local dado o crescimento das atividades antrópicas nas regiões antes destinadas à preservação permanente de topo de morro.

## Palavras-chave

Código Florestal; Área de Preservação Permanente; Topo de morro; Nova Friburgo; SIG – Sistema de Projeção Geográfica;

## EXTENDED ABSTRACT

Junior, Carlos Eduardo Falcão de Carvalho; Carvalho, Ana Cristina Malheiros Gonçalves (Advisor); Nunes, Rafael da Silva (Co-advisor). **Changes in topographic parameters for mapping PPA on hiltops: changes in landscape of the municipality of Nova Friburgo/RJ** Rio de Janeiro, 2023. 122 p. Master's Thesis. Department of Civil and Environmental Engineering, Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro.

### 1 Introduction

Cities in the world are undergoing changes in their landscape due to population growth. According to the United Nations (UNITED NATIONS, 2022), it is estimated that by 2030 the global population will grow to about 8.5 and approach around 9.7 billion inhabitants by 2050. In addition, a peak of 10.4 billion inhabitants is projected in 2080, remaining in this range until 2100.

Urban swelling often takes direction to areas of native vegetation that, protected or not by law, undergo irreversible changes in their local fauna and flora. For Vasconcelos and Gomes (2012), the process of expansion of cities is linked to how population growth occurs. In addition, both claim that the growth rate of the world's population is increasing at a rate never seen before: the figures represent that this population has doubled since the 1970s. One of the causes of the growth in the case of the Brazilian population in the last 50 years, for example, according to Lebrão (2007), refers to changes in demographic conditions. Previously with high levels of mortality and fecundity, there are currently low mortality and fertility rates that, consequently, corroborates the aging of the population.

Population growth and the expansion of cities are associated. In general, the organization of urban space depends on the relations of the population and the offers of living conditions that the urban environment offers. Often the state designs the city according to its interests. The areas that present imminent dangers, end up being occupied by the portion of the population with less income because of the high cost of housing in the regions that provide better security conditions. According to Tucci (2005, p. 13), growth in areas considered at risk is linked to the process of spontaneous urbanization and due to urban planning designed for the noblest areas of the city with a middle and high income population.

For Filho et al. (2013), points out that the occupation of places unsuitable for housing caused by the disorderly population increase in the cities, also transforms the areas as valley bottoms and with great slope in places of housing. This scenario is found in the mountainous region of the State of Rio de Janeiro, especially in the municipality of Nova Friburgo, the area object of study of this dissertation.

For Carvalhais et al. (2019), plant protection is essential to minimize erosive processes. Its presence serves as a buffer of the impacts of rainwater and the roots of the vegetation collaborate in the structuring of the soil, absorbing excess water, increasing its resistance. In addition, the presence of vegetation allows the storage of rainwater in the leaves and litter, facilitating the infiltration of a greater volume of water in the terrain, which reduces the runoff and, consequently, reduces the risk of flooding downstream.

Despite the presence of vegetation to assist in the structuring of the soil, the loss of its apparent cohesion can occur and cause landslides. This is because, such a phenomenon occurs when the saturation of the soil reaches a certain level that, given the presence of water from the precipitate or elevation of the river level, leads to the separation of its particles and the force, which constituted a portion of the shear resistance, is lost. This tension caused between them is given to:

(...) surface tension of water in the capillaries of the soil, forming water menisci between the particles of the partially saturated soils, which tend to bring them closer to each other. Apparent cohesion constitutes a portion of the shear resistance of partially saturated soils (Fredlund & Rahardjo, 1993 apud Silva and Carvalho, 2007).

Given the importance of vegetation to reduce the risk to landslides and floods, it is important to protect them through environmental legislation that limits the occupation of areas of interest, such as hilltops, marginal protection strips and around springs. The Brazilian Forest Code conceptualizes the features of reliefs and imposes limits on occupation in regions sensitive to anthropic action and of great ecological importance. In the case of conservation of springs and mitigation of the risks of landslides, the tops of hills are delimited.

The example of population growth in places with a high incidence of hills, close to water courses and located in zones of steep slopes is the Municipality of Nova Friburgo, located in the mountainous region of the State of Rio de Janeiro, an area used for the application of the study.

In July 2019, the CEPERJ Foundation (2019) released the historical population series of the state of Rio de Janeiro. Looking at the municipality of Nova Friburgo, it is noted that there are two large population jumps. The first occurs between the 1970s and 1980s whose population growth was from 90,420 to 123,383 inhabitants. The second big jump happened between the 1980s and 1990s with an even more significant increase, rising to 167,081 inhabitants. After the registration of two discharges, the municipality of Nova Friburgo had a great reduction in its population growth rate. The years 2000 and 2010 indicated respectively 173,418 and 182,082 inhabitants. The IBGE (2022) estimates that the population of Nova Friburgo in 2021 increased to about 191,664.

The pace of population growth in the municipality of Nova Friburgo is similar to the analysis of population data presented by the UN in 2022 based on global population size and annual growth rate as measured by the UN. This presents estimates of the years 1950-2022 and projects a scenario between the years 2022-2050. This is because there is a great population growth between the 1970s and 1980s and a stagnation in the population growth rate from the 1990s onwards, although the recorded values are considered high.

The process of formation of Nova Friburgo that took place in the valley of the Bengal River is an example of the establishment of cities in regions of risk. According to Santos (2014, p.64), the structuring as a city was driven by the arrival of the train in 1830. For the author, the presence of the railroad was of paramount importance so that the main agricultural product, coffee, had its export more quickly, a technique established on the basis of "(planting and flowing) that led to development and modernity to the region, also influencing the emergence of the first industries."

Also according to Santos (2014, p.64), the great arrival of immigrants and entrepreneurs boosted the process of industrialization based on the Fordist model and the growth of the city around the valley of the Bengal River. However, he reports in his work that this process of urban occupation caused a crowding of the space of the central region of Nova Friburgo until the end of the industrial era that lasted until the 1980s.

Currently, according to Santos (2014, p.15), there is a problem due to the process of structuring the city. The Growth Acceleration Program (GAP) was more focused on the central region of the city of Nova Friburgo with works of



enlargement and containment of slopes of the Bengal River. The neighborhood of Conselheiro Paulino is located downstream of the valley that forms this river and is a more recent neighborhood, with poorer class and lacking infrastructure whose occupation is established on the banks of the river and there is no adequate sewage treatment, resulting in greater risk associated with natural actions or anthropogenic actions upstream and health.

The Forest Code presents several legal devices that delimit the zoning of the features that constitute the Brazilian landscape that must be preserved, many of them present danger to life since there are natural phenomena that eventually can cause deaths. It is the duty of the State to avoid the construction of housing in these areas.

The Areas of Permanent Preservation<sup>1</sup> (APP) according to the current Forest Code, Law No. 12,651 of May 25, 2012 (BRAZIL, 2012), can not be occupied because they are intended to preserve the natural environment in such a way that it does not suffer changes in its own characteristics.

This work presents the preservation of hilltop APPs as a way to legally demarcate areas capable of ensuring the preservation of fauna and flora, the safety of the population and the water courses present in the tops of hills, since they are risk regions and their use, whether of any nature, is not allowed.

The delimitation of hilltop APP based on the old Forest Code, Law No. 4,771 of September 15, 1965 (BRAZIL, 1965) added more areas by having more components that demarcate the protected zones.

The topographic parameters decreed by CONAMA Resolution 04 of September 18, 1985 (BRAZIL, 1985) and by CONAMA Resolution 303 of March 20, 2002 (BRAZIL, 2002), components of the old Forest Code (BRAZIL, 1965), underwent modifications when this legal provision was updated in 2012. These changes call attention to the research of the theme raising the following question: how have the new parameters recommended by the current Forest Code for the protection of the environment (height, slope and base of elevations) altered the urban landscape of mountain cities in relation to the protected space with greater susceptibility to disasters?

---

<sup>1</sup> There are two ways of translating this type of environmental zoning. APP as it is in the text or Permanent Preservation Area PPA.

## 2 Motivation

This research is justified by the alteration of the topographic parameters present in the Brazilian Forest Code. In addition, it has been 10 years since these changes were established and it is interesting to know how much has been lost from legally protected land within hilltop APPs and how the pattern of use and coverage has developed in accordance with the new delimitation.

The legally protected areas aim to safeguard not only the natural environment, but also the population that lives in localities near the slopes. This is because the incidence of anthropic presence in precarious housing conditions in areas considered dangerous can develop great life risks associated with the exposure of a possible landslide, resulting from natural phenomena or not, caused by the sharp slopes and great heights of the place they inhabit. In addition to the lack of urban infrastructure and the presence of the public service, the risk that this part of society suffers is considered as a natural risk that is:

(...) associated with the dynamic behavior of natural systems, that is, considering their degree of stability/instability expressed in their vulnerability to critical events of short or long duration, such as floods, landslides and acceleration of erosive processes. (EGLER, 1996, p.34)

These natural events that may cause disasters are often associated with factors such as the lack of supervision in regions susceptible to land occupation and landslides and the absence of proper monitoring in these, making it conducive to anthropic occupation. When dealing with the anthropic presence, it can be said that the occupation will occur in two ways, unconscious and conscious. The first occurs when the:

(...) urban design occurs through the diffuse overlap of decisions and interventions, on a small or partial scale, on the urban form. This is the process by which most insertions on the urban form are realized, since the beginning of the conformation of urban settlements. (CARMONA 2003 apud Teixeira, 2013, p. 37-38)

This can often occur due to lack of financial conditions, is associated with a portion of the population that seeks housing in places where the cost of living is cheaper, competing for it to suffer greater losses from natural tragedies.

The other type of occupation is through anthropic action which consists of "(...) urban form becomes the object of a conception process prior to its realization on space" and has as "objective to outline a specific intention and guide the configuration of the idealized urban form and can adopt different procedures or methodologies for this." (CARMONA 2003 apud Teixeira, 2013, p. 37-38)

In the case of this anthropic occupation, its presence can cause an environmental impact that, according to CONAMA n°001/1986 (BRASIL, 1986, n.p.), is conceptualized as "(...) any change in the physical, chemical and biological properties of the environment, caused by any form of matter or energy resulting from human activities that, directly or indirectly" where it may affect "the health, safety and well-being of the population, social and economic activities, biota, aesthetic and sanitary conditions of the environment, the quality of environmental resources." In addition to the concept given by CONAMA for environmental impact, Sánchez (2013, p.33) considers that this is broader and more distinct from pollution. For him, while pollution has a negative connotation, the environmental impact can be described as beneficial or adverse. According to this author, "all pollution causes environmental impact, but not all environmental impact has pollution as a cause". Due to this discussion, it is important to present the Forest Code as an important instrument for the preservation of fauna and flora and also to maintain the balance of the local ecosystem delimited by an APP, regardless of the type of occupation installed.

Changes in legal parameters can have negative effects in a given previously protected region or aggravate recurring problems with occupations around them. Hilltop AND slope APPs are a mechanism to prevent this from occurring, keeping urban spots at a safe distance to avoid local negative impacts that result in mass movements or impacts on the springs due to anthropic occupation.

### **3 Objective**

To compare the current Forest Code, law n° 12,651 of May 25, 2012 (BRASIL, 2012), with the old Forest Code, law n° 4,771 of September 15, 1965

(BRASIL, 1965), in order to evaluate the impacts on the extension and occupation of protected areas resulting from the new parameters using, as a study area, the municipality of Nova Friburgo/RJ.

### **3.1 Specific Objectives**

1. Present the importance of the Forest Code as a tool for protecting and maintaining the landscape.
2. Evaluate the main legislative changes and environmental protection mechanisms at the federal, state and municipal levels.
3. Understand the landscape impacts associated with the studied scenarios where the old and current Forest Code is considered as legislation in force in the municipality of Nova Friburgo for a period of 20 years.

## **4 Methodological procedures**

The methodology used in this research was developed to maintain equity among the legal parameters for surveying permanent hilltop preservation areas. That's because, the current Federal Code makes no mention of ridge line and grouping of hill tops within an area of 500 meters. In this way, only the upper third of the hill is used for comparison.

The process elaborated to carry out the research work is structured in 3 phases. At first, the permanent preservation areas of hilltops within the municipal limits of Nova Friburgo were carried out. Then, from the data provided by Collection 6 of the MapBiomias Project of land use and cover (MAPBIOMAS, 2021) and by the Geological Service of Brazil CPRM (2015) of administrative limits of Nova Friburgo, maps of land use and occupation were produced in the municipality. Figure 20 shows the diagram of the products made.

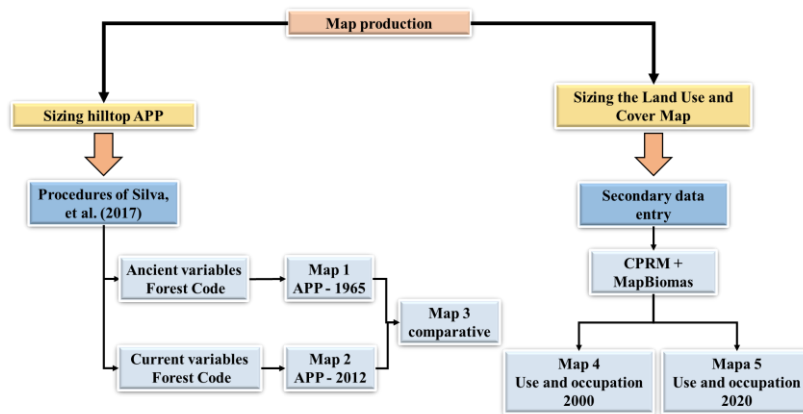


Figure 1: Diagram of elaborated products

Source: Author's author

After the elaboration of the map elaboration and storage of the data generated by them, 3 analysis situations were produced. The first situation uses a temporal analysis of land use and cover in the APP areas of the former Forest Code considering its validity for 2000 to 2020. The second uses the same period, however in regions where the current Forest Code is valid. In the latter, the same temporal analysis is made as the first two, but in loss regions of the old Forest Code for the current Forest Code. Figure 21 shows the diagram used to structure this analysis procedure.

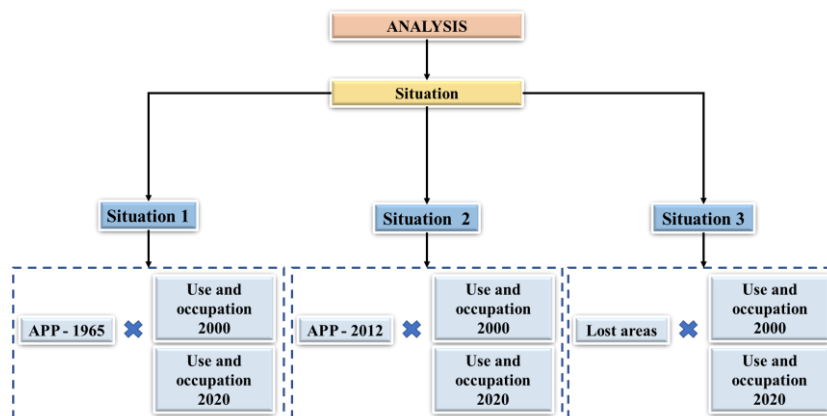


Figure 2: Usage and coverage analysis situations

Source: Own elaboration

#### 4.1 Sizing hilltop APPs

To carry out the study of the protected regions, several procedures were performed that culminated in the elaboration of different cartographic products. Initially, the delimitation of hilltop APP was sought in relation to the old Forest Code, law nº 4,771 of September 15, 1965 (BRASIL, 1965). Next, the mapping of the delimitation of top-of-the-hill APP was produced in relation to the current

Forest Code, law nº 12,651 of May 25, 2012 (BRASIL, 2012). In possession of these products, it became possible, finally, to execute a comparative map between the demarcations found in both Forest Codes.

The delimitation of the upper third of the hill according to the Forest Code was performed according to two main variables, slope and height. For the 2012 Forest Code, minimum values of average slope equal to 25° and minimum height of 100 meters were used. For the Forest Code of 1965, it used a minimum of 17° for slope and height greater than 50 meters.

The old Forest Code is composed of parameters that provide the protection of hill tops as ridge line of 1,000 meters and the addition of hill tops within an area of 500 meters. However, the current Forest Code makes no mention of them, we chose to make a comparative analysis using only the upper thirds of the hill to analyze more fairly using equal parameters in order to identify the potentiality of their changes.

In addition to this adjustment, it was defined that the measures used to be dimensioned according to the methodology procedures employed by Silva, et al. (2017) where some of the steps established by resolution of INEA nº93 of October 24, 2014 (Rio de Janeiro, 2014), present in Table 9, were followed.

Table 1: Procedures for delimiting the top-of-the-hill APP according to INEA.

<b>PROCEDURES FOR DELIMITING TOP OF HILLS - APP</b>
1 - Elaboration of a hydrologically correct digital elevation model (EA) from the Cartographic Base, adopting the appropriate cell size to the scale; in the case of the Cartographic Base IBGE/SEA 1:25.000 should be 10m
2 - Inversion of the digital lifting model
3 - Delimitation of depressions from the digital model of inverted elevation, to obtain the surface runoff areas (AESF) that correspond to the hills, mountains and mountains
4 - Calculation of the height of the hill, by difference between the cell with the highest elevation value (top) and the cell with the lowest value (base of the hill), for each AESF
5 - Calculation of slope from the largest difference in elevation of a cell in relation to its immediate neighbors, based on the digital elevation model
6 - Calculation of the average slope, which will consist of the sum of the slope values of all aesf cells, divided by the total number of cells
7 - The permanent preservation areas of hilltop shall be calculated for the EFSA that combine height greater than 100 m and average inclination greater than 25°, from the difference between the cell with the highest elevation value (top) and the value corresponding to 1/3 of the height in each AESF

Source: Adapted from INEA Resolution Nº93 of October 24, 2014

With the procedures performed, based on the values related to the demarcation of protected areas, that is, of each layer of top-of-the-hill APP, tables were constructed to perform comparative analyses between forest codes.

## **4.2 Procedures for sizing APPs**

In the pre-processing stage of the data, data related to the letters of susceptibility to gravitational movements of mass and floods of the state of Rio de Janeiro were downloaded, available on the website of the National Geological Service (CPRM), for the municipality of Nova Friburgo.

Initially, we worked with secondary data of the MDE of the region with a buffer of 2km already performed and the administrative limit of the municipality, both on a scale of 1:50,000, in the plana coordinate system UTM and in projection SIRGAS 2000 zone 23S, with pixels of size in x and y of about 30 meters.

The procedures adopted in this research were based on the article produced by Silva, et al. (2017) whose methodology used to determine hilltop APPs was performed in the Qgis software. According to Silva, et al. (2017), the first step taken after the extraction of the MDE is to outline the study area. Thus, the data were extracted and opened in ArcMap version 10.2. Since the MDE made available had an area of influence (buffer) of 2km as a limit, later, the layers contained within the administrative limit of Nova Friburgo were cut out to select the APPs of the municipality.

Following Silva's methodology, et al. (2017), after preparing the study area, the inconsistencies of the MDE were corrected, with the fill command to fill the spurious depressions, obtaining the hydrologically consistent MDE. In the next stage, the inversion of this new MDE was performed, adopting 20,000 meters in the equation for inversion. From the inverted MDE, with the Flow Direction tool, the flow direction of the basin was determined to obtain the limits of the peak bases and, later, applying the basin command, the basin was delimited. The steps performed so far meet requirements 1, 2 and 3 of resolution INEA n° 93 of October 24, 2014 (Rio de Janeiro, 2014) except for the scale used that according to the state agency should be employed 1:25.000. As not all MDE data are available free of charge for all regions of Brazil, we chose to maintain the initial scale.

The work of Silva et al. (2017) was based on the new Forest Code where the saddle point is used as the base of the hill. To apply the statistics of the study region in order to identify the saddle points, the raster-to-polygon conversion of the peak bases was performed. In addition, because ArcGis is a software similar to Qgis, a slope map was constructed for the slope command to identify the average slope for both the parameters of the old Forest Code and the parameters of the current Forest Code. This is because, in the statistical application in polygons it is only possible to identify the mean of the values.

To extract the top-of-the-hill APP, spatial statistics tools were used to calculate the average slope in degrees, maximum height, minimum height and amplitude in meters. The results were inserted in a table correlated to the main layer to define the hill tops.

Found the values average slope, amplitude, maximum height and minimum height is departed for the calculation of top of the hill. For this, table 11 presents the equations performed to find the top of the hill. Thus, in the first equation, the upper third of all the hills of the municipality was determined and inserted in the table of attributes. In the second and third is the calculation that determines which hill fits the demarcation required by the old and current Forest Code, respectively. Thus, boolean expression was applied with the AND operator, according to the values of mean slope and amplitude found by spatial statistics. With the calculated values, the features that fall at the top of the hill were selected and extracted.

To make clear the calculation made in equations 2 and 3 presented in table 2, figure 3 takes up the legal parameters used by the current Forest Code and the old Forest Code respectively presented in this figure as A and B. In Figure 3 A shows that the minimum amplitude to consider hilltop is 100 meters and for this, the average angle of inclination that the hill makes with its base should be greater than 25°. Figure 4 B the delimitation to define a hilltop according to the ancient Forest Code is a minimum amplitude value greater than 50 meters and an inclination between the hill and its base greater than 17°.



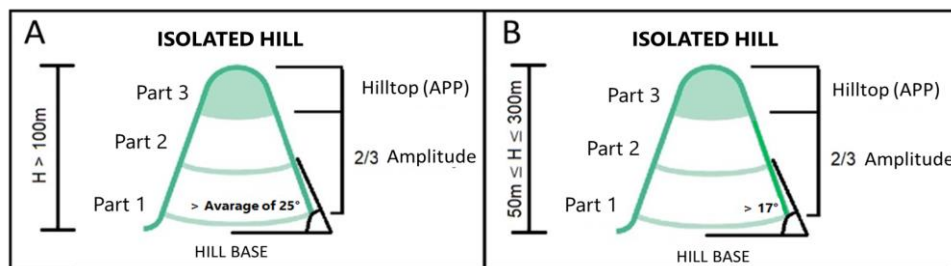


Figure 3: Hilltop. A – Current Forest Code, B- Old Forest Code

Source: Adapted from INEA (2015)

After identifying which hilltop is within the standards of the normative, a raster was performed from this previously extracted layer using the value of the third as a reference. From the raster calculator tool, it was possible to identify the true hilltop where the following condition was assigned, present in equation 4 of table 10: the heights of the MDEHC calculated at the beginning of the procedures must be greater than or equal to the hilltop. With this action, one can identify the true hilltops. Thus, to identify the feature destined to the APP, the equation leads to the following condition: the heights recorded with values equal to 0 have heights lower than the top and with recorded heights equal to the value 1 are greater than the minimum value decreed by its current norm and thus considered as the top APP. From this condition, the raster has been converted again to polygon and all values present in the attribute table with gridcode equal to 0 are deleted, resulting is only the features of the actual hill tops.

Table 2: Equations used.

Calculations used		
Ordination	Function	Equation
1	Determination of the third of the hill	Maximum height - (Amplitude/3)
2	Hilltop delimitation - ancient forest code - law no. 4,771/1965	Average Slope $\geq 17$ AND Amplitude $\geq 50$
3	Delimitation of the hilltop - current forest code - law no. 12,651/2012	Average Slope $\geq 25$ AND Amplitude $\geq 100$
4	Polygon for raster	MDHC $\geq$ Hilltop in raster

Source: Author himself

It is worth mentioning that during the process of executing the APPs map the transformations performed from raster to polygons and vice versa, the size of the MDE matrix was maintained. This choice was made to avoid simplifying the generated layers and maintaining product quality.

### 4.3 Land use and occupation Sizing

After the dimensioning of the hilltop APPs, the work continued to the stage of analysis of the dynamics of the landscape of Nova Friburgo. For this purpose, the mapping of land use and cover was performed based on the data provided by MapBiomias. The procedure was performed for a time interval of 20 years. This period was limited by the year 2000, about 10 years before the decree of Lei 12,651 of May 25, 2012 (BRASIL, 2012), and by the year 2020, almost 10 years after the change of topographic parameters for the study of human activities as a function of this event. Thus, the analysis carried out aims to verify whether the legal fragility caused by the loss of the values of the variables height and slope has the potential to modify human activity in regions previously protected by the former Forest Code.

The procedure used for the analysis of anthropic activities consists in the construction of two maps of land use and occupation of the municipality of Nova Friburgo. The data for the periods of 2000 and 2020 used belong to Collection 6 of MapBiomias (2021). However, the data made available by MapBiomias for these years are for the whole of Brazil. To extract the classes of land use and cover within the same administrative limits of the municipality of Nova Friburgo available by the CPRM in the previous procedure, it was necessary to perform a clipping with the extract by mask tool since the data made available by MapaBiomias were in raster. Moreover, as these data were in the global coordinate system, WGS 84, to perform a study with the same coordinate system that was used in the sizing of the APPs, it was necessary to design them for the general coordinate system UTM and in projection SIRGAS 2000 zone 23S, whose pixels have sizes in x and y of about 29 meters.

## **5 Analysis and discussion of results**

The analysis performed in this sub-item seeks to show how potential the changes in variable values such as slope and height can become. Thus, it is pointed out, the scope of each APP in view of the extension of the municipality, the differences between the protected areas and how the permanence of the parameters of the old Forest Code are important for socio-environmental protection even if disregarded the devices of the grouping of hill tops and ridge line of one thousand meters. As the first result of the research, it was induced that the old Forest Code

gains prominence due to its area of coverage even disregarding the components mentioned in the previous paragraph. This conclusion is due to the fact that the value found of these protected areas is quite considerable since the municipality has 93,536.25 hectares. About 19.22% of the total municipal area were recorded, equivalent to 17,977.23 hectares of APP land. Figure 22 shows how the permanent preservation areas of the upper third of hills are arranged, demarcated according to the methodology of Silva, et al. (2017), sized from slopes greater than 17 degrees and heights greater than 100 meters, as established by resolution CONAMA 303 of March 20, 2002 (BRASIL, 2002) that regulated the ancient Forest Code.

In this extended abstract, only the results of loss of protected area linked to the main objective will be presented. These show how fragile the new law is in the point of view of the demarcation of permanent hilltop preservation areas.

The table 3 shows the values in hectares of demarcated area according to each Forest Code and the percentage of lost area. Considering as a protected area until 2012, about 17,977.23 hectares and after this year there are only 2,207.24 hectares. The result obtained for loss of area draws attention because they are about 87.72% of the difference between the top APPs of the hill.

These results allow us to affirm that changes in parameters such as mean slope and minimum height are variables that contributed to this reduction. Only 8° of slope and 50 meters high were enough to cause this impact.

Table 3: Percentage of lost area

COVERAGE AREA		
Legislation	Protected area (ha)	Lost area (%)
Law No. 4,771 of September 15, 1965	17.977,23	87,72%
Law No. 12,651 of May 25, 2012	2.207,24	

Source -Own elaboration

Figure 4 shows the comparative map of hilltop APPs, confronting the two Forest Codes spatially on the map of the Municipality of Nova Friburgo. In this product it is possible to identify the regions maintained by the current Forest Code more clearly and how much was being protected by the old Forest Code.

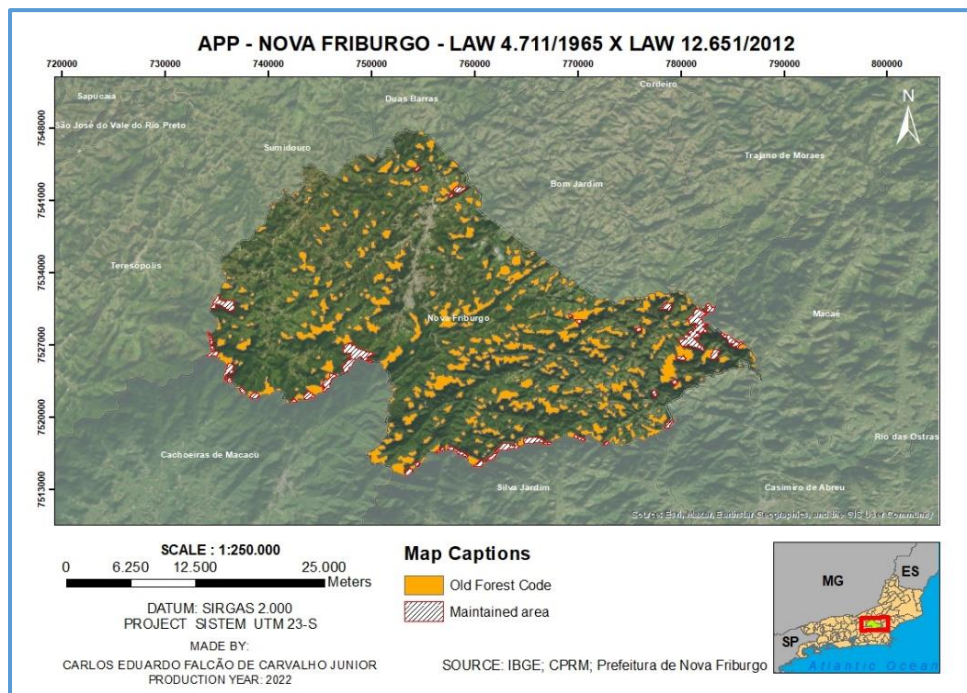


Figure 4: Protected areas maintained.  
Source: Own elaboration

## 6 Conclusions

As mentioned in the literature review chapter the importance of preserving the environment is what guarantees the well-being of man. This has been reported both for the preservation of springs, and for the way natural soil is transformed by anthropic actions.

Given the above, the preservation of the hilltops are a way to keep these landscapes intact. However, the changes reported in the legislation that demarcates their PPAs have raised the hypothesis about the quantity and state of their protected zones. It can be said that the anthropic presence in protected areas puts at risk the preservation of fauna and flora, quality of watercourses and the local hydrological cycle. This conclusion is obtained because of the results found in this dissertation. The values found reflected a significant loss, equivalent to 87.72%, of protected area when the tops of hills were dimensioned using the standards decreed by the old code in relation to the current forest code compared to the unique procedure used in the state of Rio de Janeiro established by INEA.

In addition to the study finding loss of protected area, both scenarios analyzed in the municipality of Nova Friburgo, for patterns of land use and cover, determined by MapBiomass, for the years 2000 and 2020, show results that proved the initial hypothesis. This in turn raised an assumption that the change of

topographic parameters can become a licit factor that drives the anthropic presence, even if in lesser expression, in the face of the municipal territorial dimension, to grow. The estimate of this fact was concluded from the analysis of the growing results of anthropogenic activities after 2012, a year whose law 12,651 came into force. The scenarios for the year 2020, for both demarcations of the two Forest Codes, show in large numbers agropastoral activities.

Thus, it is worth mentioning that the objectives of the study were achieved and, even if it was not elaborated with charts in a scale of 1:25,000, as required by INEA, the scale of 1:50,000 at the municipal level allowed to reflect good results since they are on the same scale as the data of use and coverage of MapBiomias.

The analysis used in this dissertation is important since it calls into question the way the demarcation of hilltop APP regions is made due to the presentation of which Forest Code guarantees the best local environmental preservation. In addition, it calls into question the legal issues that are adopted to delimit protected areas. This is because the work shows that strict environmental control measures are not being taken on hilltops given the increase in urbanized areas, use of agriculture, livestock and forestry in regions that should ensure that there is no presence of anthropogenic activities.

In the case of the study area, municipality of Nova Friburgo, the permanent preservation areas of hilltop were identified. This fact occurs given the morphology of the mountainous region of the State of Rio de Janeiro contain landscape formations that fall under the law and allow zoning. However, there are regions where hilltop APPs defined by the Forest Code are few or do not exist because of the morphology of the region because Brazil has a continental extension containing 6 different biomes. This suggests that a specific legislation be built for each state or municipality given not only the morphology but also the geographical dynamics of the territory because there are specific vectors of degradation of each place

With regard to future research, it is intended to produce articles for more accurate analyses and to perform comparison with scars in the region to identify whether the causes of growth can be driven by events displacing urban growth or by the change in the Forest Code. In addition, we seek to replicate the analysis in neighboring municipalities such as Petrópolis and Teresópolis, located in the mountainous region of the State of Rio de Janeiro.

It is intended, as proposed by other studies, to carry out with a more precise scale in 1:2,000 to 1:10,000, in a region with a smaller area and time frame of 5 years, the analysis of loss of protected areas and seeking to verify the interlocation between the types of PPAs present in the Brazilian Forest Code, before and after the decree of the current law n° 12,651 of 2012 (BRAZIL, 2012) highlighting the zoning of the APPs of springs, marginal strip of protection of water courses (FMP) and APP of slopes, in addition to the APPs of hilltop. In addition, identify the use and land cover in these areas, making it possible to identify not only the change of area but also an analysis of the use and coverage of the local land. In addition, identification of the scars related to landslides in order to justify the presence of limitations to local occupation placing the Brazilian Forest Code as the basis for urban planning.

### **Keywords**

Forest Code; Permanent Preservation Area; Hill Top; Nova Friburgo; GIS - Geographic Information System.

### **Sumário**

1 INTRODUÇÃO	31
1.1 Justificativa	34
1.2 Objetivos	36
1.2.1 Objetivo Geral	37
1.2.2 Objetivos Específicos	37
1.3 Metodologia da Pesquisa	37
1.4 Estrutura do Trabalho	38
2 NOTORIEDADE DAS APPS DE TOPO DE MORRO	41
2.1 As Áreas De Preservação Permanente – APP	41

2.1.1 Breve histórico da mudança de parâmetros	42
2.1.2 A flexibilização do Código Florestal	50
2.1.3 Novos artifícios legais do novo Código Florestal	55
2.2 A importância dos topos de morros	58
2.2.1 O desastre no centro de Nova Friburgo	62
2.2.2 Fragilidade do atual Código Florestal: perda de áreas protegidas no Estado do Rio de Janeiro	67
 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	 72
3.1 Geoprocessamento	72
3.2 Estrutura metodológica	74
3.2.1 Dimensionamento das APPs do Topo de morro	76
3.2.2 Procedimentos para dimensionamento de APPs	77
3.2.3 Dimensionamento de uso e ocupação do solo	80
 4 APRESENTAÇÃO ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	 84
4.1 Análise espacial por legislação	84
4.2 Análise do uso e ocupação do solo	93
4.3 Uso e cobertura da terra nas regiões de APP	96
4.3.1 Cenário 1 (Antigo Código Florestal – Anos 2000 e 2020)	96
4.3.2 Cenário 2 (Atual Código Florestal – Anos 2000 e 2020)	108
4.3.3 Cenário 3 (Zonas de perda – 2000 e 2020)	112
 5 CONCLUSÕES	 115
 6 REFERÊNCIAS	 118

## Lista de figuras

Figura 1: Lei Federal 4.771/1965. (A) Delimitação do Topo do Morro, (B) Montanha.	43
Figura 2: Lei Federal 12.651/2012. (A) Delimitação do Topo do Morro, (B) Montanha.	45
Figura 3: Ponto de sela e representação Linha de Cumeada de 1000 metros Lei Federal 4.771/1965	45
Figura 4: Morro com diferentes bases	46
Figura 5: Formação montanhosa com declividades diferentes	47
Figura 6: Identificação de diferentes bases para o morro	47
Figura 7: Leis complementares à legislação ambiental brasileira	56
Figura 8: O Ciclo hidrológico	59
Figura 9: Corte transversal de uma bacia	60
Figura 10: Distritos de Nova Friburgo e rio Bengalas	63
Figura 11: Rede de drenagem do vale do rio Bengalas, 2022.	64
Figura 12: Canal retificado no rio Bengalas.	64
Figura 13: Região de Nova Friburgo, córrego D'Antas e arredores, maio de 2010.	65
Figura 14: Cicatrizes no centro de Nova Friburgo, córrego D'Antas e arredores, janeiro de 2011.	66
Figura 15: Bairro Dantas Nova Friburgo- JAN/2011	66
Figura 16: Delimitação de APP no topo de morros nas áreas 2, 3 e 4	69
Figura 17: Mapeamento do Código Florestal de 1965, Bacia do Rio Boa Esperança, Nova Friburgo Rio de Janeiro	70
Figura 18: Mapeamento do Código Florestal de 2012, Bacia do Rio Boa Esperança, Nova Friburgo, Rio de Janeiro	71
Figura 19: Estrutura Geral de Sistema de Informação Geográfica	73
Figura 20: Diagrama de produtos elaborados	75
Figura 21:: Cenários de análise de uso e cobertura	76
Figura 22: Topo de morro. A - Atual Código Florestal, B- Antigo Código Florestal	79
Figura 23: Delimitação de app de topo de morros antigo Código Florestal	86



Figura 24: APP de topo de morro – Centro de Nova Friburgo. (A) maio de 2010, (B) janeiro de 2011.	87
Figura 25: Unidades de Conservação	88
Figura 26: Delimitação de app de topo de morros novo Código Florestal	90
Figura 27: Áreas protegidas mantidas	92
Figura 28: Uso e cobertura do solo do município de Nova Friburgo, ano 2000	94
Figura 29: Uso e cobertura do solo do município de Nova Friburgo, ano 2020	95
Figura 30: Mapa de campo	103
Figura 31: Ponto 1 – Lumiar – Nova Friburgo - RJ	104
Figura 32: Topo de Morro 1. (A) Imagem ampla, (B) Imagem Focada.	104
Figura 33: Ponto 2 – São Pedro da Serra – Nova Friburgo - RJ	105
Figura 34: Topo de morro 2. (A): Topo sendo desmatado, (B): Declividade acentuada	105
Figura 35: Topo de morro 2. (C): Silvicultura, (D): Pastagem.	106
Figura 36: Ponto 3 – São Pedro da Serra – Nova Friburgo - RJ	106
Figura 37: Topo de morro 3. (A) Mosaico de agricultura e pastagem. (B) Silvicultura	107
Figura 38: Ponto 4 - São Pedro da Serra	107
Figura 39: Ponto 5 - Lumiar (Encontro dos Rios) - Nova Friburgo- RJ	108

## Lista de tabelas

Tabela 1: APP de topo de morros para Código Florestal de 1965,2012 e Resolução INEA 2014	68
Tabela 2: Comparativo de área Código Florestal 2012 e de 1965, Bacia do Rio Boa Esperança, Nova Friburgo, RJ	70
Tabela 3: Unidades de Conservação	89
Tabela 4: Demarcação de APP em Unidades de Conservação	89
Tabela 5: Percentual de área perdida	91
Tabela 6: Área de abrangência	91
Tabela 7: Balanço do uso e ocupação do solo (2000 – 2020)	97
Tabela 8: Balanço do uso e ocupação do solo (2000 – 2020)	109
Tabela 9: Balanço do uso e ocupação do solo (2000 – 2020)	112

## Lista de Quadros

Quadro 1: Proteção de áreas montanhosas	44
Quadro 2: Edições nos parâmetros topográficos	49
Quadro 3: Novos conceitos ambientais	55
Quadro 4: Área urbana consolidada	55
Quadro 5: Legislações pós- 2012	56
Quadro 6: Conceitos de formas de relevo conforme o INEA	58
Quadro 7: Parâmetros de APP no topo de morros	67
Quadro 8: Estrutura genérica de um Sistema de Informação Geográfica	74
Quadro 9: Procedimentos para delimitação da APP de topo de morro segundo INEA	77
Quadro 10: Equações utilizadas	80
Quadro 11: Descrição das classes e paletas de cores utilizada na coleção 6 do MapBiomias	82
Quadro 12: Pontos de campo	102

## Lista de Gráficos

Gráfico 1: Cenário 1 - Área Urbanizada.	97
Gráfico 2: Cenário 1 - Pastagem e Mosaico de agricultura e pastagem.	98
Gráfico 3: Cenário 1 - Atividades Rurais – Silvicultura	99
Gráfico 4: Cenário 1 – Ano 2000	99
Gráfico 5: Cenário 1 – Ano 2020	100
Gráfico 6: Cenário 2 - Pastagem e Mosaico de agricultura e pastagem	110
Gráfico 7: Cenário 2 – Ano 2000	111
Gráfico 8: Cenário 2 – Ano 2020	111
Gráfico 9: Cenário 3 - Pastagem e Mosaico de agricultura e pastagem	113
Gráfico 10: Cenário 3 – Ano 2000	114
Gráfico 11: Cenário 3 – Ano 2020	114

## **Lista de Siglas e Abreviaturas**

ANA – Agência Nacional de Águas

APA – Área De Proteção Ambiental

APP – Área de Preservação Permanente

CAR – Cadastro Ambiental Rural

CEPERJ – Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação  
de Servidores Públicos do Rio de Janeiro

CF – Código Florestal

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CPRM – Serviço Geológico Nacional

CRA – Cotas de Reserva Ambiental

Deter – Sistema de Monitoramento em Tempo Real

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ha – hectares

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INEA – Instituto Estadual do Ambiente

ONU – Organização das Nações Unidas

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

PRA – Programa de Regularização Ambiental

MDE – Modelo Digital de Elevação

RL – Reserva Legal

SEMAR – Sistema Estadual de Monitoramento e Avaliação da  
Restauração Florestal

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente

UTM – Universal Transversa de Mercator

*"É preciso lembrar que ninguém escolhe o ventre, a localização geográfica, a condição socioeconômica e a condição cultural para nascer. Nasce onde o acaso determinar. Por isso, temos que cuidar de todos aqueles que estão em todos os recantos deste planeta."*

Aziz Ab'Saber, Geógrafo.

# 1

## INTRODUÇÃO

Cidades no mundo estão sofrendo modificações de sua paisagem em função do crescimento populacional. De acordo com a Organização das Nações Unidas (UNITED NATIONS, 2022), estima-se que em 2030 a população global cresça para cerca de 8,5 e se aproximasse ao entorno de 9,7 bilhões de habitantes em 2050. Além disso, projeta-se um pico de 10,4 bilhões de habitantes em 2080, permanecendo nesta faixa até 2100.

O inchaço urbano, muitas vezes, toma direção para as áreas de vegetação nativa que, protegidas ou não por lei, sofrem mudanças irreversíveis de sua fauna e flora local. Para Vasconcelos e Gomes (2012), o processo de expansão das cidades está vinculado à forma como ocorre o crescimento populacional. Além disso, ambos afirmam que a taxa de crescimento da população mundial está aumentando em um ritmo nunca visto: os valores representam que esta população dobrou desde a década de 1970. Uma das causas do crescimento no caso da população brasileira nos últimos 50 anos, por exemplo, segundo Lebrão (2007), referem-se às mudanças das condições demográficas. Antes com níveis altos de mortalidade e fecundidade, atualmente observam-se baixas taxas de mortalidade e fecundidade que, conseqüentemente, corrobora para o envelhecimento da população.

O crescimento populacional e a expansão das cidades estão associados. De maneira geral, a organização do espaço urbano depende das relações da população e as ofertas de condições de vida que o meio urbano oferece. Muitas vezes o Estado projeta a cidade de acordo com seus interesses. As áreas que apresentam perigos eminentes, acabam sendo ocupadas pela parcela da população com menos renda por conta do alto custo de moradia nas regiões que fornecem melhores condições de segurança. Segundo Tucci (2005, p. 13), o crescimento em áreas consideradas de risco está vinculado ao processo de urbanização espontânea e devido ao planejamento urbano projetado para as áreas da cidade mais nobres com população de renda média e alta.

Para Filho et al. (2013), ressalta que a ocupação de locais inadequados para moradia provocada pelo aumento populacional desordenado nas cidades, transforma também as áreas como fundos de vale e com grande declividade em locais de moradia. Este cenário é encontrado na Região Serrana do Estado do Rio

de Janeiro, em especial no Município de Nova Friburgo, área objeto de estudo desta dissertação.

Para Carvalhais et al. (2019), a proteção vegetal é essencial para minimizar processos erosivos. Sua presença serve de amortecedor dos impactos da água da chuva e as raízes da vegetação colaboram na estruturação do solo, absorvendo o excesso de água, aumentando sua resistência. Além disso, a presença de vegetação possibilita o armazenamento da água da chuva nas folhas e na serrapilheira, facilitando a infiltração de um maior volume de água no terreno, o que reduz o runoff e, conseqüentemente, reduz o risco de inundação a jusante.

Apesar da presença da vegetação auxiliar na estruturação do solo, a perda da coesão aparente do mesmo pode ocorrer e causar escorregamentos. Isso porque, tal fenômeno ocorre quando a saturação do solo atinge um certo nível que, dada a presença da água da precipitada ou elevação do nível do rio, leva à separação de suas partículas e a força, que constituía uma parcela da resistência ao cisalhamento, é perdida. Esta tensão causada entre elas é dada à:

(...) tensão superficial da água nos capilares do solo, formando meniscos de água entre as partículas dos solos parcialmente saturados, que tendem a aproximá-las entre si. A coesão aparente constitui uma parcela da resistência ao cisalhamento de solos parcialmente saturados (Fredlund & Rahardjo, 1993 apud Silva e Carvalho, 2007).

Diante da importância da vegetação para reduzir os riscos à deslizamentos e inundações, é importante sua proteção por meio de legislação ambiental que limita a ocupação de áreas de interesse, como topo de morro, faixas marginais de proteção e entorno de nascentes. O Código Florestal brasileiro conceitua as feições de relevos e impõe limites à ocupação em regiões sensíveis à ação antrópica e de grande importância ecológica. No caso de conservação de nascentes e mitigação dos riscos de deslizamentos são delimitados os topos de morros.

A exemplo do crescimento populacional em locais com alta incidência de morros, próxima à cursos hídricos e situada em zonas de declividades acentuadas é o Município de Nova Friburgo, localizado na região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, área utilizada para aplicação do estudo.

Em julho de 2019, a fundação CEPERJ (2019) divulgou a série histórica populacional do estado do Rio de Janeiro. Com olhar voltado ao município de Nova Friburgo, nota-se que há dois grandes saltos populacionais. O primeiro ocorre entre a década de 1970 e 1980 cujo crescimento populacional foi de 90.420 para 123.383



habitantes. O segundo grande salto aconteceu entre as décadas de 1980 e 1990 apresentando um aumento ainda mais expressivo, subindo para 167.081 habitantes. Após o registro de duas altas, o município de Nova Friburgo teve grande redução de sua taxa de crescimento populacional. Os anos 2000 e 2010 apontaram respectivamente 173.418 e 182.082 habitantes. O IBGE (2022) estima que a população de Nova Friburgo em 2021 aumentou para cerca de 191.664.

O ritmo de crescimento populacional do município de Nova Friburgo é similar à análise dos dados populacionais apresentado pela ONU em 2022 realizada em função do tamanho populacional global e da taxa de crescimento anual medidos pela ONU. Este apresenta estimativas dos anos 1950-2022, e projeta um cenário entre os anos 2022-2050. Isso porque, ocorre um grande crescimento populacional entre os anos 1970 e 1980 e um estagnação na taxa de crescimento populacional a partir dos anos 1990, ainda que os valores registrados sejam considerados altos.

O processo de formação de Nova Friburgo que ocorreu no vale do rio Bengalas é um exemplo do estabelecimento de cidades em regiões de riscos. Segundo Santos (2014, p.64), a estruturação como cidade foi impulsionado pela chegada do trem em 1830. Para o autor, a presença da ferrovia foi de suma importância para que o principal produto agrícola, o café, tivesse sua exportação de forma mais acelerada, uma técnica estabelecida na base do “(plantio e escoamento) que levou o desenvolvimento e a modernidade para região, influenciando também no surgimento das primeiras indústrias.”

Ainda segundo Santos (2014, p.64), a grande chegada de imigrantes e empreendedores impulsionou o processo de industrialização baseada no modelo Fordista e o crescimento da cidade ao entorno do vale do rio Bengala. Entretanto, ele relata em seu trabalho que, este processo de ocupação urbana provocou uma lotação do espaço da região central de Nova Friburgo até o fim da era industrial que durou até a década de 1980.

Atualmente, segundo Santos (2014, p.15), observa-se um problema em função do processo de estruturação da cidade. O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) teve mais focado na região central da cidade de Nova Friburgo com obras de alargamento e contenção de encostas do rio Bengala. O bairro de Conselheiro Paulino fica localizado a jusante do vale que forma este rio e é um bairro mais recente, com classe mais pobre e carente de infraestrutura cuja ocupação se estabelece nas margens do rio e não há tratamento de esgoto adequado,

resultando em maior risco associado a ações naturais ou de ações antrópicas a montante e à saúde.

O Código Florestal apresenta vários artifícios legais que delimitam o zoneamento das feições que constituem a paisagem brasileira que devem ser preservadas, muitas delas apresentam perigo à vida dado que há fenômenos naturais que de forma eventual podem causar mortes. É de dever do Estado evitar as construções de moradias nestas áreas.

As Áreas de Preservação Permanente (APP) de acordo com o atual Código Florestal, Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), não podem ser ocupadas pois se destinarem a preservar o meio ambiente natural de tal forma que não sofra alterações de suas características próprias.

Este trabalho apresenta a preservação das APPs de topo de morro como uma forma demarcar legalmente zonas capazes de assegurar a preservação da fauna e flora, a segurança da população e os cursos hídricos presentes nos topos de morros, visto que são regiões de risco e seu uso, seja de qualquer natureza, não é permitido.

As delimitações de APP de topo de morro com base no antigo Código Florestal, Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1965) agregavam mais áreas por ter mais componentes que demarcam as zonas protegidas.

Os parâmetros topográficos decretados pela Resolução CONAMA 04 de 18 de setembro de 1985 (BRASIL, 1985) e pela Resolução CONAMA 303 de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2002), componentes do antigo Código Florestal (BRASIL, 1965), sofreram modificações quando este dispositivo legal foi atualizado em 2012. Estas mudanças chamam atenção para a pesquisa do tema levantando a seguinte questão: como os novos parâmetros preconizados pelo atual Código Florestal para a proteção do meio ambiente (altura, declividade e base das elevações) alteraram a paisagem urbana de cidades serranas em relação ao espaço protegido com maior susceptibilidade a desastres?

## **1.1**

### **Justificativa**

Essa pesquisa se justifica pela alteração dos parâmetros topográficos presentes no Código Florestal brasileiro. Somado a isso, já passaram 10 anos desde que essas mudanças foram estabelecidas e é interessante saber o quanto foi perdido

de terras protegidas legalmente dentro das APPs de topo de morro e como o padrão de uso e cobertura se desenvolveu em conformidade com a nova delimitação.

As áreas protegidas legalmente têm objetivo de resguardar não somente o meio ambiente natural, mas também população que habita em localidades próximas às encostas. Isso porque, a incidência da presença antrópica em condições de moradias precárias em áreas consideradas perigosas pode desenvolver grandes riscos de vida associados à exposição de um possível deslizamento, decorrente de fenômenos naturais ou não, ocasionado pelas declividades acentuadas e grandes alturas do local que habitam. Além da falta de infraestrutura urbana e da presença do serviço público, o risco, que esta parcela da sociedade sofre é considerado como risco natural que está:

(...) associado ao comportamento dinâmico dos sistemas naturais, isto é, considerando o seu grau de estabilidade/instabilidade expresso na sua vulnerabilidade a eventos críticos de curta ou longa duração, tais como inundações, desabamentos e aceleração de processos erosivos. (EGLER, 1996, p.34)

Estes eventos naturais que porventura causam desastres, muitas vezes, estão associados a fatores como a falta de fiscalização em regiões suscetíveis a ocupação e escorregamentos de terra e a ausência do devido monitoramento nestas, tornando-se propício à ocupação antrópica. Se tratando da presença antrópica, pode-se dizer que a ocupação ocorrerá de duas formas, inconsciente e consciente. A primeira ocorre quando o:

(...) desenho urbano ocorre por meio da sobreposição difusa de decisões e intervenções, em escala reduzida ou parcial, sobre a forma urbana. Esse é o processo por meio do qual a maioria das inserções sobre a forma urbana é concretizada, desde o princípio da conformação dos assentamentos urbanos. (CARMONA 2003 apud Teixeira, 2013, p. 37-38)

Esta, muitas vezes, pode ocorrer por falta de condições financeiras, associando-se a uma parcela da população que busca moradias em locais aonde o custo de vida seja mais barato, concorrendo para que esta sofra maiores perdas com as tragédias naturais.

O outro tipo de ocupação é por meio de ação antrópica a qual consiste na “(...) forma urbana torna-se objeto de um processo de concepção anterior à sua concretização sobre o espaço” e possui como “objetivo esboçar uma intenção

específica e orientar a configuração da forma urbana idealizada, e pode adotar distintos procedimentos ou metodologias para tal.” (CARMONA 2003 *apud* Teixeira, 2013, p. 37-38)

Se tratando desta ocupação antrópica, a sua presença pode causar impacto ambiental que, segundo o CONAMA nº001/1986 (BRASIL, 1986, n.p.), conceitua-se como “(...) qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente” onde pode afetar “a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais.” Além do conceito dado pelo CONAMA para impacto ambiental, Sánchez (2013, p.33) considera que este é mais amplo e distinto de poluição. Para ele, enquanto a poluição possui conotação negativa o impacto ambiental pode ser descrito como benéfico ou adverso. Segundo este autor, “toda poluição causa impacto ambiental, mas nem todo impacto ambiental tem a poluição como causa”. Por conta desta discussão, torna-se importante a presença do Código Florestal como instrumento importante para preservação da fauna e flora e, também, para manter o equilíbrio do ecossistema local delimitado por uma APP, independentemente do tipo de ocupação instalada.

As mudanças de parâmetros legais podem gerar efeitos negativos em uma dada região antes protegida, ou agravar problemas recorrentes a ocupações ao seu redor. As APPs de topo de morro e declividade são um mecanismo para evitar que isto ocorra, mantendo as manchas urbanas em uma distância segura para evitar impactos negativos locais que resultem em movimentos de massa ou impactos nas nascentes em função da ocupação antrópica.

## **1.2**

### **Objetivos**

Diante do exposto apresenta-se a seguir os objetivos, geral e específicos para esta pesquisa.

### **1.2.1**

#### **Objetivo Geral**

Comparar o atual Código Florestal, Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), com o antigo Código Florestal, Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1965), de modo a avaliar os impactos na extensão e ocupação das áreas protegidas decorrente dos novos parâmetros utilizando-se, como área de estudo, o município de Nova Friburgo/RJ.

### **1.2.2**

#### **Objetivos Específicos**

- a) Apresentar a importância do Código Florestal enquanto ferramenta de proteção e manutenção da paisagem.
- b) Avaliar as principais modificações legislativas e mecanismos de proteção ambiental no âmbito federal, estadual e municipal.
- c) Compreender os impactos paisagísticos associados aos cenários estudados onde consideram-se o antigo e atual Código Florestal como legislação vigente no município de Nova Friburgo durante um período de 20 anos.

## **1.3**

### **Metodologia da pesquisa**

A pesquisa realizada nesta dissertação é do tipo exploratória e tem como objeto de estudo o atual Código Florestal e os respectivos impactos causados pelas mudanças dos valores das variáveis como inclinação e altura utilizadas na demarcação de áreas destinadas à APPs de topo de morro, montes, montanhas e serras.

No trabalho de pesquisa questiona-se se a mudança dos parâmetros legais é suficiente para redução das áreas protegidas e, em caso afirmativo, se a não demarcação das mesmas são suficientes para a ocupação antrópica por falta de fiscalização da região por não estarem mais contidas nas zonas demarcadas para as APPs de topo de morro.

Neste sentido, a pesquisa tem intenção de promover uma análise da mudança destes parâmetros legais por meio de mapeamento comparativo entre o antigo Código Florestal e o atual Código Florestal sobre o município de Nova Friburgo.

## 1.4

### Estrutura do Trabalho

A presente dissertação está fundamentada na exposição dos conceitos legais que demarcam as APPs de topo de morro, na discussão sobre a importância dos topos de morro para o ciclo hidrológico e na apresentação de uma metodologia comparativa utilizada para demonstrar a importância das variáveis topográficas e as mudanças registradas na análise e discussão dos resultados. Para isso, o trabalho de pesquisa está estruturado em 3 capítulos.

Na primeira seção do trabalho define-se área de preservação permanente (APP) e apresenta-se as alterações dos parâmetros topográficos que delimitam as APPs de topo de morro desde 1934, durante a Era Vargas, até os dias atuais. A discussão realizada sobre as definições das paisagens protegidas aponta para identificação de diferentes formas de interpretação dos conceitos como base do morro. Em complemento a este debate, expõe-se a Resolução INEA nº 93 de 24 de outubro de 2014 (Rio de Janeiro, 2014) como forma de estabelecer, para o estado do Rio de Janeiro, uma metodologia única a fim de acabar com este problema.

Posteriormente à apresentação da questão norteadora do trabalho, apresenta-se o conflito que gerou as alterações dos valores estabelecidos pelo novo Código Florestal.

Após a discussão legal a respeito do Código Florestal, parte-se para apresentação da paisagem natural sensível à ocupação antrópica. Assim, o trabalho de pesquisa discorre sobre importância da preservação do ambiente no entorno de topo de morro, pois este se comporta como divisor topográfico e importante fator para o ciclo hidrológico por delimitar a forma da bacia hidrográfica.

No segundo capítulo é apresentado o conjunto de procedimentos que sustentam a análise espacial realizada a fim de identificar se as mudanças de parâmetros topográficos do atual Código Florestal são capazes reduzir as demarcações de áreas protegidas e provocar mudanças do uso e ocupação do solo no município de Nova Friburgo. Para isso, inicialmente, aborda-se o geoprocessamento como área da ciência fundamental para realização do estudo comparativo entre os parâmetros legais.

No segundo momento do Capítulo 2 é apresentada a metodologia utilizada na dissertação. Esta por sua vez está baseada na coleta de dados secundários, no

processamento destes elementos espaciais e na análise espacial dos mesmos. O principal procedimento, para alcançar os produtos que fundamentam a pesquisa, está embasado na metodologia empregada por Silva, *et al.* (2017).

Esta metodologia foi aplicada considerando as variáveis: altura e inclinação. Primeiramente utilizou-se o que está estabelecidos na Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1965) e suas respectivas resoluções CONAMA 04 de 18 de setembro de 1985 (BRASIL, 1985) e CONAMA 303 de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2002) e, em um segundo momento, foram utilizados os valores das variáveis estabelecidas pela Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012). Com isso, tornou-se possível a construção e a comparação entre diferentes mapas que sustentam o estudo.

No último capítulo são apresentados os produtos gerados a partir dos procedimentos realizados no Capítulo 2. A discussão dos resultados inicia-se com a análise dos mapas de APPs de topo de morro, considerando a abrangência de cada versão Código Florestal, e com a análise da perda de área protegida.

Na segunda etapa deste capítulo são abordados os mapas de uso e ocupação do solo e discute-se expansão antrópica na região referentes aos anos de 2000 e 2020, ou seja, cerca de 10 anos antes e 10 anos após 2012, ano da revisão do Código Florestal.

Posteriormente à discussão das regiões protegidas e do uso e cobertura do solo no município de Nova Friburgo, parte-se para o estudo da dinâmica das atividades nas zonas de APPs dimensionadas. Este estudo, por sua vez, está dividido em 3 cenários distintos, considerando os mesmos períodos estudados para uso e cobertura do município. O primeiro cenário trata a região delimitada conforme os parâmetros topográficos da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1965) considerando a permanência de sua vigência até 2020. O cenário seguinte, faz a mesma análise, porém sobre vigência da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012). No último cenário repete-se a análise, mas analisa-se a região composta pela perda de área protegida, 87,72% que compunha o antigo código florestal. Ressalta-se que ao longo da discussão dos resultados apresenta-se um mapa para orientar o leitor às unidades de conservação.

Em complemento à análise realizada no Capítulo 3, executou-se o trabalho de campo onde são apresentados os dois mapas de pesquisa de campo para os distritos de Lumiar e São Pedro da Serra contendo os pontos georreferenciados dos

locais visitados cujo objetivo é registrar a atividade antrópica em topo de morros, por meio de fotografias destes locais.



## 2

## NOTORIEDADE DAS APPs DE TOPO DE MORRO

Este capítulo divide-se em duas etapas. A primeira trata (i) da apresentação do conceito de área de preservação permanente e suas divisões em função da proteção da paisagem natural; (ii) do histórico das modificações dos parâmetros relacionados às APPs de topo de morro e (iii) da interpretação de seus conceitos. Somando-se a isso, apresentam-se os eventos que contribuíram para a flexibilização do Código Florestal e os artifícios que compõe a revisão do Código Florestal (BRASIL, 2012). No segundo momento deste capítulo levanta-se a questão da importância dos topos de morros para o ciclo hidrológico e dos resultados de pesquisas que apontam para perdas de áreas protegidas de topo de morro em função dos novos valores e conceitos atribuídos à demarcação das áreas de preservação permanente destas regiões diante do novo Código Florestal.

### 2.1

#### As Áreas de Preservação Permanente - APPs

As ações antrópicas modificam o meio ambiente alterando a paisagem natural e colocam os ciclos biogeoquímicos em risco. Em função da proteção do meio ambiente e da paisagem natural brasileira, o atual Código Florestal, lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012) estabeleceu em seu art.3º, § II do 1º Capítulo, o conceito de Área de Preservação Permanente (APP) cuja descrição refere-se à:

(...) área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas; (BRASIL, 2012, n.p.)

No art.4º do 2º capítulo da Lei 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012) são apresentadas as APPs em zonas urbanas e rurais. Este artigo busca mostrar a demarcação das paisagens sensíveis à presença antrópica. Apresenta-se uma listagem com os conceitos e parâmetros que limitam as zonas de proteção destas regiões vulneráveis.

A partir da leitura do art.4º do 2º capítulo do novo Código Florestal, é possível as zonas de APPs em 4 grupos de proteção. As duas primeiras regiões

demarcadas estão relacionadas à proteção dos cursos hídricos e seu entorno. Estas são as APPs de nascentes e suas áreas de contribuição e as APPs em torno da faixa marginal ao longo dos cursos d'água. As outras duas estão ligadas à preservação de morros, montes, serras e montanhas. A proteção destas regiões é feita a partir das APPs de encostas com declividades superiores a 45° e pela APP do terço superior dos morros. Antes, conforme a antiga resolução CONAMA nº303 de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2002), havia uma contribuição das APPs ao longo das linhas de cumeada.

Dada a grande importância das APPs, o seu histórico não pode ser descartado. Isso porque, as modificações de parâmetros legais têm potencial para causar impactos positivos ou negativos ao ambiente, visto que as demarcações de área protegida podem sofrer alterações benéficas quando sua área é ampliada ou maléfica quando há uma redução de sua zona.

### **2.1.1 Breve histórico da mudança de parâmetros**

Em 1934, com intuito de proteger as florestas brasileiras, durante o governo de Getúlio Vargas, foi estabelecido o primeiro Código Florestal por meio do Decreto Federal nº 23.793 de 23 de janeiro de 1934 (BRASIL,1934). Neste ficou estabelecido no art. 3º do capítulo II a classificação de florestas como protetoras; remanescentes; modelo; rendimento, e suas demais classificações descritas nos artigos sucessores, entre eles, art. 4, art. 5, art. 6 e art. 7. O primeiro Código Florestal também continha capítulos referentes à exploração de florestas e classificações para Polícia Florestal, Infrações Florestais, Processos das Infrações, Fundo Florestal, Conselho Florestal e Disposições Gerais. Segundo Azevedo (2013, p. 67), as florestas e as demais formas de vegetação não eram classificadas como área de preservação permanente, mas tratadas apenas sob ótica patrimonial.

Devido a necessidade de criação de um Código Florestal criado na era Vargas, foi promulgada a Lei Federal nº 4.771 de 15 de setembro de 1965 (BRASIL,1965). Esta lei contribuiu para definição do conceito de área de preservação permanente e reserva legal. Seu objetivo foi preservar as diversas formas de vegetação natural situadas sobre os relevos brasileiros. Entretanto, esta lei não estabeleceu os conceitos que definiam as feições naturais da paisagem e suas demarcações.

Em 1985, com proveito da Resolução Conama nº4 de 18 de setembro de 1985 (BRASIL,1985), estabeleceu-se conceitos relacionados às APPs como a definição do que se entende por cume ou topo, morro ou monte, montanha, serra, de base de morro, montanha, depressão e linha de cumeada. Ramos (2018), por sua vez, acrescenta que cerca de 20 anos mais tarde, em 2002, a Resolução CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2002) acrescentou alterações correspondentes às delimitações e aos conceitos estabelecidos pela resolução CONAMA 04. Ficou regulamentada em 2002 (até 2012) que as áreas de proteção permanente de topo de morro deveriam estar protegidas. Essas APPs seriam demarcadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base e nestas não poderia haver nenhuma ocupação. A delimitação deste tipo de APP recebia mais um reforço. Esta era somada à preservação permanente das linhas de cumeada. Conceitualmente, tal delimitação desta era executada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura (em relação à base), do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros.

Neste trabalho de pesquisa apenas será analisada a APP do terço superior do morro. O antigo Código Florestal estabelecia que as regiões de APP de topo de morro deveriam ser demarcadas com inclinação mínima de  $17^\circ$  para linha de maior declividade, considerando que o terço superior da elevação deve permanecer preservado. Além disso, estabelece que sua altura deve estar entre 50 e 300 metros em relação a sua base (Figura 1A). Já para a classificação de montanha adota-se altura mínima de 300 metros em relação à sua base (Figura 1B).

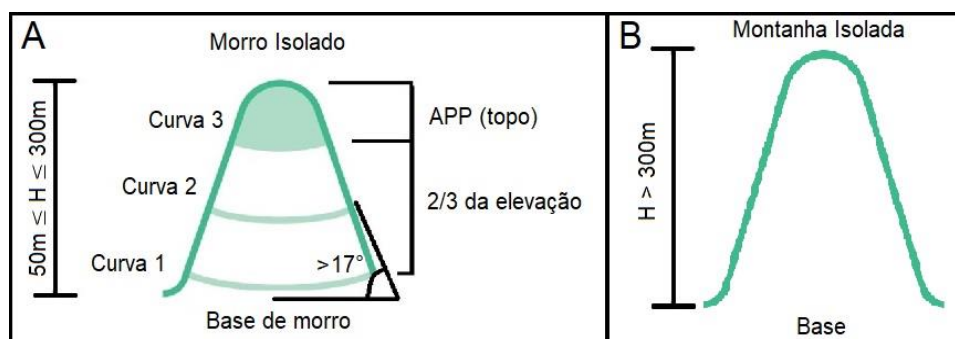


Figura 1: Lei Federal 4.771/1965. (A) Delimitação do Topo do Morro, (B) Montanha.

Fonte: Adaptado de INEA (2015)

O Quadro 1, é uma compilação destes conceitos de área de preservação permanente. Neste é possível notar que as áreas de preservação permanente eram

incluídas como reserva legal Resolução Conama n° 04 de 18 de setembro de 1985 (BRASIL,1985). Já na resolução CONAMA n° 303 de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2002) tratam-se as mesmas paisagens somente como APP.

Quadro 1: Proteção de áreas montanhosas

CONAMA 4/1985 – Referente a proteção de áreas montanhosas			
Artigo	Classificação	Item	Descrição
Art. 3°	Reservas ecológicas	IV	Nas linhas de cumeadas, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terço) da altura, em relação à base, do pico mais baixo da cumeadada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeadada equivalente a 1000 (mil) metros;
Art. 4°	----	----	Nas montanhas ou serras, quando ocorrem 2 (dois) ou mais morros cujos cumes estejam separados entre si por distâncias inferiores a 500 (quinhentos) metros, a área total protegida pela Reserva Ecológica abrangerá o conjunto de morros em tal situação e será delimitada a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terço) da altura, em relação à base de morro baixo do conjunto.
CONAMA 303/2002 – referente a proteção de áreas montanhosas			
Artigo	Classificação	Item	Descrição
Art. 3°	Constitui Área de Preservação Permanente a área situada	V	no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação a base;
Art. 3°	Constitui Área de Preservação Permanente a área situada	VI	nas linhas de cumeadada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação à base, do pico mais baixo da cumeadada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeadada equivalente a mil metros

Fonte: Adaptado de Resolução Conama 04/1985, Resolução Conama 303/2002

Em 2012, por meio da Lei Federal 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), foram decretados novos parâmetros para delimitar as regiões de proteção permanente. No caso da delimitação da APP no topo de morro, ficou estabelecido no artigo 4° desta lei, a altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação (Figura 2 A), e o limite mínimo de 100 metros de altura em relação ao ponto de sela mais próximo, para delimitação de montanha (Figura 2 B).

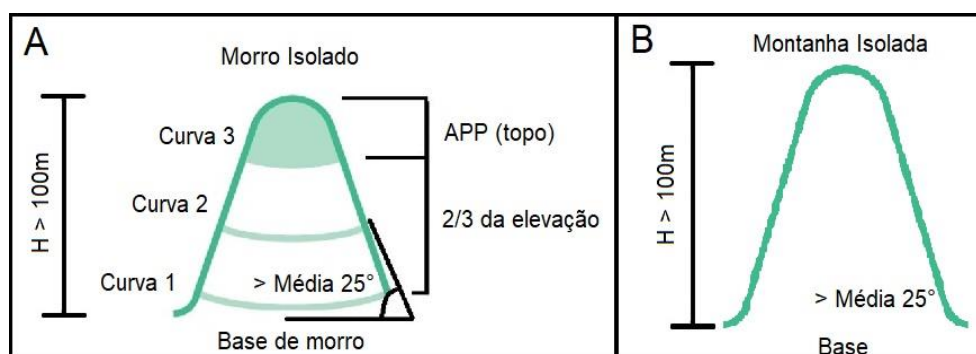


Figura 2: Lei Federal 12.651/2012. (A) Delimitação do Topo do Morro, (B) Montanha.

Fonte: Adaptado de INEA (2015)

Para melhor interpretação dos conceitos tratados sobre ponto de sela, a figura 3 mostra essa forma de relevo. O ponto de sela fica compreendido entre duas cristas ou topos conforme estabelecidos pelo atual código florestal. Nesta figura está presente a linha de cumeada, antes mencionada, e sua extensão de 1000 metros de comprimento, formada pelos pontos mais altos de um conjunto de montanhas, antes estabelecido de acordo com o antigo código florestal.

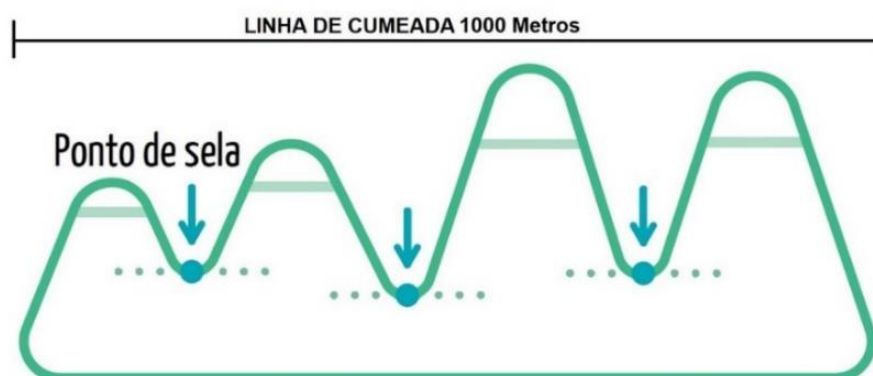


Figura 3: Ponto de sela e representação Linha de Cumeada de 1000 metros Lei Federal 4.771/1965

Fonte: Adaptado de INEA (2015)

Destaca-se, porém que há um grande problema identificado quanto à leitura dos conceitos destinados à APP de topo de morro referente à múltipla forma de interpretação que o antigo Código Florestal e o atual Código Florestal. A resolução CONAMA n° 303 de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2002) considera a base de morro como “cota da depressão mais baixa ao redor”, configurando-se numa dupla interpretação que pode modificar a forma de demarcação da região protegida. Para Ramos (2018, p.28), a ocorrência de morro ou montanha é reduzida pois esta pode ser considerada como ponto de sela. Isso porque a amplitude medida do topo do morro em relação à sua base pode ser menor quando considerado o ponto de sela e não a base de um plano horizontal como mencionado pelo próprio CONAMA n°

303 de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2002) “plano horizontal definido por planície ou superfície de lençol d’água adjacente (...)”.

A figura 4 mostra uma situação hipotética em que pode ser obtido um valor abaixo da altura mínima estabelecida pela norma pode mudar a ocorrência de morro. Esta é uma circunstância em que um morro está compreendido entre uma planície e um ponto de sela. É notório que a amplitude é calculada pela diferença entre o valor máximo (topo de morro) menos o valor mínimo (a sua base) e, quanto mais elevada sua base, menor a sua amplitude. Logo, o valor estabelecido para altura mínima de 50 metros pode não ocorrer. A exemplo disso, esta imagem mostra que o topo de morro D possui alturas diferentes, podendo considerar somente como base do morro a Base 1 (depressão mais baixa ao seu redor) e não a Base 2 (plano horizontal definido por planície), que poderia ser outro ponto base. Esta situação impõe uma dúvida quanto ao ponto que se deve considerar para executar a demarcação da APP. Se o valor encontrado para amplitude da base 1 ao ponto D for inferior à 50 metros o topo seria desconsiderado.

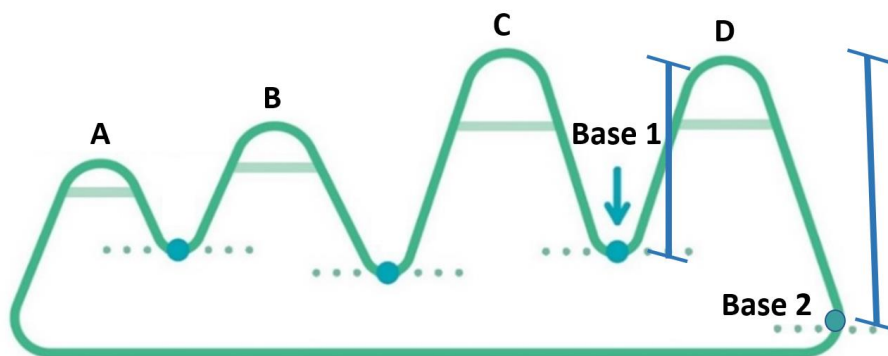


Figura 4: Morro com diferentes bases  
Fonte: Adaptado de INEA (2015)

A resolução CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2002) apresenta outra dúvida conceitual quando se cita a inclinação com relação à “linha de maior declividade”. Para Ramos (2018, p. 28) isso também pode evidenciar num problema de ocorrência de morro e montanha, pois levanta-se a questão de utilizar-se somente parte da encosta e não toda encosta do topo do morro à base. Na figura 5, retirada da apostila do Cadastro Ambiental Rural (CAR, 2015, p. 21) referente às áreas de uso restrito, é possível ver um caso com declividades diferentes para uma mesma formação geológica.

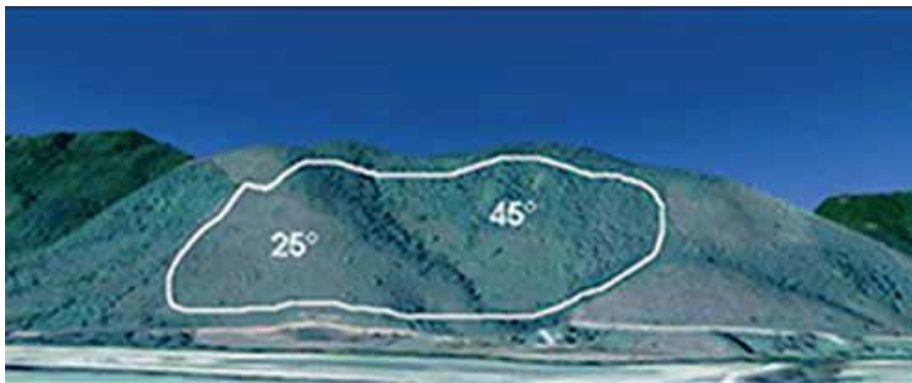


Figura 5 :Formação montanhosa com declividades diferentes

Fonte: INEA (2015, p. 21)

Com a promulgação da atualização do Código Florestal adota-se a base do morro ou montanha como “pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação”, e retira o termo que causava dúvidas. Entretanto, quando localizado em relevos ondulados, um morro pode possuir duas bases diferentes quando ele está compreendido entre outros dois morros. Neste caso resulta-se em 2 pontos de sela com alturas diferentes até o topo do morro em questão. Como a norma exige que se deve adotar o ponto de sela com distância mais próxima do topo, o intervalo identificado pode se configurar em menor amplitude, visto que se encontra em altura mais elevada, reduzindo a ocorrência da APP. Na figura 6, está apresentada esta situação em que para obtenção do topo de morro B utiliza-se o ponto de sela 1 por estar mais próximo do hipotético topo.

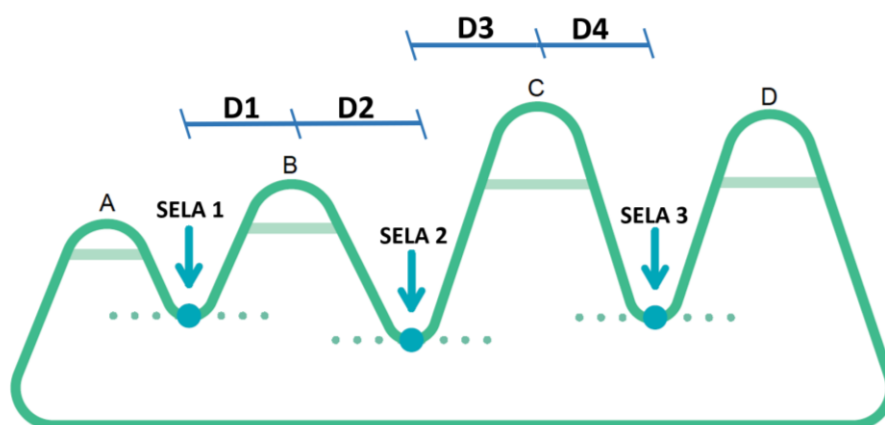


Figura 6: Identificação de diferentes bases para o morro

Fonte: Adaptado de INEA (2015)

Outra questão que a lei 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012) faz levantar-se é com relação ao emprego de declividades superiores à  $25^\circ$  e alturas maiores que 100 metros. Isso porque a mudança dos valores para essas variáveis pode implicar na redução da identificação de alguns topos de morro. Além disso, a

demarcação proposta para linha de cumeada, que ampliava a região protegida, não é mencionada em nenhuma parte desta nova lei de proteção de vegetação nativa.

O quadro 2 apresenta a conceituação das formas de relevos ao longo do tempo em que a APP de topo de morro passou a ser demarcada conforme a Resolução Conama nº 04 de 18 de setembro de 1985 (BRASIL, 1985), a Resolução Conama 303 de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2002) e a Lei Federal 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012).



Quadro 2: Edições nos parâmetros topográficos

Forma de Relevo	Legislação		
	Resolução Conama 4/1985	Resolução Conama 303/2002	Lei Federal 12.651/2012
<b>TOPO</b>	parte mais alta de morro, monte, montanha ou serra	-	-
<b>MORRO OU MONTE</b>	elevação do terreno com cota do topo em relação à base entre 50 a 300 m e encostas com declividade superior a 30 % (aproximadamente 17°) na linha de maior declividade; o termo "monte" se aplica de ordinário à elevação isolada na paisagem	elevação do terreno com cota do topo em relação a base entre 50 e 300 m e encostas com declividade superior a 30 % (aproximadamente 17°) na linha de maior declividade;	altura mínima de 100 m e inclinação média maior que 25° as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo está definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;
<b>SERRA</b>	vocabulo usado de maneira ampla para terrenos acidentados com fortes desníveis, frequentemente aplicados a escarpas assimétricas possuindo uma vertente abrupta e outra menos inclinada;	-	altura mínima de 100 m e inclinação média maior que 25°
<b>MONTANHA</b>	grande elevação do terreno, com cota em relação à base superior a 300 m e frequentemente formada por agrupamentos de morros	elevação do terreno com cota em relação à base superior a 300 m	altura mínima de 100 m e inclinação média maior que 25°
<b>BASE DE MORRO, MONTE OU MONTANHA</b>	plano horizontal definido por planície ou superfície de lençol d'água adjacente ou nos relevos ondulados, pela cota da depressão mais baixa ao seu redor	plano horizontal definido por planície ou superfície de lençol d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota da depressão mais baixa ao seu redor	definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação
<b>DEPRESSÃO</b>	forma de relevo que se apresenta em posição altimétrica mais baixa do que porções contíguas;	-	-
<b>LINHA DE CUMEADA</b>	interseção dos planos das vertentes, definindo uma linha simples ou ramificada, determinada pelos pontos mais altos a partir dos quais divergem os declives das vertentes; também conhecida como "crista", "linha de crista" ou "cumeada";	linha que une os pontos mais altos de uma sequência de morros ou de montanhas, constituindo-se no divisor de águas	-

Fonte: Adaptado de Resolução Conama 4/1985, Resolução Conama 303/2002, Lei Federal 12.651/2012

### 2.1.2

#### A flexibilização do código florestal

Em conformidade com o breve histórico sobre as alterações dos parâmetros e conceitos das áreas de preservação permanente, este subitem apresenta algumas passagens importantes na história da legislação ambiental brasileira. O processo que permitiu a flexibilização do antigo Código Florestal foi marcado por diversos conflitos políticos. O contexto apresentado a seguir é baseado em um trecho do livro “*Uma breve história da legislação florestal brasileira*” de Rajão *et al.*, (2021) e onde é relatado como tal processo ocorreu.

A flexibilização do Código Florestal é marcada no período de 2008 a 2012, onde estão presentes disputas e tensões políticas entre o setor do agronegócio e os representantes das pastas de meio ambiente, que se intensificaram em função dos interesses da classe de produtores que priorizavam a expansão da fronteira agropecuária descartando a necessidade da proteção ambiental (AZEVEDO, 2009). Para Rajão *et al.*, (2021, p. 39), o estopim do conflito ocorreu quando o INPE detectou, no final de 2007, usando o Sistema de Monitoramento em Tempo Real (Deter), uma forte tendência de aumento do desmatamento, contrários aos resultados positivos obtidos a partir de 2004. Em função disso, ficou estabelecido por meio do Decreto no 6.321, de 21 de dezembro de 2007 (BRASIL, 2007), o veto da concessão de crédito bancário aos produtores nos municípios com os maiores índices de desmatamento. Ainda para estes autores, tal suspensão gerou revolta e mobilização dos grandes produtores de terras, em sua maioria sojicultores, que buscaram alianças políticas na tentativa de deslegitimar os dados computados referentes aos desmatamentos e desconstruir as políticas ambientais, revertendo as ações impostas pelo decreto. Com intuito de flexibilizar os feitos do Decreto nº 6.321, de 21 de dezembro de 2007 (BRASIL, 2007), o setor agropecuário argumentou que deveria haver sua suspensão através de um programa de “regularização ambiental” que viabilizasse a saída dos produtores da ilegalidade.

No ano de 2008 o ‘Programa Mato Grosso Legal’ (MATO GROSSO, 2008), por exemplo, buscou um processo de regularização ambiental por meio de um Cadastro Ambiental Rural (CAR), terminando num acordo de suspensão das multas ambientais, alcançando os requisitos previstos no Decreto nº 6.321, de 21 de dezembro de 2007 (BRASIL, 2007). Esta medida serviu para retirada de municípios

da lista de proibição a concessão de créditos agropecuário. Posteriormente, a Lei Complementar do Mato Grosso (MATO GROSSO, 2010) foi alterada para manter os benefícios do programa retirando a necessidade de recuperação ou compensação da área de Reserva Legal (RAJÃO *et al.*, 2021, p. 40).

No decorrer do tempo novas tensões apareceram. Seguindo o contexto apresentado pelos autores citados anteriormente, afirmam-se que ocorreram licenciamentos de obras como da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, adverso ao meio ambiente e, ao mesmo tempo, certa redução do desmatamento ao mínimo histórico em 2012, a partir da aprovação da Política Nacional sobre Mudança do Clima em 2009<sup>2</sup>. Em 10 dezembro de 2009, o governo publicou o Decreto no 7.029 (BRASIL, 2009), ‘Programa Mais Ambiente’, inspirado no Programa Mato Grosso Legal, suspendendo a cobrança das multas e o efeito dos embargos para os produtores inscritos no CAR (RAJÃO *et al.*, 2021, p. 40).

Como resultado, frente à estas tensões e alianças políticas crescentes, foi aprovada, em 2012, a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012) conhecida como Novo Código Florestal. Esta lei é composta por diferentes projetos de leis que buscavam reduzir as exigências ambientais legais em função de argumentos como a dificuldade de implementação e fiscalização do antigo Código Florestal que, conforme relatado, apresentava discrepâncias entre a legislação e a realidade. A aprovação do novo Código Florestal veio com advento de uma comissão especial para análise das propostas de alteração. (PAULINO, 2012; SAUER e FRANÇA, 2012)

Para Rajão *et al.* (2021, p. 42), é possível destacar 3 grandes alterações negativas significativas executadas durante a aprovação da nova legislação ambiental brasileira. A primeira é a não obrigação de Reserva Legal de pequenos imóveis que baseado nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) relativos ao Censo Agropecuário 2017 que, de acordo com os autores, representam mais de 77% dos imóveis rurais chegando a ocupar cerca de 440 hectares na Amazonia. A segunda apresentada foi a redução das APPs em torno de cursos d’água, quando estabelecido como linha de base o leito mínimo e redução da margem de 30 para 15 metros para rios de até 5 metros de largura. A última,

---

<sup>2</sup> A partir de meta ambiciosa de redução de emissões de gases de efeito estufa definidas pelo Acordo de Paris em 2015.

segundo citado é a área total das APPs somadas à Reserva Legal, retroagindo a legislação.

Segundo Rajão *et al.* (2021, p. 42), além das mudanças descritas, destaca-se o significado atribuído à “Área Rural Consolidada” cuja definição remete-se às “áreas de imóvel rural com ocupação antrópica consolidada até 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias e atividades agrossilvipastoris” (Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, (BRASIL, 2012), art. 33, inciso IV). Na prática, tal conceito implica que qualquer ocorrência de desmatamento antes dessa data, mesmo tendo ocorrido ilicitamente diante da legislação vigente na época, não seria sujeita às medidas punitivas, desde que o déficit de área protegida fosse recuperado pelo proprietário.

Com intuito de adequar os proprietários de terra ao CAR, estabeleceu-se que deveria ocorrer um Programa de Regularização Ambiental (PRA). Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2016), o PRA é um recurso legal composto por um conjunto de ações a serem desenvolvidas pelos proprietários e posseiros rurais com o objetivo de promover a regularização ambiental de suas propriedades ou posses. Ao se inscrever neste programa, os donos destes imóveis devem cumprir o compromisso de manter, recuperar ou recompor as áreas degradadas ou áreas alteradas em Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de Uso Restrito do imóvel rural, ou ainda de compensar Áreas de Reserva Legal. Sendo assim, o PRA é um recurso que reduz os efeitos antrópicos em áreas nativas. Ademais, o relatório propunha que as exigências mínimas de recuperação ambiental para a regularização do imóvel poderiam ser definidas pelos Estados e que a isenção de Reserva Legal para imóveis com até 4 módulos fiscais <sup>3</sup>seria convertida para a isenção de regularização do déficit de Reserva Legal para desmatamentos anteriores a 2008.

---

<sup>3</sup> De acordo com a lei nº 6.746, de 10 de dezembro de 1979, o conceito de Módulo Fiscal varia de acordo com cada município. Além disso, determinado pelos seguintes fatores: a) Tipo de exploração (hortifrutigranjeira, cultura permanente, cultura temporária, pecuária ou florestal); b) a renda obtida no tipo de exploração predominante; c) outras explorações existentes no Município que, embora não predominantes, sejam expressivas em função da renda ou da área utilizada; d) o conceito de “propriedade familiar”. Além disso, o valor do módulo fiscal pode variar de 5 à 110 hectares. (BRASIL, 1979)

Ainda segundo os autores foi aprovado em relatório:

(...) redução da necessidade de Reserva Legal em áreas já desmatadas até 50% para imóveis localizados nos municípios da Amazônia com mais da metade de sua área protegida por unidades de conservação de domínio público regularizadas e para terras indígenas demarcadas. (RAJÃO et al. 2021. p 43)

Além dessas medidas, concedeu-se a emissão da Cota de Reserva Ambiental (CRA) de pequenos imóveis e foi atribuída uma premiação para os produtores que respeitam a lei. Entretanto, foi decretada esta cota para áreas de Reserva Legal acima de 50% de imóveis localizados na Amazônia Legal. Segundo Rajão *et al.* (2021. p 44), “a proposta reduz a integridade ambiental das cotas, já que a falta de Reserva Legal em um imóvel poderá ser compensada com uma CRA emitida em uma área de Reserva Legal de outro imóvel já protegida por lei.”

Ganha grande destaque o comentário realizado a respeito das medidas tomadas de que propiciavam:

a anistia do desmatamento em Reserva Legal dos pequenos imóveis gerou uma perda de 17 milhões de hectares (Mha), sendo que os imóveis de qualquer tamanho beneficiados pela redução de Reserva Legal em municípios com mais de 50% de unidades de conservação e terras indígenas reduziram a exigência de recuperação em mais 1 Mha. A exigência de restauração de APPs ripárias também foi afetada substancialmente, com uma redução de 4 Mha por causa da possibilidade de somar áreas de APPs no cálculo da Reserva Legal e de 8 Mha em consequência da regra da escadinha. Desse modo, a área total a ser restaurada foi reduzida com o novo Código Florestal em 58%, caindo de 50 para 21 Mha. (SOARES-FILHO et al. 2014 apud RAJÃO *et al.*, 2021, p.46)

As modificações do Código Florestal podem propiciar aumento do desmatamento visto que ocorreu:

a redução da Reserva Legal de 80 para 50% nos estados com mais de 65% de áreas protegidas, os estados de Amazonas, Roraima e Amapá poderiam permitir um desmatamento adicional de uma área entre 6,5 e 15 Mha, antes protegida pela Reserva Legal. (FREITAS et al. 2018 apud RAJÃO *et al.*, 2021, p.46)

Segundo o autor do livro, “*Uma breve história da Legislação Florestal Brasileira*”, o princípio da vedação de retrocesso ambiental foi ferido. Segundo uma nota tal princípio resume-se a:

(...) a aquele segundo o qual uma medida jurídica não pode reduzir o nível de proteção socioambiental conferido por norma anterior, de modo a comprometer o direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações, assim, ele decorre do sistema jurídico constitucional.” (RAJÃO, *et al.* 2021. p. 45)

Ainda para Rajão *et al.* (2021), em contrapartida a estas alterações, foram realizados alguns ajustes a favor do meio ambiente. Um destes é a utilização do CAR para todo Brasil para fins de regularização ambiental. O CAR ajuda a regularização dos produtores rurais, isso é um ponto positivo para o meio ambiente pois facilita na identificação dos proprietários de terra, na fiscalização e para a aplicação de multas ligadas aos danos ambientais causados por eles pelo fato do CAR ter sido criado pelo:

(...) Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente – SINIMA, registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento. (BRASIL, 2012, p.15)

Somando-se ao conturbado contexto da história da legislação ambiental brasileira, vale a pena ressaltar que durante o relatório para definição do novo Código Florestal, Ab'Saber (2010, p. 332), destaca que se argumentavam uma possível faixa marginal de proteção de sete metros e meio. Isso, segundo o autor, se desencadeava para uma triste decisão no ponto de vista de preservação do meio ambiente, desta forma, foi dado o seguinte exemplo:

Imagine-se que para o Rio Amazonas, a exigência protetora fosse apenas sete metros, enquanto para a grande maioria dos ribeirões e córregos também fosse aplicada a mesma exigência. Trata-se de desconhecimento entristecedor sobre a ordem de grandeza das redes hidrográficas do território intertropical brasileiro. (AB’SÁBER, 2010, p. 332)

O quadro 3 apresenta alguns conceitos apresentados no decorrer do contexto de flexibilização do antigo Código Florestal brasileiro, presentes no novo Código Florestal. Apesar da explicação do CAR e PRA já ter sido realizada anteriormente, estão presentes assim os conceitos de Reserva Legal, Área Rural Consolidada e o CRA.

Quadro 3: Novos conceitos ambientais

NOMECLATURAS - CÓDIGO FLORESTAL			
Conceitos	Legislação	Artigo	Descrição
Reserva Legal	Lei nº 12.651	Art. 3º	I - área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa;
CAR		Art. 3º	IV - área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio
Área rural consolidada		Art. 3º	III - área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio;
CRA		Art. 44.	" (...) título nominativo representativo de área com vegetação nativa, existente ou em processo de recuperação (...)"
PRA		Art. 59.	Tem objetivo de adequar as posses e propriedades rurais aos termos legais. Para isso, há obrigatoriedade da inscrição do imóvel rural no CAR para entrada no PRA

Fonte: Adaptado de Lei nº 12.651 (Brasil, 2012)

O quadro 4 abaixo esclarece o significado do conceito de área urbana citado durante a dissertação e atualizado conforme a Lei nº 13.465 de 11 de julho de 2017.

Quadro 4: Área urbana consolidada

NOMECLATURAS - CÓDIGO FLORESTAL			
Conceitos	Legislação	Artigo	Descrição
Área urbana consolidada	Lei nº 13.465	Art. 16º - C	I - Incluída no perímetro urbano ou em zona urbana pelo plano diretor ou por lei municipal específica; II - Com sistema viário implantado e vias de circulação pavimentadas; III - Organizada em quadras e lotes predominantemente edificados; IV - De uso predominantemente urbano, caracterizado pela existência de edificações residenciais, comerciais, industriais, institucionais, mistas ou voltadas à prestação de serviços; V - Com a presença de, no mínimo, três dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados: a) drenagem de águas pluviais; b) esgotamento sanitário; c) abastecimento de água potável; d) distribuição de energia elétrica; e e) limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos.

Fonte: Adaptado de Lei nº 13.465 (Brasil, 2017)

### 2.1.3 Novos artifícios legais do novo código florestal

Em continuidade ao contexto anterior são apresentadas as leis atuais vigentes e complementares ao novo Código Florestal até 2022. Na Figura 7 estão

dispostas, numa linha do tempo, estas legislações, conforme apresentado pelo Observatório do Código Florestal.

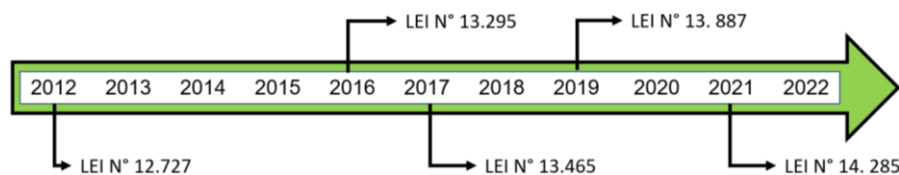


Figura 7: Leis complementares à legislação ambiental brasileira

Fonte: Adaptado de Observatório do Código Florestal

No quadro 5 estão descritas cada uma das leis apresentadas na figura 8. Destaca-se a lei 13.887 de 17 de outubro de 2019 (BRASIL, 2019) por definir que o processo de inscrição no CAR se estabelecesse até 31 de dezembro de 2020. O CAR é o único meio para adesão ao PRA e o processo de inscrição perdurou por cerca de 7 anos após se tornar obrigatório a todo Brasil.

Quadro 5: Legislações pós- 2012

LEGISLAÇÕES PÓS-2012		
Legislação	Ano	Descrição
LEI Nº 12.727	2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabeleceu a Regra da "escadinha".</li> <li>• Proteção de áreas úmidas.</li> <li>• Uso sustentável de apicuns e salgados.</li> <li>• Crédito Agrícola ao CAR</li> </ul>
LEI Nº 13.295	2016	Instituições financeiras podem conceder crédito agrícola somente aos inscritos ao CAR.
LEI Nº 13.465	2017	Estabeleceu regras para cados de Regularização Fundiária Urbana e de núcleos urbanos informais que estão em APPs, pela regularização fundiária urbana.
LEI Nº 13.887	2019	Excluiu prazo de inscrição no CAR e adesão ao PRA
LEI Nº 14.285	2021	Municipalizou as regras de APPs urbanas

Fonte: Adaptado de Observatório do Código Florestal

Em complemento à estas leis, para se acabar com as diferentes formas de interpretação, alguns órgãos estaduais elaboram suas próprias normas com metodologias específicas a serem seguidas na delimitação de APP de topo de morros, montes, montanhas e serras.



Para monitoramento do meio ambiente instituiu-se, no Estado do Rio de Janeiro, a resolução INEA nº143 de 14 de junho de 2017 (Rio de Janeiro, 2017) que funda o sistema estadual de monitoramento e avaliação da restauração florestal (SEMAR), estabelecendo as orientações, diretrizes e critérios sobre elaboração, execução e monitoramento de projetos de restauração florestal estadual.

No estado do Rio de Janeiro, a resolução INEA nº 93 de 24 de outubro de 2014 (Rio de Janeiro, 2014), estabelece a metodologia para delimitação de área de preservação permanente de topo de morro. Esta se baseia no artigo 4º da Lei 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), que define os parâmetros para delimitação de áreas de preservação permanente (APPs) de topo de morro.

Segundo consta na resolução INEA nº 93 de 24 de outubro de 2014 (RIO DE JANEIRO, 2014), considera-se que há dificuldades de demarcações com base em dados de campo. Para mais, há grande necessidade de se estabelecer uma metodologia única para a delimitação deste tipo de APP visando garantir o princípio da segurança jurídica. Junto disso estabelece-se que a metodologia deve ser munida de procedimentos automatizados, a fim de evitar sua subjetividade. Para obter mapeamentos em escalas iguais, deve ser estabelecida a Base Cartográfica IBGE/SEA na escala 1:25.000 utilizada no Estado do Rio de Janeiro, a qual possui maior detalhamento e devem ser levadas em consideração as especificidades ambientais próprias destes estados, de acordo com os princípios expostos no art. 225 da Constituição Federal e as funções ambientais das Áreas de Preservação Permanente, explicitadas no inciso II, art. 3º, da Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012) considerando o que consta no Processo Administrativo nº E-07/512771/2012.

Outro fator importante para a discussão da legislação, de relevância para, na delimitação das APPs de topo de morro, no Estado do Rio de Janeiro, é a conceituação descrita na resolução INEA nº93 de 24 de outubro de 2014 (Rio de Janeiro, 2014).

O quadro 6 apresenta as formas de relevos e suas respectivas descrições para a fim de estabelecer uma interpretação única das feições que compõe as estas áreas de preservação permanente em topo de morros, montes, montanhas e serras.

Quadro 6: Conceitos de formas de relevo conforme o INEA

CONCEITOS ESTABELECIDOS	
FORMA DE RELEVO	DESCRIÇÃO
<b>Base de morro</b>	altitude do ponto a partir do qual a erosão das águas correntes não pode trabalhar. Este nível de base local irá sempre coincidir com uma planície ou com um espelho d'água (mar, laguna ou confluência de rios, sejam estes perenes, intermitentes ou efêmeros);
<b>Área de escoamento superficial da feição (AESF):</b>	toda a superfície de escoamento das águas superficiais, do topo até a base. Cada AESF corresponde a delimitação de um morro a partir da metodologia exposta no artigo 5º desta resolução;
<b>Inclinação média</b>	inclinação calculada a partir de um modelo digital de elevação, onde a soma do valor de todas as células de um raster de declividade é dividida pelo número total de células;
<b>Depressões</b>	os morros, no modelo digital de elevação invertido, se tornam depressões, o que possibilita a delimitação dos mesmos a partir das ferramentas de delimitação de bacias de drenagem, disponíveis nos softwares de sistemas de informações geográficas.

Fonte: Adaptado de Resolução INEA N°93 de outubro de 2014

## 2.2 A IMPORTÂNCIA DOS TOPOS DE MORROS

A importância da proteção de áreas de preservação permanente justifica-se pela fragilidade dos ecossistemas que compõem o território brasileiro. A proteção das paisagens inseridas nas zonas de preservação e dos corpos hídricos ao seu redor são base para manter o funcionamento do ciclo hidrológico. O meio ambiente é dinâmico e os ciclos biogeoquímicos dependem de um equilíbrio que só permanecerá por meio das delimitações legais e fiscalização.

Em todos os ciclos considerados, observa-se que a atividade humana pode levar a transformações significativas nas taxas de fluxo e no balanço dos elementos entre os estoques. É sintomático que a maioria das mudanças provocadas pelo homem aja de maneira mais deletéria precisamente nos estoques e nos fluxos que mais interessariam ao homem que fossem mantidos. (ADUAN; VILELA; JÚNIOR, 2004, p. 22)

A figura 8 mostra a dinâmica das águas no ciclo hidrológico e as principais etapas que o compõe, conforme Torres e Machado (2008, p. 51). Estão presentes nesta imagem os principais estágios componentes do ciclo da água. Estes são evaporação, precipitação (chuva), evapotranspiração, infiltração e os escoamentos superficiais, subsuperficiais e subterrâneos.

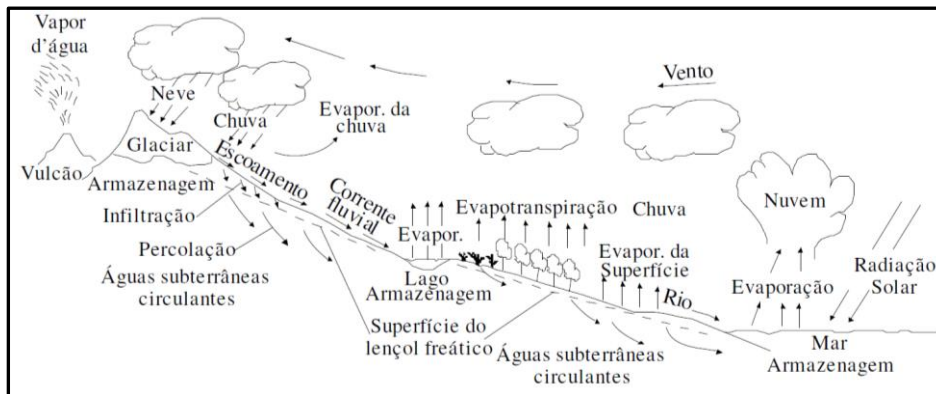


Figura 8: O Ciclo hidrológico  
Fonte: Torres e Machado (2011, p.27)

É de suma importância proteger as áreas de escoamento e as superfícies responsáveis pela infiltração de água pois estas fazem parte do comportamento hídrico na superfície do planeta. Este comportamento deve-se aos divisores topográficos que delimitam as bacias hidrográficas que atuam como:

uma área de captação natural de água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único no exutório. (TUCCI, 2013, p. 40)

O divisor topográfico pode ser nomeado também como linha de cumeada. De acordo com Villela e Mattos (1975, p.09, *apud* MACHADO e TORRES, 2013, P.52) atua como uma “linha de separação que divide as precipitações que caem em bacias vizinhas e que encaminha o escoamento superficial resultante para um ou outro sistema fluvial”. Destaca-se ainda que esta linha envolve a bacia e atravessa o curso hídrico somente no ponto de saída, ou seja, no exutório.

A figura 9 mostra um corte transversal de uma bacia hidrográfica onde é possível notar o papel do topo de morro como divisor de águas direcionando o fluxo de água escoada pela superfície do relevo montanhoso em direção aos rios X, Y e Z. Outro importante papel mostrado nesta figura é o abastecimento do lençol freático situado acima da camada de estrato rochoso ainda inalterado, cuja ação do intemperismo não ocorreu.

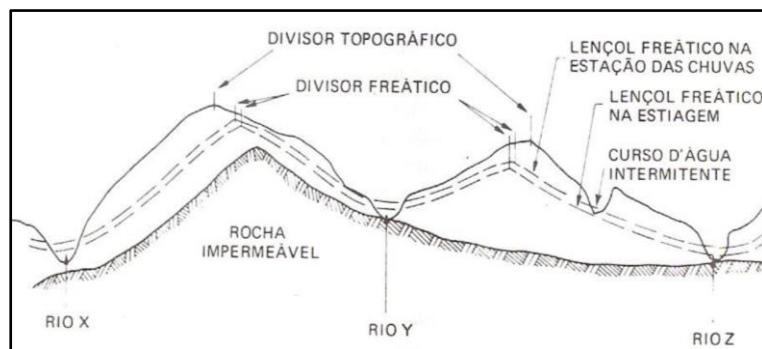


Figura 9: Corte transversal de uma bacia  
Fonte: Villela e Mattos (1975, p.11)

As áreas montanhosas delimitadas pelas APPs de topo de morros são constituídas por vegetação que garantem a manutenção do fluxo d'água, permeabilidade e estruturação do solo para garantia da recarga dos aquíferos. Desta forma, a APP de topo de morro é considerada como um instrumento importante para existência do ciclo hidrológico.

Hidrogeologicamente, em sua expressão mais comum, lençol freático é uma camada saturada de água no subsolo, cujo limite inferior é uma outra camada impermeável, geralmente um substrato rochoso. Em sua dinâmica, usualmente é de formação local, delimitado pelos contornos da bacia hidrográfica, origina-se das águas de chuva que se infiltram através das camadas permeáveis do terreno até encontrar uma camada impermeável ou de permeabilidade muito menor que a superior. Nesse local, fica em equilíbrio com a gravidade, satura os horizontes de solos porosos logo acima, deslocando-se de acordo com a configuração geomorfológica do terreno e a permeabilidade do substrato. (SMA, 2009, P 5)

Conforme consta no “*Cadernos da Mata Ciliar, Preservação e recuperação de nascentes de água e vida*” da Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo (SMA, 2009), as nascentes localizam-se em encostas ou depressões do terreno, ou ainda, no nível de base representado pelo curso d'água local. Elas são classificadas em 3 tipos diferentes conforme o seu fluxo d'água. O primeiro é nomeado de perene onde seu fluxo é contínuo, o segundo é classificado como temporária onde seu fluxo ocorre apenas em estação chuvosa e o último tipo é chamado de efêmera que surgem durante a chuva, permanecendo por apenas alguns dias ou horas.

A importância do topo de morro em relação à proteção do ciclo hidrológico agrega ainda mais destaque pela presença das nascentes. Estas integrantes da paisagem podem ser consideradas frágeis por estarem localizadas em regiões de relevos acidentados com maior quantidade de processos erosivos naturais ou advindos de ações antrópicas próximas a esses corpos d'água. O mesmo estudo da

SMA, recomenda retirar todas e quaisquer habitações, galinheiros, estábulos, pocilgas, depósitos de defensivos ou outra construção que possam contaminar o lençol freático ou poluir diretamente a nascente seja por infiltração das excreções e produtos químicos, seja por carreamento superficial (enxurradas).

Em muitos casos, essas áreas exibem uma vegetação exuberante, porém, em outras situações o que se vê são nascentes expostas a processos erosivos intensos, com consequências danosas aos cursos d'água. Assim, tais áreas merecem atenção especial quanto à preservação, de forma a evitar a geração de passivos ambientais de grande magnitude e de influência regional, conforme se observa junto às nascentes de muitos cursos d'água em diversos estados brasileiros. (GOMES e PEREIRA, 2011, P. 13-14)

Desta forma a preservação destes topos não deve ser deixada de lado, o que induz no resguardo por meio de distanciamento legal preestabelecido evitando a ocorrência de atividades antrópicas em determinadas altura e inclinações. Isso porque a compactação do solo e sua contaminação<sup>4</sup>, por meio de má qualidade de infraestrutura sanitária, ocasionará em danos ao ciclo hidrológico interferindo, por exemplo, no escoamento superficial, erosão do solo e na qualidade da água a jusante, prejudicando a saúde e a segurança de sua própria população e de outras áreas urbanizadas.

Em função do exposto, a resolução CONAMA nº302 de 20 de março (BRASIL, 2002, p.1), destaca que as APPs se fundamentam em “(...) preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora; garantir a proteção do solo e o bem-estar das populações humanas”. Para Gomes e Ferreira (2011), os topos de morros e serras, por sua vez, podem ser inseridos nesse conjunto de áreas frágeis. Isso porque, consideram-se não somente a escarpa ou porção de declividade mais acentuada, mas também sua porção mais alta ou mais plana, ou a faixa de bordadura dessa escarpa.

Na maioria dos parâmetros encontrados na lista apresentada no art.4º do 2º capítulo da lei 12.651, 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), adota-se o afastamento como uma forma de reduzir a degradação da qualidade ambiental<sup>5</sup> da paisagem. No caso das nascentes, é importante lembrar que estão protegidas por um raio de 50 metros qualquer que seja sua situação topográfica.

<sup>4</sup> “Introdução de um agente indesejável em um meio previamente não contaminado” (ACIESP, 1987 apud CETESB, 2023)

<sup>5</sup> “(...) alteração adversa das características do meio ambiente” (BRASIL,1986)

Tendo em vista a relevância da função dos morros e a importância da proteção deles para preservação dos cursos hídricos o presente trabalho aplica o estudo na região de Nova Friburgo por conta da sua localização na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. O desastre ocorrido neste município mostrou o quão importante é preservar estas feições da paisagem e que os limites estabelecidos por lei devem ser cumpridos. No item seguinte apresenta-se brevemente o desastre ocorrido em 2011 e sua paisagem.

### **2.2.1 O desastre no centro de Nova Friburgo**

Levando a discussão de fragilidade ambiental para a região de estudo, município de Nova Friburgo, é importante observar a magnitude dos eventos de escorregamento de massa que gerou o desastre em janeiro de 2011 e a forma como as redes de drenagem estão dispostas sobre o Distrito Sede, conhecido como Centro.

A figura 10 é um mapa construído para mostrar a dimensão do rio Bengala e sua importância. Neste mapa apresenta todos oito distritos de Nova Friburgo sendo que este rio corta o distrito Sede, Conselheiro Paulino e Riograndina. Esta carta foi elaborada por meio do tratamento dos dados secundários de rede de drenagem e distritos de Nova Friburgo, respectivamente, a partir das bases do Serviço Geológico Nacional (CPRM) e da Agência Nacional de Águas (ANA).

A figura 11 apresenta a distribuição da rede de drenagem no centro da cidade em 2022. Esta imagem foi construída destacando o Centro de nova Friburgo, córrego D'Antas e Duas Pedras. Ela reforça a importância da preservação dos morros para formação dos cursos hídricos e identifica-se a cidade conectada à malha de drenagem e o risco vinculado à proximidade com moradias. Este risco atribui-se tanto à contaminação dos cursos hídricos quanto aos períodos de cheias dos mesmos, quando são causados danos socioeconômicos às populações que habitam em suas proximidades.

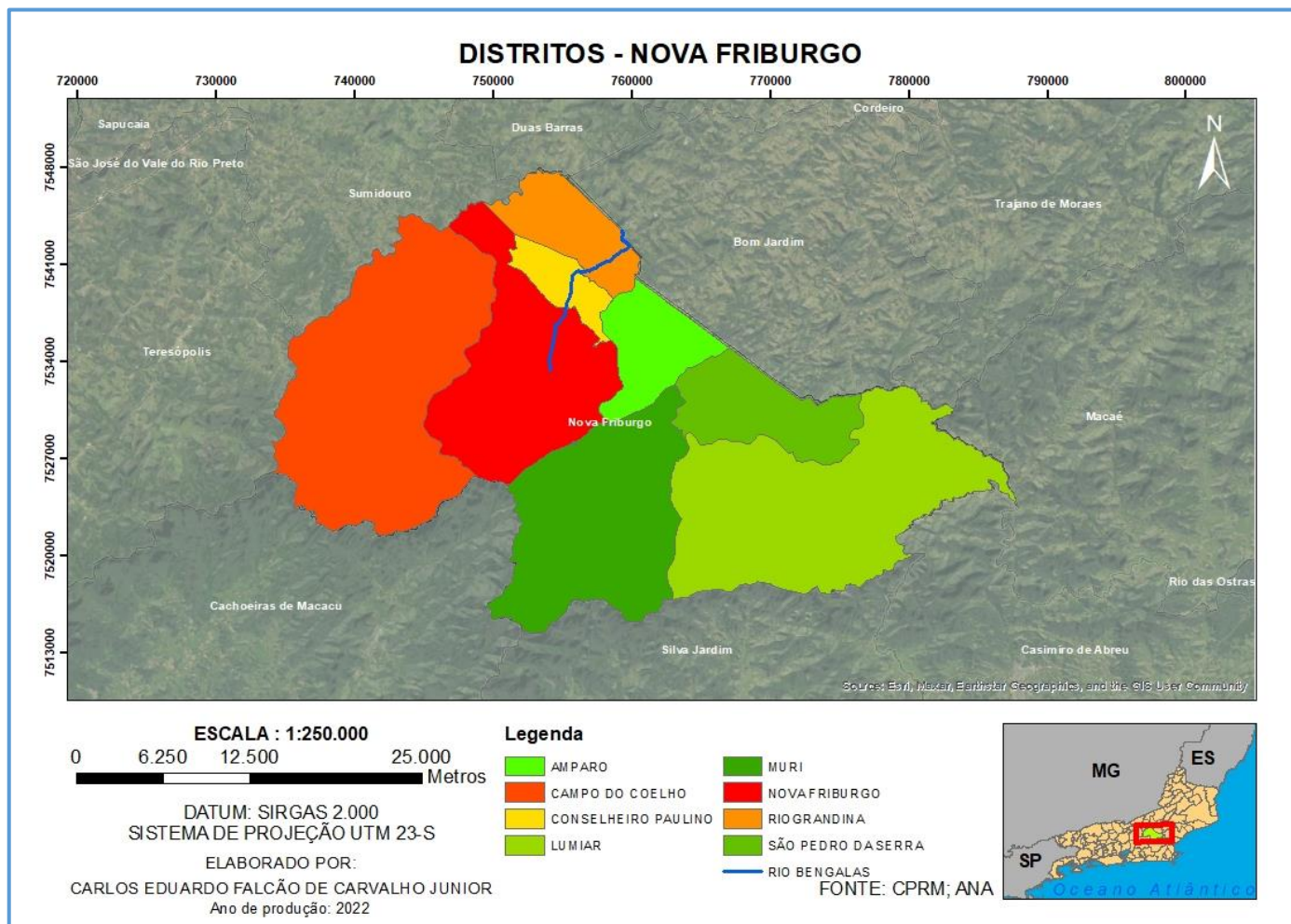


Figura 10: Distritos de Nova Friburgo e rio Bengalas  
Fonte: Elaboração própria



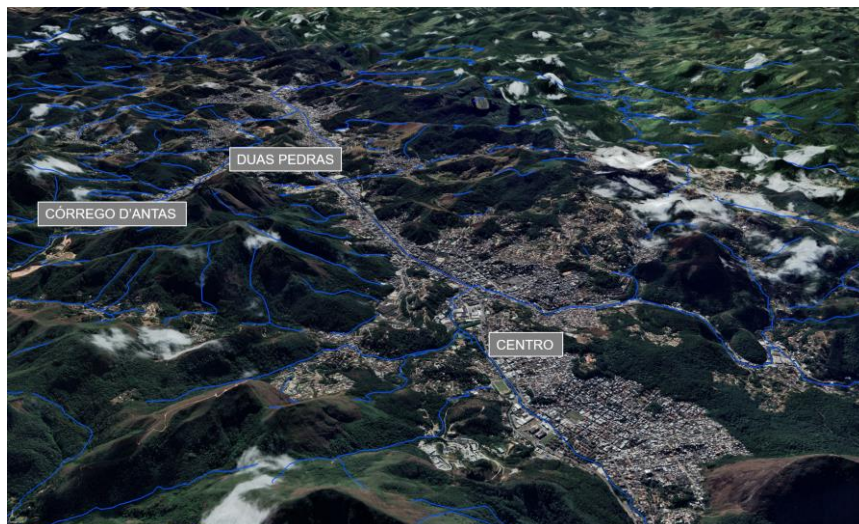


Figura 11: Rede de drenagem do vale do rio Bengalas, 2022.

Fonte: Autoria própria.

De acordo com a CPRM (2020, p. 57), a figura 12 mostra um canal retificado no rio Bengalas com marcas de erosão em suas margens, possivelmente pela retirada da mata ciliar cuja função é a interceptação da água precipitada, sem sua presença ocorre erosão do solo. Somado a isso, ocorre efeitos da inundação dos períodos de cheia do rio.

Na figura 12, no sentido de referência do leitor ao lado esquerdo da imagem, à jusante do rio, a poucos metros há uma região bastante urbanizada com edificações com estruturas precárias e aparentemente instalada sobre um relevo elevado e ao lado direito uma via e comércio a poucos metros do rio.



Figura 12: Canal retificado no rio Bengalas.

Fonte: CPRM (2020, p.57)



Ainda de acordo com a CPRM (2020), a região no entrono do rio Bengalas é enquadrada em planícies de inundação que:

(...) apresentam solos hidromórficos, suscetíveis a eventos periódicos de inundação durante o período úmido, não sendo, portanto, apropriadas à implantação de loteamentos urbanos, equipamentos de infraestrutura urbana e viária e disposição de resíduos sólidos. (CPRM, 2020, p. 57)

As figuras 13 e 14, por sua vez, apresentam em destaque a região central de Nova Friburgo de outro ângulo. Desta vez a discussão é relacionada ao perigo iminente da proximidade com os morros. As figuras levantam o ocorrido desastre natural em Nova Friburgo em 2011. Elas foram feitas com base nas imagens do Google Earth Pro e registram momentos antes e após o desastre de 2011.

A figura 13 representa cerca de 6 meses antes dos sucessivos escorregamentos de terra responsáveis pela tragédia. Observa-se que ao lado direito da imagem está situado o centro da Cidade. Já ao lado esquerdo está localizado um dos bairros mais atingidos, o córrego d'Antas.



Figura 13: Região de Nova Friburgo, córrego D'Antas e arredores, maio de 2010.  
Fonte: Imagens retiradas do Google Earth

Na Figura 13 nota-se a devastação causada em toda esta região no segundo mês de verão, período pelo qual há maior quantidades de chuvas na região. Uma das regiões com maior número de cicatrizes é o córrego d'Antas. Esta, por sua vez, sofreu a combinação de dois fatores. O primeiro corresponde aos deslizamentos de massa cujo movimento de terra iniciados nos topos de morro atingiram as moradias localizadas à baixo do morro e ao logo do curso do rio. O segundo está associado

aos efeitos da inundação, por conta do extravasamento das águas do rio, que atinge as edificações mais próximas às margens do rio.



Figura 14: Cicatrizes no centro de Nova Friburgo, córrego D'Antas e arredores, janeiro de 2011.

Fonte: Imagens retiradas do Google Earth

O impacto causado pelo desastre atingiu não somente as moradias mais precárias e localizadas em regiões de risco, mas também atingiu regiões mais nobres e o centro da cidade. O evento ocorrido não era esperado e mostrou uma falta de organização e capacidade dos órgãos públicos responsáveis de prever esses eventos e em dar resposta após o ocorrido. As regiões mais afetadas fazem parte do bairro Dantas. A figura 15 mostra um dos escorregamentos de massa sobre casas localizadas nesta área da cidade de Nova Friburgo.



Figura 15: Bairro Dantas Nova Friburgo- JAN/2011

Fonte: MOTTA (2011), acervo pessoal

### 2.2.2 Fragilidade do atual Código Florestal: perda de áreas protegidas no Estado do Rio de Janeiro

O uso de softwares de geoprocessamento contribuiu para surgimento de trabalhos cujos objetivos se debruçavam em representar áreas ameaçadas pela presença humana a partir de mapeamentos.

O trabalho elaborado por Oliveira *et al* (2021), busca comparar parâmetros de delimitação das APP no topo de morros usando o antigo Código Florestal, regulamentado pela Resolução CONAMA n° 303 de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2002), o atual Código Florestal e a resolução INEA n° 93 de 24 de outubro de 2014 (RIO DE JANEIRO, 2014). Na pesquisa elaborada por estes autores, foram analisadas 4 áreas distintas do estado do Rio de Janeiro a fim de verificar possíveis mudanças significativas em seus mapeamentos utilizando-se parâmetros diferentes de base, altura, declividade e linhas de cumeada em cenários anterior e posterior à mudança do Código Florestal em 2012.

As áreas estudadas por Oliveira *et al* (2021), estão situadas no interior do Estado do Rio de Janeiro. São elas: Área 1: “bacia do rio São João, nos municípios de Araruama, São Pedro da Aldeia e Cabo Frio.” Área 2: “municípios de Macaé, Trajano de Moraes e Casimiro de Abreu.” Área 3: “municípios de Bom Jardim e Trajano de Moraes.” Área 4: “municípios de Itaocara, Cantagalo e São Sebastião do Alto”. O quadro 7 apresenta os parâmetros legais utilizados nas delimitações de APP de topo de morro, montes, montanhas e serras conforme cada procedimento realizado.

Quadro 7: Parâmetros de APP no topo de morros

Parâmetros	Dispositivos legais		
	CF_1965 e RC_2002	CF_2012	RI_2014
Base	Depressão mais baixa ao redor	Ponto de sela mais próximo	Ponto de hidroconfluência
Declividade	17° na linha de maior declividade	Média maior que 25°	
Altura	A partir de 50 m	A partir de 100 m	
Linhas de cumeada	1/3 superior a partir da menor elevação de um conjunto de morros agrupados com uma distância menor que 500 m	Não contempla	

Fonte: Oliveira *et al*, (2021)

De acordo com os resultados obtidos, observaram-se grandes diferenças para cada uma lei. A tabela 1 apresenta os resultados das áreas medidas em hectares e o percentual de diferença que o Código Florestal de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012) e a Resolução INEA n° 93 de 24 de outubro de 2014 (RIO DE JANEIRO, 2014) possuem em comparação com as delimitações realizadas com os parâmetros do antigo Código Florestal. Destaca-se que a Tabela 1 apresenta somente os valores comparativos referente às áreas de estudo 2, 3 e 4. Isso porque, a Área 1 foi desconsiderada por não apresentar APP no topo de morros em nenhum dos mapeamentos, possuindo 78% de relevo plano e declividade máxima de apenas 14°.

Tabela 1: APP de topo de morros para Código Florestal de 1965, 2012 e Resolução INEA 2014

<b>REDUÇÃO DE ÁREA PROTEGIDAS DO CÓDIGO FLORESTAL DE 1965</b>					
<b>Área de estudo</b>	<b>Áreas delimitadas</b>			<b>Diferença registrada</b>	
	<b>CF_1965 (ha)</b>	<b>CF_2012 (ha)</b>	<b>RI_2014 (ha)</b>	<b>Diferença 1 (%)</b>	<b>Diferença 2 (%)</b>
2	5580	837	4475	85	20
3	5523	335	2159	94	61
4	5356	216	676	96	87

Fonte: Adaptado de Oliveira et.al, (2020)

Os mapas apresentados na figura 16 resultam dos valores de áreas protegidas presentes na tabela 1. Esta carta comparativa das 3 diferentes regiões dimensionadas conforme cada normativa causa um impacto visual devido aos arranjos espaciais de áreas protegidas que deixaram de existir. Tais modificações são resultantes de parâmetros topográficos diferentes em cada método utilizado. A modificação dos valores de altura e inclinação, alteração do conceito de base e linha de cumeada presente somente no antigo Código Florestal foram suficientes para alterar significativamente as demarcações de áreas protegidas em topo de morros.

De acordo com o resultado desta pesquisa, apesar do uso de normas elaboradas pela Resolução INEA n°93 de 24 de outubro de 2014 (Rio de Janeiro), para delimitação de APP de topo de morro, montes, montanhas e serras, reduziram a perda de área protegida. Apesar disso, as regiões protegidas permaneceram em menor quantidade em relação ao antigo Código Florestal.



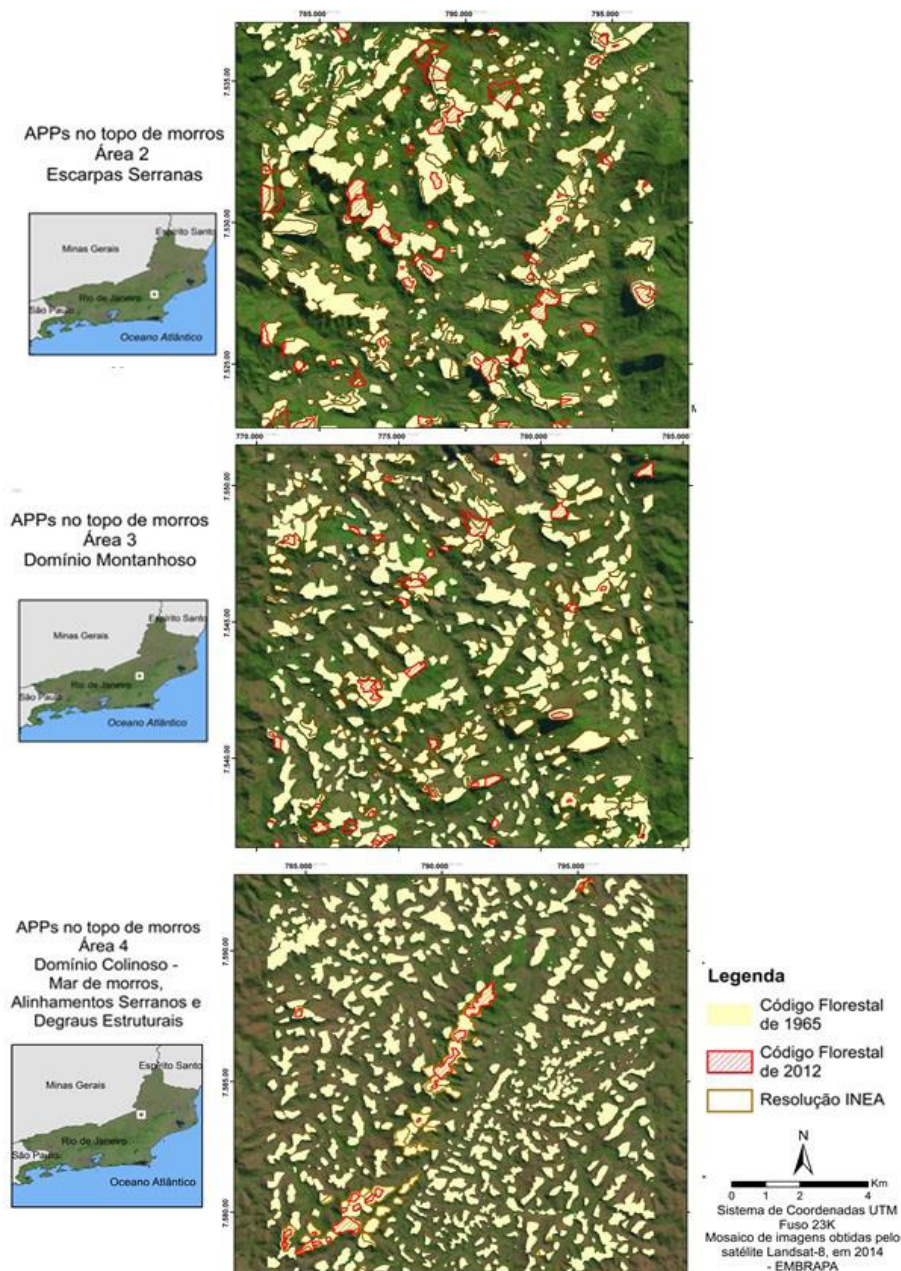


Figura 16: Delimitação de APP no topo de morros nas áreas 2, 3 e 4  
Fonte: Oliveira, T. G.; Francisco, C. N.; Bohrer, C. B. A. (2020)

Em um estudo similar, Oliveira e Francisco (2018) delimitam APPs na Bacia do Rio Boa Esperança, situada em Nova Friburgo, Região Serrana do Rio de Janeiro. Nesta pesquisa, são delimitadas áreas a partir de parâmetros legais presentes no atual Código Florestal de 2012 com o antigo Código Florestal. Como resultado do mapeamento, observou-se a redução de 53% do total de áreas protegidas. Isso significa que as áreas que anteriormente representavam cerca de 843 ha para região, com a modificação da lei, passaram a representar 395 ha de território protegido. Em relação às APP de topos de morros, montes, montanhas e

serras, a perda foi ainda maior restando apenas cerca de 1% da área. Tal resultado encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2: Comparativo de área Código Florestal 2012 e de 1965, Bacia do Rio Boa Esperança, Nova Friburgo, RJ

Tipo APP	APP (ha)		Área de estudo		APP (%)	
	CF 1965	CF 2012	CF 1965	CF 2012	CF 1965	CF 2012
Cursos d'água	347	347	14	14	41	88
Nascentes	156	38	6	2	19	9
Encostas	8	8	0	0	1	2
Topos de Morros	332	2	13	0	39	1
Total	843	395	33	16	100	100

Fonte: Adaptado de Oliveira e Francisco (2018)

A figura 17 representa o mapeamento, elaborado por Oliveira e Francisco (2018), utilizando o Código Florestal de 1965 para a Bacia do Rio Boa Esperança situada no município de Nova Friburgo. Nesta figura, pode se observar claramente a função do código florestal com relação ao ciclo hidrológico e a proteção de ecologia e paisagem local, demonstrando como as APP de topos de morros, montes, montanhas e serras são importantes ao protegerem as áreas de nascentes.

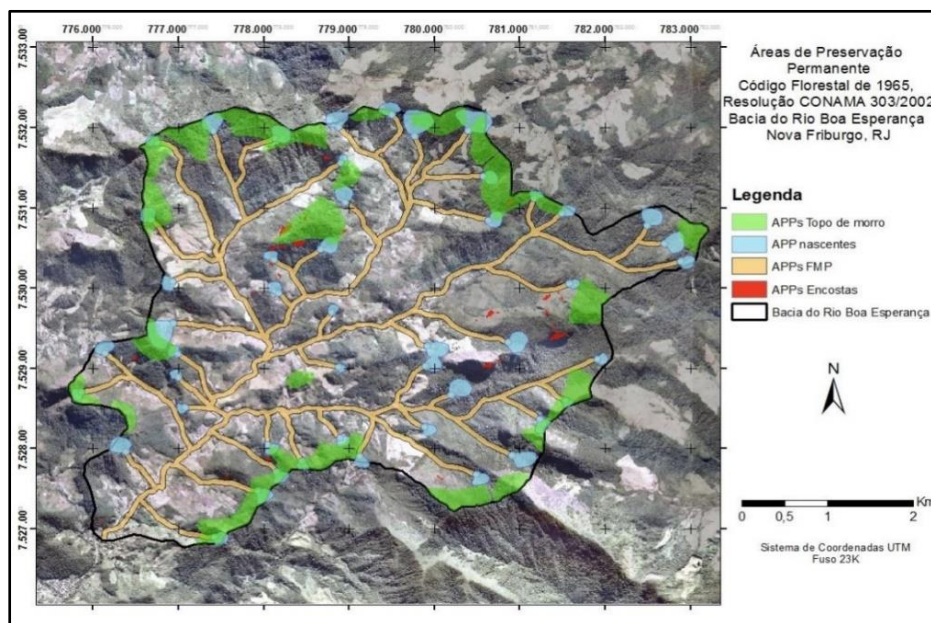


Figura 17: Mapeamento do Código Florestal de 1965, Bacia do Rio Boa Esperança, Nova Friburgo, Rio de Janeiro

Fonte: OLIVEIRA e FRANCISCO (2018)

A figura 18, por sua vez, representa o mapeamento do Código Florestal na bacia do rio Boa Esperança, elaborado por Oliveira e Francisco (2018). Nesta

figura, pode se observar claramente o desaparecimento das áreas de proteção de topo de morros, montes, montanhas e serras.

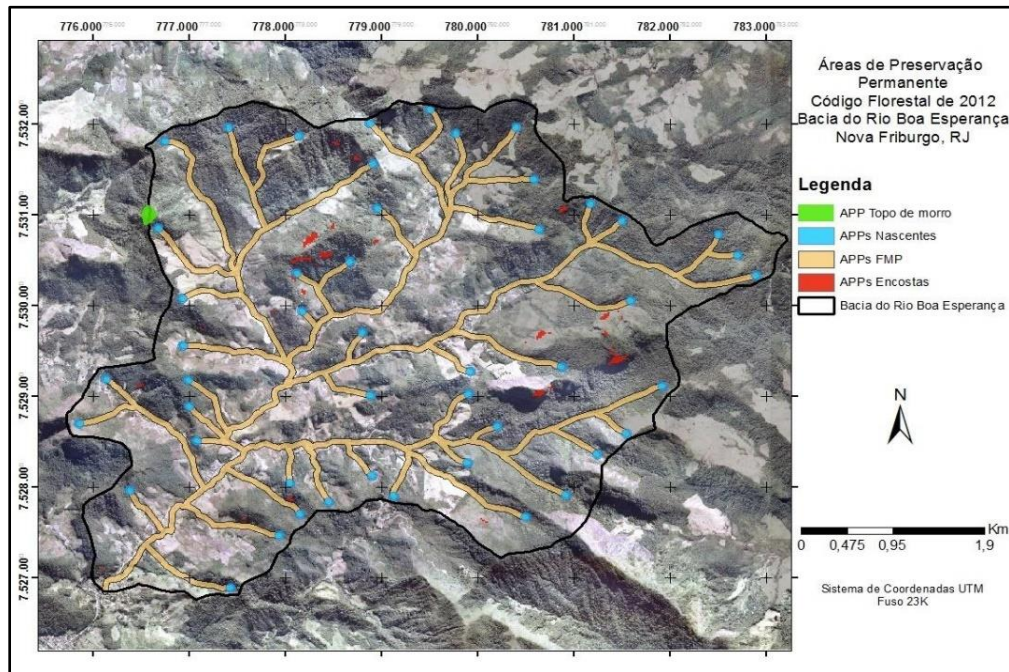


Figura 18: Mapeamento do Código Florestal de 2012, Bacia do Rio Boa Esperança, Nova Friburgo, Rio de Janeiro

Fonte: Oliveira, T. G.; Francisco, C. N. (2018)



### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Em conformidade com a estrutura apresentada na introdução do trabalho, este capítulo busca apresentar ao leitor a execução de um trabalho que utiliza de técnicas de geoprocessamento. Para isso aplica-se o tratamento de dados secundários por meio da lógica comparativa onde a análise destes dados espaciais fundamenta-se em dois produtos com valores distintos. Sendo assim, no presente capítulo é apresentado o conceito de geoprocessamento, bem como a metodologia executada (desenvolvida por Silva, et al. [2017]) para produção de dados relacionados às zonas de APPs de topo de morro do município de Nova Friburgo. Além disso, são apresentados ainda os procedimentos necessários para análise de áreas perdidas e atividades antrópicas na região demarcada.

#### 3.1 Geoprocessamento

O ser humano sempre teve a necessidade de se referenciar no espaço para resolver diversas questões de seu cotidiano. A análise de mapas é de suma importância para o desenvolvimento da sociedade. Isso porque, a leitura de cartas contém não apenas a representação do espaço, mas, também, a inclusão de conceitos do mundo real que podem ser interpretados de forma simples e facilitam na resolução de problemas dos dados reais de maneira integrada.

A utilização de geotecnologias envolve diferentes áreas do conhecimento e auxiliam, por exemplo, no desenvolvimento urbano. Segundo Câmara e Davis (2005, p. 1), “o geoprocessamento é a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica (...)”. Além disso, para Câmara e Monteiro (2005, p.1), o geoprocessamento é considerado uma tecnologia interdisciplinar, “que permite a convergência de diferentes disciplinas científicas para o estudo de fenômenos ambientais e urbanos.”

Num trabalho de geoprocessamento ocorre a representação dos processos e dinâmicas associadas à um fenômeno em dados computacionais e que, por sua vez, contribuem para a visualização de informações distribuídas espacialmente em mapas analíticos a fim de ampliar o estudo sobre um fenômeno. Assim, considera-se que os produtos de um geoprocessamento fazem parte da interdisciplinaridade da tecnologia de Sistema de Informação Geográfica (SIG) com qualquer área do conhecimento. Isso porque, segundo Câmara e Davis (2005, p. 1), os SIGs “(...)



permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.”

Para Câmara e Queiroz (2005), há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG. A primeira é a utilização da ferramenta para produção de mapas, a segunda é o suporte para análise espacial de fenômenos e a última é utilizá-lo como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial. Ainda para Câmara e Queiroz (2005), um SIG caracteriza-se pela inserção e integralização de informações em uma única base de dados. Esta tecnologia possui mecanismos que permitem combinar diversas informações devido aos algoritmos de manipulação e análise. Além disso, são usadas para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados.

Câmara e Queiroz (2005) mostram que o SIG é um ambiente computacional aonde os dados do mundo real são inseridos, armazenados, manipulados e analisados para que conclusões sobre um dado assunto possa ser realizada. Ainda assim, é importante entender como é a estrutura de um software de geo. Na figura 19, observa-se um mapa conceitual com a estrutura de um SIG.

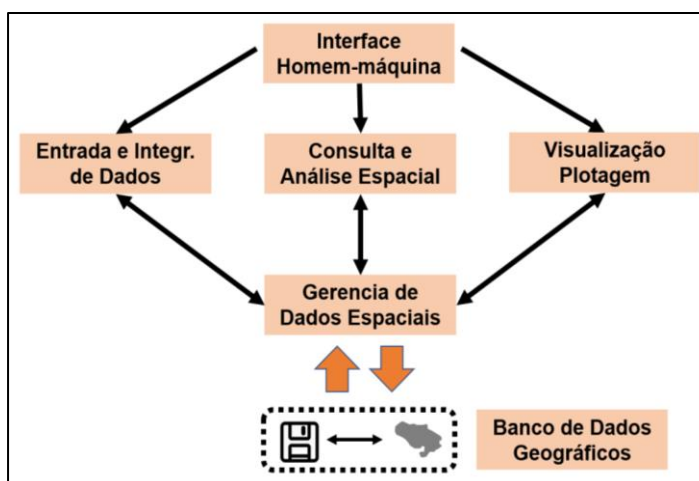


Figura 19: Estrutura Geral de Sistema de Informação Geográfica  
Fonte: Adaptado de Câmara e Queiroz (2005)

Conforme o quadro 8, a estrutura de um SIG genérico possui etapas que se dividem em nível hierárquico. Seu primeiro nível é denominado de ‘Interface Homem-Máquina’ onde estabelece a operação e controle do sistema. No nível intermediário, ocorre o processamento de dados espaciais que representa as etapas

de ‘Entrada e Integração de Dados’, ‘Consulta e Análise Espacial’ e ‘Visualização e Plotagem’. O último nível, ‘Gerência de Dados Espaciais’, é responsável pelo armazenamento, recuperação e manutenção de dados e espaciais e seus respectivos atributos. Este por sua vez é considerado o mais importante, visto que todo o processo de mapeamento dependerá da utilização de um banco de dados geográficos. O quadro 8 representa cada componente estrutural de um SIG e suas respectivas funções.

Quadro 8: Estrutura genérica de um Sistema de Informação Geográfica

<b>ESTRUTURA DE UM SIG</b>	
<b>Componentes</b>	<b>Funções</b>
Interface Homem-Máquina	Meio de interação do usuário com o sistema, por onde executa suas operações;
Entrada e Integração de Dados	Mecanismos para a aquisição (importação, conversão, edição etc.) e integração de dados no banco de dados;
Consulta e Análise	Ferramentas analíticas e ambiente para a definição de consultas;
Visualização e Plotagem	Mecanismos para a geração de mapas e relatórios, registros das operações num SIG;
Gerência de Dados Espaciais	Mecanismos responsáveis pelo armazenamento e recuperação de dados, e manutenção da integridade dos dados;

Fonte: Notas de aula, Nunes (2022)

### 3.2 ESTRUTURA METODOLÓGICA

A metodologia empregada nesta pesquisa foi desenvolvida para manter a equidade entre os parâmetros legais para levantamento das áreas de preservação permanente de topo de morro. Isso porque, o atual Código Federal não faz menção sobre linha de cumeada e agrupamento de topos de morros dentro de uma área de 500 metros. Desta forma são utilizados somente o terço superior do morro para comparação.

O processo elaborado para realização o trabalho de pesquisa está estruturado em 3 fases. Num primeiro momento executou-se o dimensionamento das áreas de preservação permanente de topo de morros dentro dos limites municipais de Nova Friburgo. Em seguida, a partir dos dados disponibilizados pela Coleção 6 do Projeto MapBiomias de uso e cobertura do solo (MAPBIOMAS, 2021) e pelo Serviço Geológico do Brasil CPRM (2015) de limites administrativos de Nova Friburgo

produziu-se os mapas de uso e ocupação do solo no município. A figura 20 apresenta o diagrama dos produtos realizados.

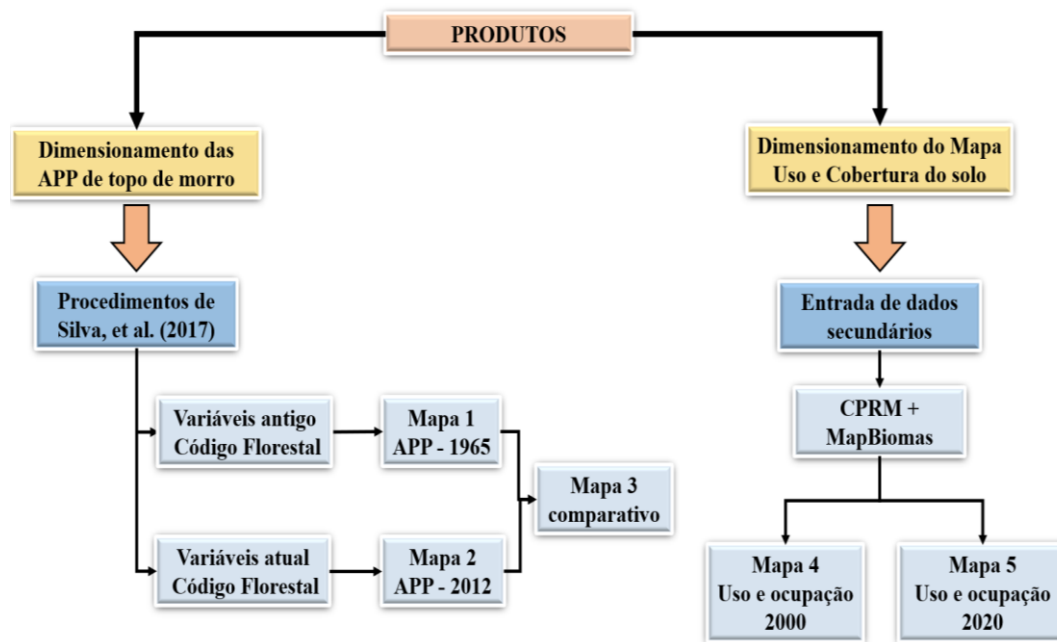


Figura 20: Diagrama de produtos elaborados  
Fonte: Autoria do autor

Após a elaboração a etapa de elaboração dos mapas e armazenamento dos dados gerados por estes, produziram-se 3 cenários de análise. O primeiro cenário utiliza uma análise temporal de uso e cobertura do solo nas áreas de APP do antigo Código Florestal considerando sua vigência para os 2000 a 2020. O segundo utiliza o mesmo período, entretanto em regiões onde há vigência do atual Código Florestal. No último faz-se a mesma análise temporal que os dois primeiros, mas em regiões de perda do antigo Código Florestal para o atual Código Florestal. A figura 21 apresenta o diagrama utilizado para estruturar este procedimento de análise.

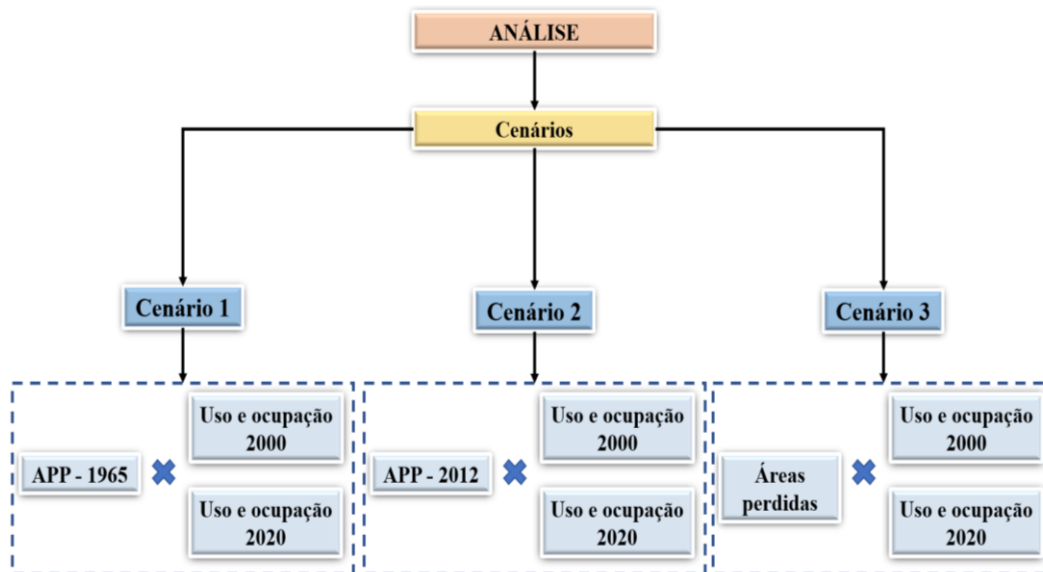


Figura 21:: Cenários de análise de uso e cobertura

Fonte: Elaboração própria

### 3.2.1

#### Dimensionamento das APPs do topo de morro

Para realização do estudo das regiões protegidas foram realizados diversos procedimentos que culminaram na elaboração de diferentes produtos cartográficos. Inicialmente buscou-se a delimitação de APP de topo de morro em relação ao antigo Código Florestal, lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1965). Em seguida, produziu-se o mapeamento da delimitação de APP de topo de morro em relação ao atual Código Florestal, lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012). De posse destes produtos, tornou-se possível, por fim, executar um mapa comparativo entre as demarcações encontradas em ambos os Códigos Florestais.

A delimitação do terço superior do morro conforme o Código Florestal foi realizado de acordo com duas variáveis principais, declividade e altura. Para o Código Florestal de 2012, utilizou-se valores mínimos de declividade média igual 25° e altura mínima de 100 metros. Já para o Código Florestal de 1965, utilizou mínimo de 17° para declividade e a altura superior a 50 metros.

Como foi identificado durante a revisão bibliográfica, o antigo Código Florestal é composto por parâmetros que fornecem a proteção dos topos de morro como linha de cumeada de 1.000 metros e o acréscimo de topos de morros dentro de uma área de 500 metros. Entretanto, o atual Código Florestal não faz menção deles, optou-se por fazer uma análise comparativa utilizando apenas os terços

superiores do morro para analisar de maneira mais justa utilizando parâmetros iguais a fim de identificar a potencialidade de suas alterações.

Além deste ajuste, foi definido que as medidas utilizadas para seriam dimensionadas de acordo com os procedimentos metodologia empregada por Silva, *et al.* (2017) onde algumas das etapas estabelecidas pela resolução INEA N°93 de 24 de outubro de 2014 (Rio de Janeiro, 2014), presentes no quadro 9, foram seguidas.

Quadro 9: Procedimentos para delimitação da APP de topo de morro segundo INEA

<b>PROCEDIMENTOS PARA DELIMITAÇÃO DE APP DE TOPO DE MORROS</b>
1 - Elaboração de modelo digital de elevação (MDE) hidrologicamente correto, a partir da Base Cartográfica, adotando tamanho de célula adequado à escala; no caso da Base Cartográfica IBGE/SEA 1:25.000 deve ser 10m
2 - Inversão do modelo digital de elevação
3 - Delimitação das depressões a partir do modelo digital de elevação invertido, para obtenção das áreas de escoamento superficial (AESF) que correspondem aos morros, montanhas e serras
4 - Cálculo da altura do morro, por diferença entre a célula com o valor mais alto de elevação (topo) e a célula com o valor mais baixo (base do morro), para cada AESF
5 - Cálculo da declividade a partir da maior diferença de elevação de uma célula em relação aos seus vizinhos imediatos, com base no modelo digital de elevação
6 - Cálculo da inclinação média, que consistirá na soma dos valores de declividade de todas as células da AESF, dividida pelo número total de células
7 - As áreas de preservação permanente de topo de morro serão calculadas para as AESF que conjugarem altura superior a 100 m e inclinação média maior que 25°, a partir da diferença entre a célula com maior valor de elevação (topo) e o valor correspondente a 1/3 da altura em cada AESF

Fonte: Adaptado de Resolução INEA N°93 de 24 de outubro de 2014

Com os procedimentos realizados, a partir dos valores referentes à demarcação das zonas protegidas, ou seja, de cada camada de APP de topo de morro, foram construídas as tabelas para realização das análises comparativas entre os Códigos Florestais.

### 3.2.2

#### Procedimentos para dimensionamento de APPs

Na etapa de pré-processamento dos dados, executou-se o *download* dos dados relativos às cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações do estado do Rio de Janeiro, disponíveis no site do Serviço Geológico Nacional (CPRM), para o município de Nova Friburgo.

Inicialmente, trabalhou-se com dados secundários do MDE da região com um *buffer* de 2km já realizado e o limite administrativo do município, ambos em

escala de 1:50.000, no sistema de coordenadas planas UTM e em projeção SIRGAS 2000 zona 23S, com *pixels* de tamanho em x e y de cerca de 30 metros.

Os procedimentos adotados nesta pesquisa foram baseados no artigo produzido por Silva, *et al.* (2017) cuja metodologia empregada para determinação das APPs de topo de morro foi realizada no *software* Qgis. Conforme Silva, *et al.* (2017), o primeiro passo realizado após a extração do MDE é delinear a área de estudo. Desta forma, os dados foram extraídos e abertos no ArcMap versão 10.2. Uma vez que o MDE disponibilizado contava com uma área de influência (*buffer*) de 2km como limite, posteriormente, foram realizados recortes das camadas contidas dentro do limite administrativo de Nova Friburgo para seleção das APPs do município.

Seguindo a metodologia de Silva, *et al.* (2017), após preparar a área de estudo, foram corrigidas as inconsistências do MDE, com o comando *fill* para preenchimento das depressões espúrias, obtendo o MDE hidrologicamente consistente. Na etapa seguinte foi realizada a inversão deste novo MDE adotando-se 20.000 metros na equação para inversão. A partir do MDE invertido, com a ferramenta *Flow Direction*, determinou-se a direção de fluxo da bacia para obtenção dos limites das bases dos picos e, posteriormente, aplicando o comando *basin* delimitou-se a bacia. As etapas executadas até então cumprem os requisitos 1, 2 e 3 da resolução INEA nº 93 de 24 de outubro de 2014 (Rio de Janeiro, 2014) exceto pela escala utilizada que segundo o órgão estadual deve-se empregar 1:25.000. Como nem todos os dados de MDE estão disponíveis gratuitamente para todas as regiões do Brasil, optou-se por manter a escala inicial.

O trabalho de Silva *et al.* (2017) foi baseado no novo Código Florestal onde utiliza-se o ponto de sela como base do morro. Para aplicar as estatísticas da região estudo a fim de identificar os pontos de sela executou-se a conversão de *raster* para polígono das bases dos picos. Além disso, por conta de o ArcGis ser um software similar ao Qgis, foi realizada a construção de um mapa de declividade para com o comando *slope* para identificação das declividades médias tanto para os parâmetros do antigo Código Florestal quanto para os parâmetros do atual Código Florestal. Isso porque, na aplicação estatística em polígonos só é possível identificar a média dos valores.

Para extração da APP de topo de morro, foram utilizadas ferramentas de estatísticas espaciais para cálculo da declividade média em graus, altura máxima, altura mínima e amplitude em metros. Os resultados encontrados foram inseridos em uma tabela correlacionada à camada principal para definição dos topos de morro.

Encontrados os valores declividade média, amplitude, altura máxima e altura mínima parte-se para o cálculo de topo do morro. Para isso, o quadro 10 apresenta as equações realizadas para encontrar o topo do morro. Desta forma na primeira equação foi determinado o terço superior de todos os morros do município e inseridos na tabela de atributos. Na segunda e terceira é o cálculo que determina qual morro se enquadra na demarcação exigida pelo antigo e atual Código Florestal, respectivamente. Sendo assim, aplicou-se expressão *booleana*, com o operador *AND*, conforme os valores de declividade média e amplitude encontrados pela estatística espacial. Com os valores calculados, as feições que se enquadram no topo de morro foram selecionadas e extraídas.

O cálculo efetuado nas equações 2 e 3 apresentadas no quadro 10, a figura 22 retoma os parâmetros legais utilizados pelo atual Código Florestal e antigo Código Florestal respectivamente apresentados nesta figura como A e B. Na figura 22 A mostra que a amplitude mínima para considerar topo de morro é 100 metros sendo que para tal, a média do ângulo de inclinação que o morro faz com sua base deve ser superior que  $25^\circ$ . A figura 22 B a delimitação para definir um topo de morro segundo o antigo Código Florestal é um valor mínimo de amplitude superior a 50 metros e uma inclinação entre morro e sua base superior a  $17^\circ$ .

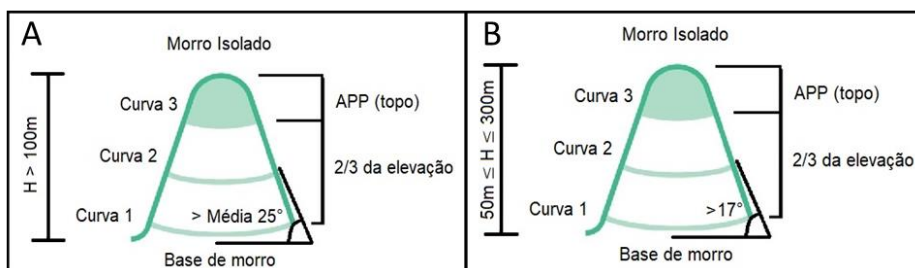


Figura 22: Topo de morro. A - Atual Código Florestal, B- Antigo Código Florestal

Fonte: Elaboração própria

Após identificar qual topo de morro está dentro dos padrões da norma, foi executado um *raster* a partir desta camada extraída anteriormente usando o valor do terço como referência. A partir da ferramenta *raster calculator* foi possível

identificar o verdadeiro topo de morro onde atribuiu-se a seguinte condição, presente na equação 4 do quadro 10: as alturas do MDEHC calculado no início dos procedimentos devem ser maiores ou iguais ao topo de morro. Com essa ação, pode-se identificar os verdadeiros topos de morro. Desta forma para identificar a feição destinada à APP a equação leva à seguinte condição: as alturas registradas com valores iguais a 0 possuem alturas menores que o topo e com alturas registradas iguais ao valor 1 são maiores que o valor mínimo decretado por sua norma vigente sendo assim considerado como a APP de topo. A partir desta condição, converteu-se novamente o *raster* para polígono e todos os valores presentes na tabela de atributos com *gridcode* iguais a 0 são deletados, resultado será somente as feições de os topos de morro real.

Quadro 10: Equações utilizadas

Cálculos utilizados		
Ordenação	Função	Equação
1	Determinação do terço do morro	Altura Máxima – (Amplitude/3)
2	Delimitação do topo de morro - antigo código florestal - lei nº 4.771/1965	Declividade Média $\geq 17$ AND Amplitude $\geq 50$
3	Delimitação do topo de morro - atual código florestal - lei nº 12.651/2012	Declividade Média $\geq 25$ AND Amplitude $\geq 100$
4	Polígono para raster	MDEHC $\geq$ Topo de morro em raster

Fonte: Próprio autor

Vale a pena ressaltar que durante o processo de execução do mapa de APPs as transformações realizadas de *raster* para polígonos e vice-versa, manteve-se o tamanho da matriz do MDE. Foi realizada esta escolha para evitar a simplificação das camadas geradas e manter a qualidade do produto.

### 3.2.3 Dimensionamento de Uso e Ocupação do solo

Após a realização do dimensionamento das APPs de topo de morro, o trabalho seguiu para etapa de análise da dinâmica da paisagem de Nova Friburgo. Para isso foi realizado o mapeamento do uso e cobertura do solo com base nos dados disponibilizados pelo MapBiomass. O procedimento foi realizado para um intervalo de tempo de 20 anos. Este período foi limitado pelo ano 2000, cerca de 10 anos antes do decreto da Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), e pelo ano



2020, quase 10 anos após a mudança dos parâmetros topográficos para estudo das atividades humanas em função deste evento. Assim, a análise realizada tem objetivo de verificar se a fragilidade legal provocada pela perda dada a mudança dos valores das variáveis altura e inclinação possui potencial para modificar a atividade humana nas regiões antes protegidas pelo antigo Código Florestal.

O procedimento utilizado para análise das atividades antrópicas, consiste na construção de dois mapas de usos e ocupação do solo do município de Nova Friburgo. Os dados referentes aos períodos de 2000 e 2020 utilizados pertencem à Coleção 6 do MapBiomias (2021). Entretanto, os dados disponibilizados pelo MapBiomias para estes anos são para o Brasil inteiro. Para extrair as classes de uso e cobertura do solo para dentro dos mesmos limites administrativos do município de Nova Friburgo disponibilizados pelo CPRM no procedimento anterior, foi necessário realizar um recorte com a ferramenta *extract by mask* visto que os dados disponibilizados pelo MapaBiomias estavam em *raster*. Além disso, como estes dados estavam no sistema de coordenadas global, WGS 84, para realização de um estudo com o mesmo sistema de coordenadas que foi utilizado no dimensionamento das APP, foi necessário projetá-los para o sistema coordenada planas UTM e em projeção SIRGAS 2000 zona 23S, cujos *pixels* possuem tamanhos em x e y de cerca de 29 metros.

Conforme mencionado inicialmente, foram produzidos dois mapas de uso e ocupação do solo para os anos 2000 e 2020 para o município de Nova Friburgo. Para elaboração destes produtos, foi necessário identificar e relacionar o nome de cada classe presente no quadro 11 com os valores de ID atribuídos a cada legenda e paleta de cores disponibilizadas por este mesmo quadro utilizado para coleção 6 do MapBiomias. Para esclarecer o significado de cada classe, o quadro 12 foi construído para mostrar o significado das 8 classes de uso e cobertura do solo identificadas. Este quadro foi adaptado do manual geral do MapBiomias da 6ª coleção e mostra somente estas classes que pertencem ao bioma Mata Atlântica. Quando mencionado os nomes das classes “outras áreas não vegetadas”, “silvicultura” “Mosaico de Agricultura e Pastagem”, não fica claro o significado delas e podem fornecer ter outra interpretação.

Quadro 11: Descrição das classes e paletas de cores utilizada na coleção 6 do MapBiomias

Descrição das classes e sub-classes MapBiomias				
Classes	Sub-classes		Biomias	Descrição
Floresta	Formação Florestal Natural	Formação Florestal	Mata Atlântica	Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista, Floresta Estacional Semidecídua e Decídua e Formação Pioneira.
	Formação Florestal não Natural	Afloramento rochoso	Mata Atlântica	Rochas naturalmente expostas sem cobertura do solo, muitas vezes com presença parcial de vegetação rupícola e declividade elevada.
Agropecuária	Pastagem			Área de pastagem, predominantemente plantada, vinculada às atividades de produção pecuária. As áreas de pastagem natural são predominantemente classificadas como formações campestres que podem ou não ser pastoreadas.
	Silvicultura			Espécies de árvores plantadas para fins comerciais (por exemplo, Pinus, Eucalyptus, Araucária).
	Mosaico de Agricultura e Pastagem		Mata Atlântica	Áreas agrícolas onde não era possível distinguir entre pastagem e agricultura.
Área não vegetada	Infraestrutura Urbana			Áreas urbanas com predominância de superfícies não vegetadas, incluindo estradas, rodovias e construções.
	Outras áreas não vegetadas		Mata Atlântica	Superfícies não permeáveis (infraestrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes e regiões de solo exposto em áreas naturais ou de cultivo
Corpo d'água	Rio, Lago e Oceano			Rios, lagos, barragens, reservatórios e outros corpos d'água

Fonte: Adaptado, Coleção 6 do MapBiomias

Como mencionado anteriormente, a análise realizada neste item consiste em criar cenários comparativos entre os dois Códigos Florestais. Ao todo são 3 cenários construídos. No Cenário 1 é realizada uma simulação dos parâmetros do antigo Código Florestal, considerando que sua vigência permanece entre os anos 2000 e 2020 identificando as classes de uso e cobertura do solo nas APPs de topo de morro para análise da dinâmica antrópica e da paisagem natural. No Cenário 2 é realizada uma simulação dos parâmetros do atual Código Florestal, considerando que sua vigência permanece entre os anos 2000 e 2020 identificando as classes de uso e cobertura do solo nas APPs de topo de morro para análise da dinâmica antrópica e da paisagem natural. Já no Cenário 3 é realizada uma simulação das regiões de perda do antigo Código Florestal, considerando que sua vigência permanece entre os anos 2000 e 2020 identificando as classes de uso e cobertura do solo na região que deixou de ser APPs em função das alterações dos valores de altura e declividade de topo de morro para análise da dinâmica antrópica e da paisagem natural.

Com isso, possibilita-se uma comparação que torna possível verificar quais classes identificadas na região de Nova Friburgo cresceram ou reduziram sua abrangência. Além disso, se o código florestal referente ao dado período em questão está sendo capaz de assegurar legalmente áreas protegidas.

A análise das camadas no *software* ArcMap versão 10.2 permitiu a extração das classes inclusas nas regiões da APPs e a identificação das classes remanescentes na tabela de atributo. Tendo realizado isso, seus respectivos valores foram transferidos para o *software* MS Excel onde foi realizada a elaboração de tabelas e gráficos comparativos para analisar os cenários construídos.

## 4 APRESENTAÇÃO ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conforme mencionado na estrutura do trabalho, neste capítulo são apresentados os produtos gerados a partir dos procedimentos realizados no Capítulo 2. Além disso, realiza-se a análise nas zonas protegidas e das regiões perdidas, dimensionadas na etapa metodológica, em função do uso e cobertura da terra para os anos 2000 e 2020. Em complemento à realização do diagnóstico das atividades antrópicas, em função dos resultados encontrados no primeiro cenário analisado, realiza-se a pesquisa de campo. Este trabalho de campo é composto por 5 pontos da região dos distritos de Lumiar e São Pedro da Serra, considerados área rural consolidada. Para tal, utiliza-se o cruzamento de dados deste cenário para o ano de 2020 para fins comparativos com as fotografias dos locais de visita.

### 4.1 Análise espacial por Legislação

A análise realizada neste subitem busca mostrar o quão potencial podem se tornar as alterações dos valores de variáveis como inclinação e altura. Sendo assim, aponta-se, abrangência de cada APP diante da extensão do município, as diferenças entre as áreas protegidas e como a permanência dos parâmetros do antigo Código Florestal são importantes para proteção socioambiental mesmo que desconsiderados os artifícios do agrupamento dos topos de morros e linha de cumeada de mil metros. Como primeiro resultado da pesquisa, constatou-se que o antigo Código Florestal ganha destaque em função de sua área de abrangência mesmo desconsiderando os componentes mencionados no parágrafo anterior. Esta conclusão se deve ao fato de que o valor encontrado destas áreas protegidas é bastante considerável visto que o município possui 93.536,25 hectares. Foram registrados cerca de 19,22% da área total municipal, o que equivalente a 17.977,23 hectares de terras de APP. A figura 22, mostra como estão dispostas as áreas de preservação permanente do terço superior de morros, demarcadas de acordo com a metodologia de Silva, *et al.* (2017), dimensionadas a partir de inclinações superiores a 17 graus e alturas maiores que 100 metros, conforme estabelecido pela

resolução CONAMA 303 de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2002) que regulamentava o antigo Código Florestal.

Em posse das camadas destas zonas protegidas representadas pela figura 23, as mesmas projetadas no *software* Google Earth Pro em complemento aos mesmos recortes das imagens do subitem 2.2.2 nas figuras 15 e 16. Tal procedimento permite visualizar as APPs cerca de 8 meses antes do evento (figura 24A) e em janeiro momentos após os deslizamentos de terra (figura 24B). Os deslizamentos de terra têm um movimento descendente em direção da base dos morros, nota-se, na figura 24B, a maior quantidade de cicatrizes está localizada nas dentro das zonas de APPs de topo de morro. O distanciamento da demarcação das zonas protegidas permite não somente a devastação ambiental, mas a proteção das moradias ainda sua maioria seja atingida pela massa de terra por ficarem próximas às bases destes morros e dos corpos hídricos como ocorreu no caso do córrego D’Antas.

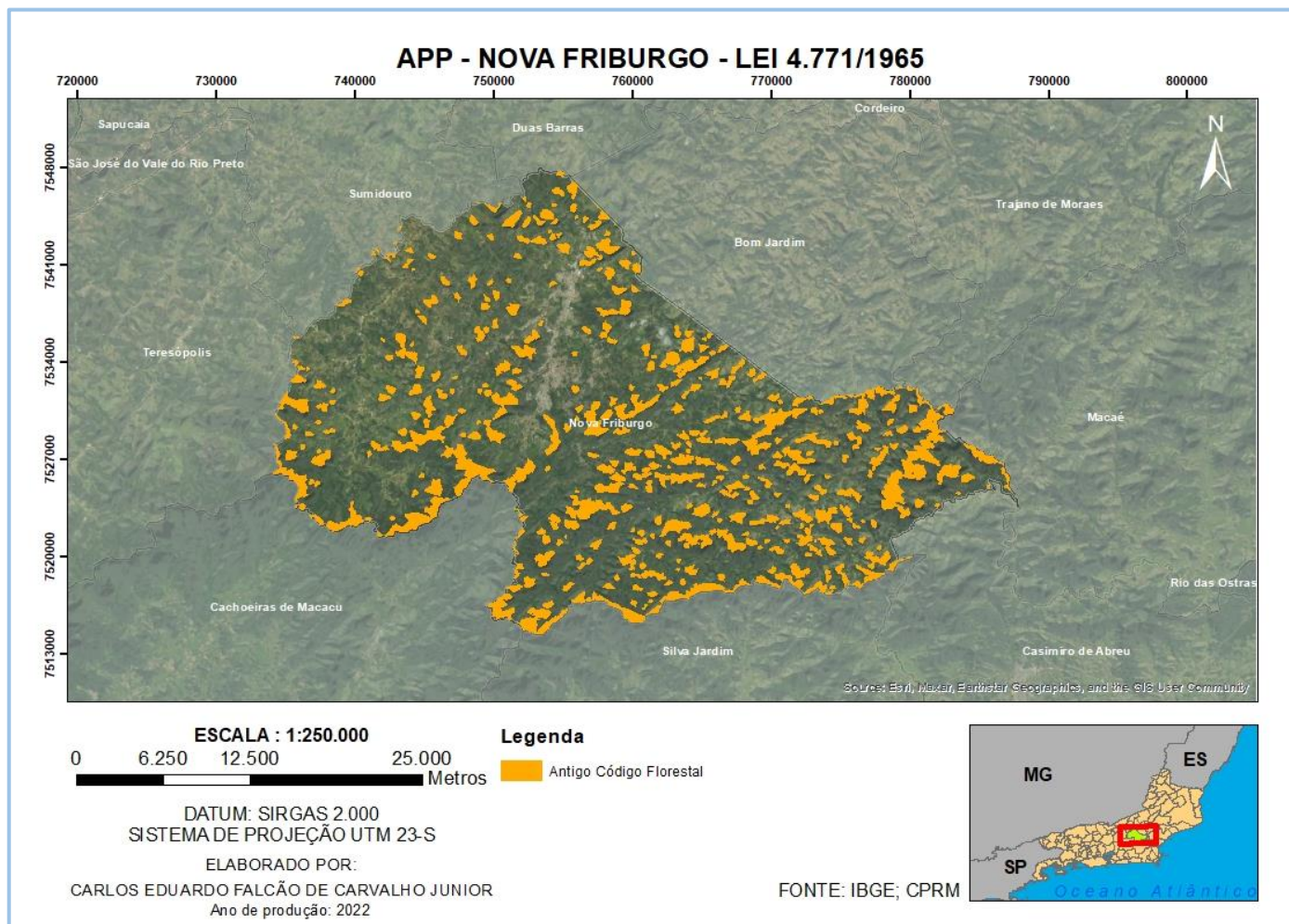


Figura 23: Delimitação de app de topo de morros antigo Código Florestal  
 Fonte: Elaboração própria



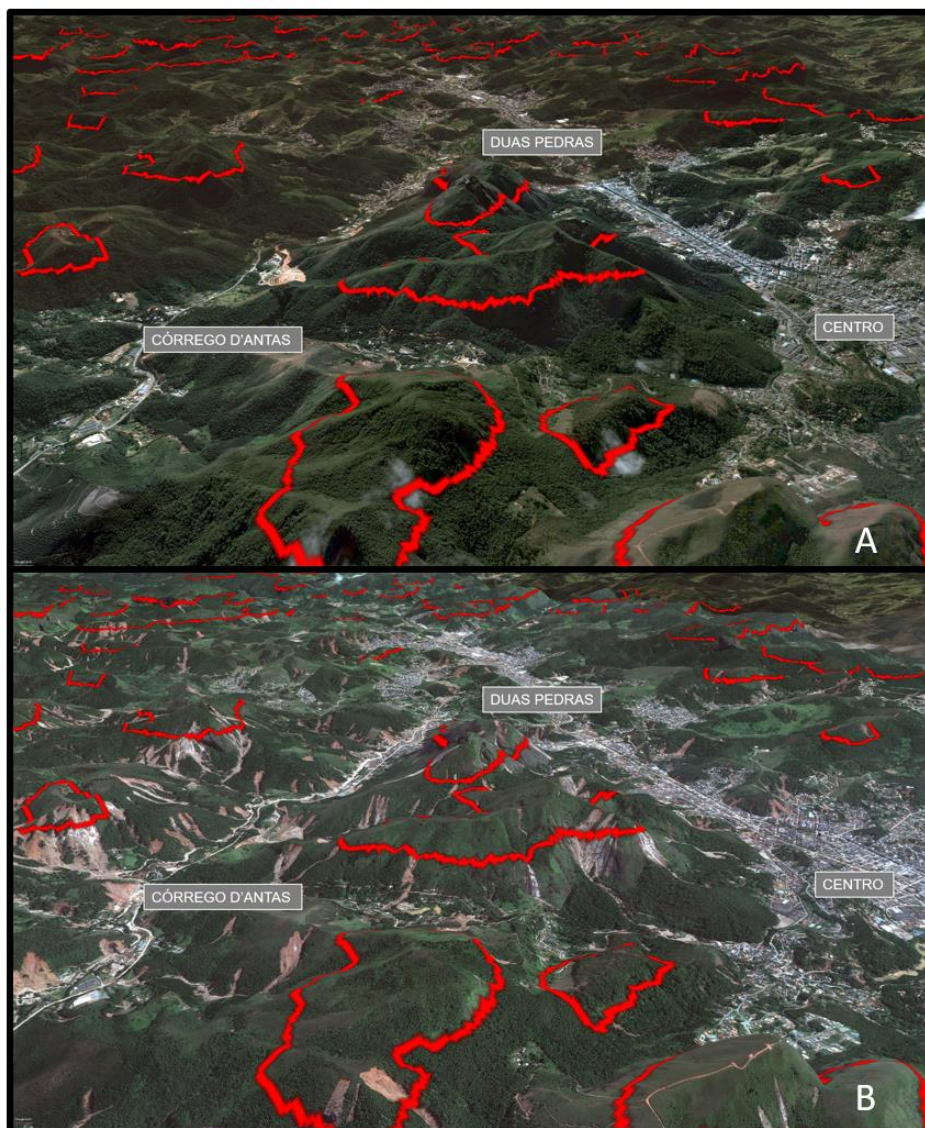


Figura 24: APP de topo de morro – Centro de Nova Friburgo. (A) maio de 2010, (B) janeiro de 2011.

Fonte: Google Earth Pro

Para mostrar como os parâmetros do antigo Código Florestal ainda assegura a proteção do meio ambiente, apresenta-se, na figura 25, o mapa das Unidades de Conservação (UC) pertencentes ao município de Nova Friburgo.

Retomando à figura 23, percebe-se que um grande número de APP de topo de morro está localizado na porção sul do município e dentro das zonas demarcadas para as Unidades de Conservação (UC) (figura 25). Isso ocorre porque as grandes alturas, da zona de predominância do parque municipal dos 3 picos, permitem que os antigos parâmetros proporcionem a presença das APPs. Assim, não somente estão protegidas as zonas urbanizadas de Nova Friburgo, mas é reforçada a proteção legal do meio ambiente.

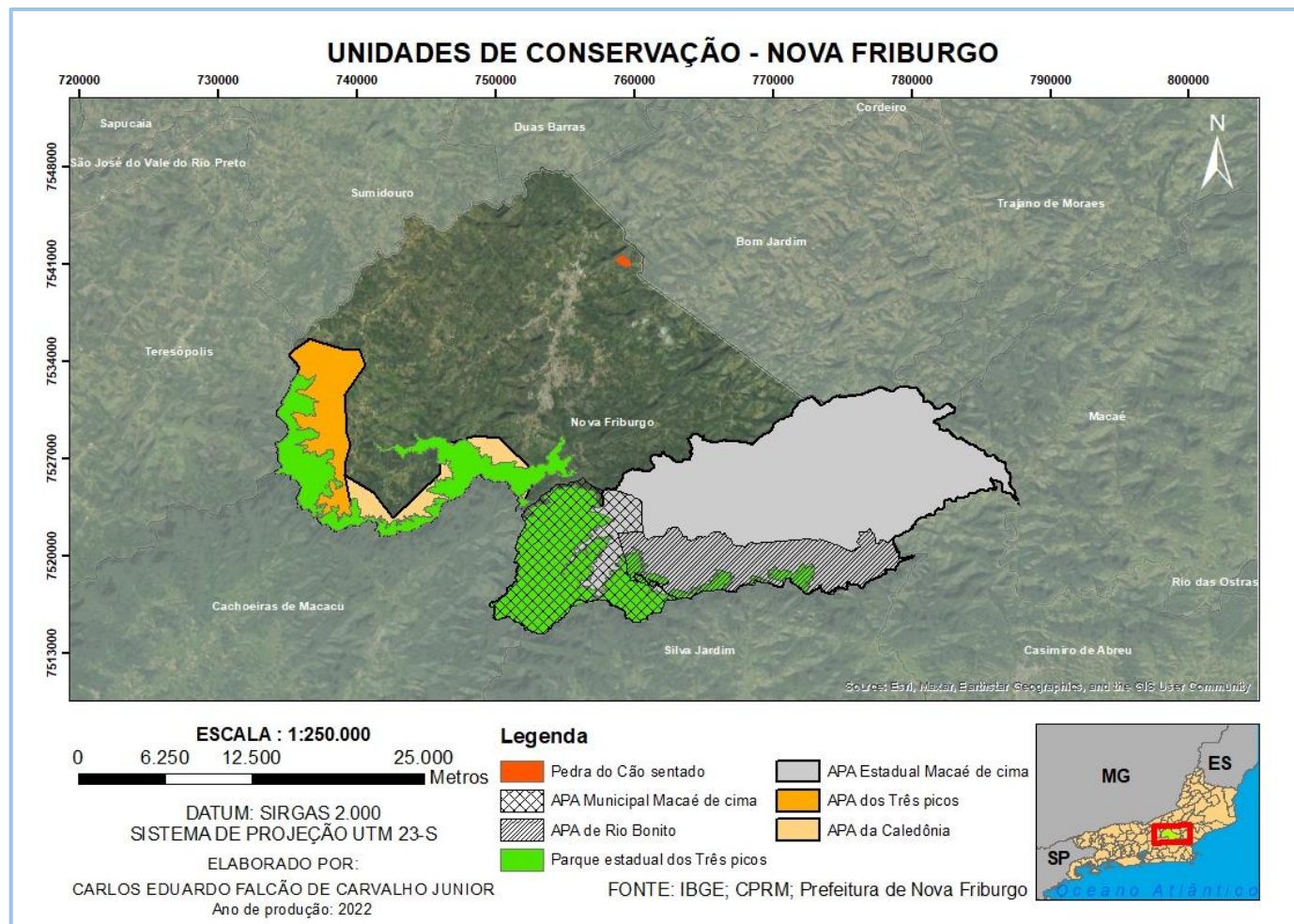


Figura 25: Unidades de Conservação  
Fonte: Elaboração própria



A tabela 3 foi construída conforme os dados disponíveis no site da prefeitura de Nova Friburgo para as Unidades de Conservação. Os valores de área foram convertidos para unidade em hectares.

Tabela 3: Unidades de Conservação

Unidades de Conservação	
Nome	Área (ha)
Pedra do Cão sentado	68,75
APA Rio Bonito	6.781,94
APA Municipal de Macaé de cima	8.151,02
Parque dos Três Picos	12.704,14
APA dos Três Picos	5.580,12
APA da Caledônia	3.669,71
APA Estadual de Macaé de cima	33.429,37
Área total	70.385,05

Fonte: Elaboração própria

Tendo em mão estas camadas de Unidades de Conservação foi elaborada a tabela 4. Esta foi construída em função dos valores de área em hectares das APPs observadas do Cenário 1 da figura 22. Do valor total de APP obteve-se um resultado de cerca de 16,17% estão dentro das zonas protegidas pelas UCs.

Tabela 4: Demarcação de APP em Unidades de Conservação

Demarcação de APP em Unidades de Conservação			
APP ANTIGO CF (ha)	UC	APP dentro das áreas de UC	Proporção das Áreas de APP dentro das UC
17.977,23	70.385,05	11.380,52	16,17%

Fonte: Elaboração própria

A figura 26 é o segundo produto de APP de topo de morro conforme os procedimentos de Silva, *et al.* (2017) para as variáveis de altura e declividade média presentes atual Código Florestal, lei 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012). Nota-se que, há uma grande perda de área demarcada, em sua maioria na região central do município, o que chama muita atenção pois é onde se concentra a maior parte da população urbana.

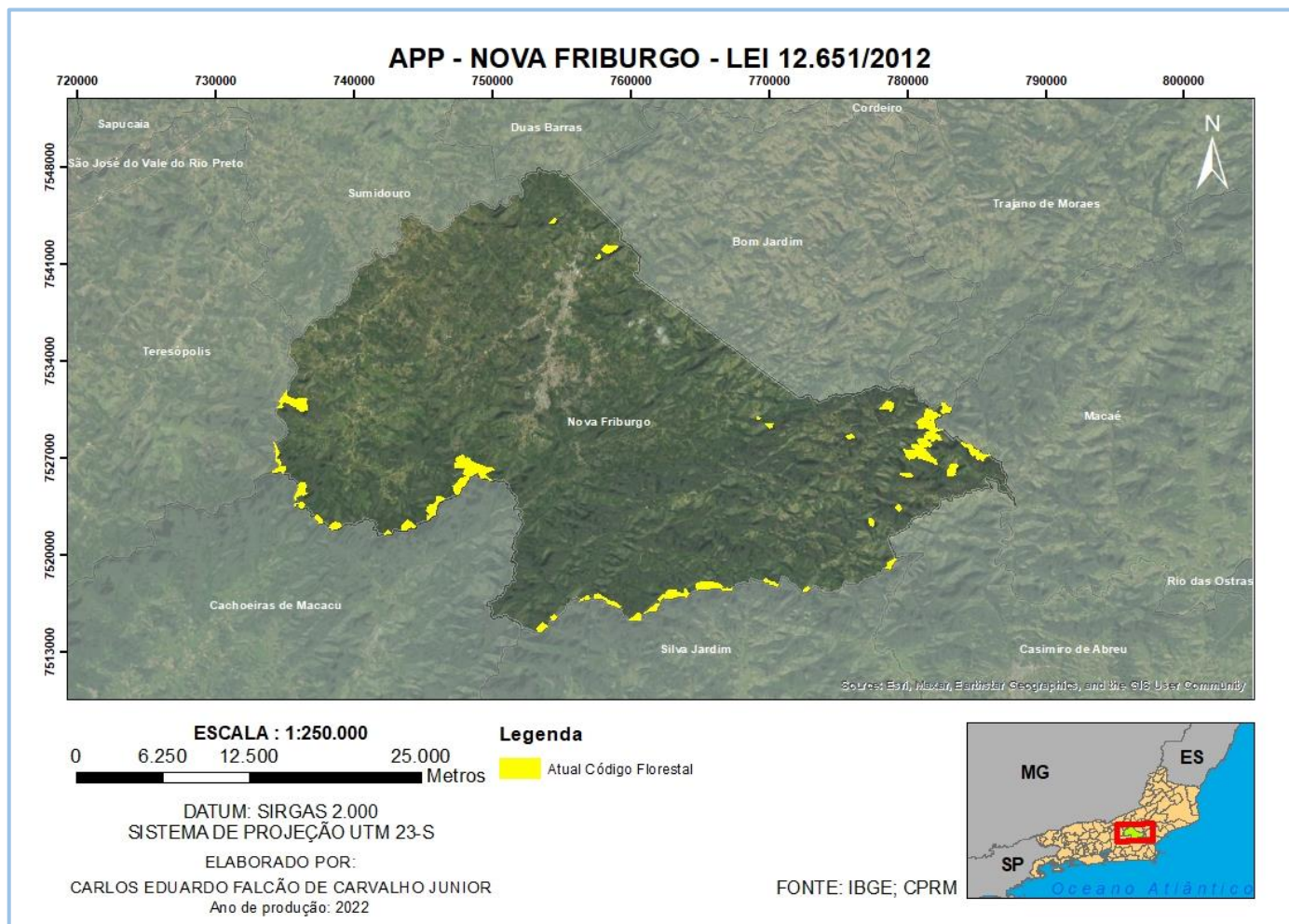


Figura 26: Delimitação de app de topo de morros novo Código Florestal  
Fonte: Elaboração própria

Na tabela 5 estão dispostos os valores em hectares de área demarcada de acordo com cada Código Florestal e o percentual de área perdida. Considerando como área protegida até 2012, cerca de 17.977,23 hectares e após este ano registra-se apenas 2.207,24 hectares. O resultado obtido para perda de área chama atenção pois são cerca de 87,72% de diferença entre as APPs de topo de morro.

Estes resultados permitem afirmar que as alterações dos parâmetros como declividade média e altura mínima são variáveis que contribuíram para esta redução. Apenas 8° de declividade e 50 metros de altura foram suficientes para causar esse impacto.

Tabela 5: Percentual de área perdida

<b>ÁREA DE ABRANGÊNCIA</b>		
<b>Legislação</b>	<b>Área protegida (ha)</b>	<b>Área perdida (%)</b>
Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965	17.977,23	87,72%
Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012	2.207,24	

Fonte –Elaboração própria

A tabela 6 apresenta a área de abrangência que cada APP dimensionada representa sobre a extensão municipal e observa-se uma queda de cerca de 17% de sua representatividade no território de Nova Friburgo.

Tabela 6: Área de abrangência

<b>APP X MUNICÍPIO</b>		
<b>ÁREA MUNICÍPIO (ha)</b>	<b>ÁREA APP - 1965</b>	<b>ÁREA APP - 2012</b>
93.536,25	19,22%	2,36%

Fonte –Elaboração própria

A figura 27 apresenta o mapa comparativo das APPs de topo de morro, confrontando os dois Códigos Florestais de forma espacial no mapa do Município de Nova Friburgo. Neste produto é possível identificar as regiões mantidas pelo atual Código Florestal de maneira mais clara e o quanto estava sendo protegido pelo antigo Código Florestal. Além disso, nota-se que na porção sul do município onde há uma pequena parcela das APPs de topo de morro mantidas intactas já existem Unidades de Conservação fazendo a função de preservação do meio natural. Diante disso, está claro que a atual demarcação deste tipo de APP perde seu papel principal proteção ambiental, pois esta já não abrange a mesma área que deveria quando tinham seus antigos parâmetros.

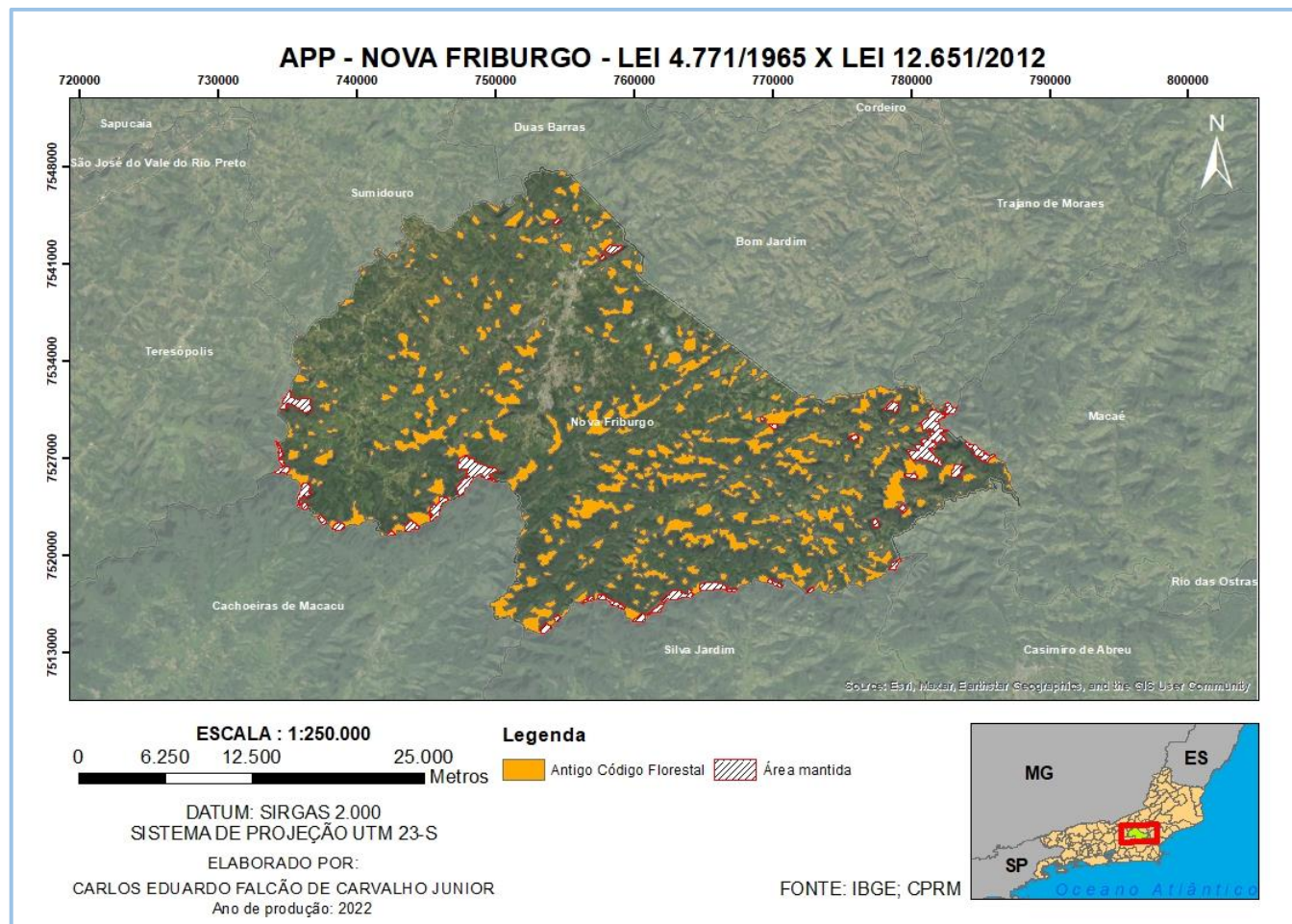


Figura 27: Áreas protegidas mantidas  
 Fonte: Elaboração própria

## 4.2

### Análise do uso e ocupação do solo

Conforme discutido na revisão bibliográfica, a região com mais vítimas fatais em decorrer dos eventos naturais foi o distrito Sede, conhecido como centro de Nova Friburgo. O mapa da figura 15 mostrou a distribuição dos distritos de Nova Friburgo e da extensão do principal rio do município e as figuras 16 e 17, apresentadas no subitem 4.1, mostrou que a cidade está cercada por morros e estabelecida no fundo do vale do Rio Bengala. Os mapas de uso e cobertura do solo, apresentados nas figuras 28 e 29, mostram que há uma densa mancha urbana se estendendo ao longo do rio Bengala cortando ao menos três distritos, Nova Friburgo, Conselheiro Paulino e Riograndina.

Considerando um intervalo de tempo de 20 anos é possível identificar, conforme mostram os dois mapas de uso e cobertura, que a área urbana permaneceu concentrada sobre o curso do rio Bengalas na região central do mapa. Além disso, percebe-se que há um movimento da área urbanizada em direção do distrito de Amparo à leste do rio Bengala. Destaca-se também uma grande predominância de agropecuária na região distribuídos em 3 diferentes subclasses de uso: Agricultura, Silvicultura e Mosaico de Agricultura e Pastagem. Deduz-se que as manchas ligadas às ocupações antrópicas relativas ao ano 2000, com exceção do distrito Sede de predominância urbana, são de atividades agrossilvipastoris e considerados área rural consolidadas<sup>6</sup>.

Com relação à cobertura vegetal é possível identificar que o papel das Unidades de Conservação, localizadas na região sul do município, se fez presente mantendo afastado a mancha urbana. A ocorrência de APAs neste local, permite apenas uso sustentável da terra, ou seja, atividades de pequeno e médios produtores locais possivelmente inscritos no CAR.

---

<sup>6</sup> “área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio.” Lei 12.651/2012



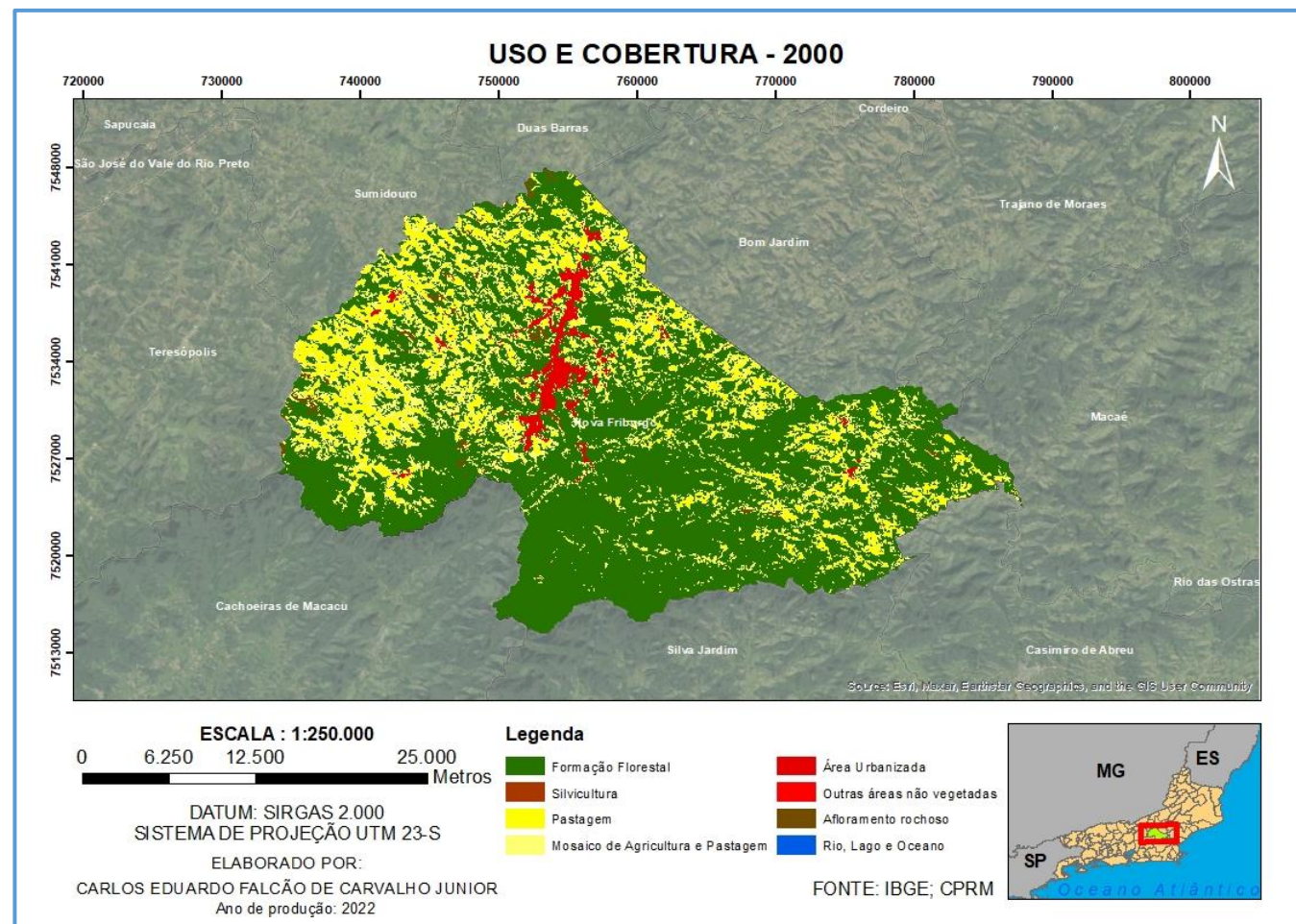


Figura 28: Uso e cobertura do solo do município de Nova Friburgo, ano 2000  
Fonte –Elaboração própria

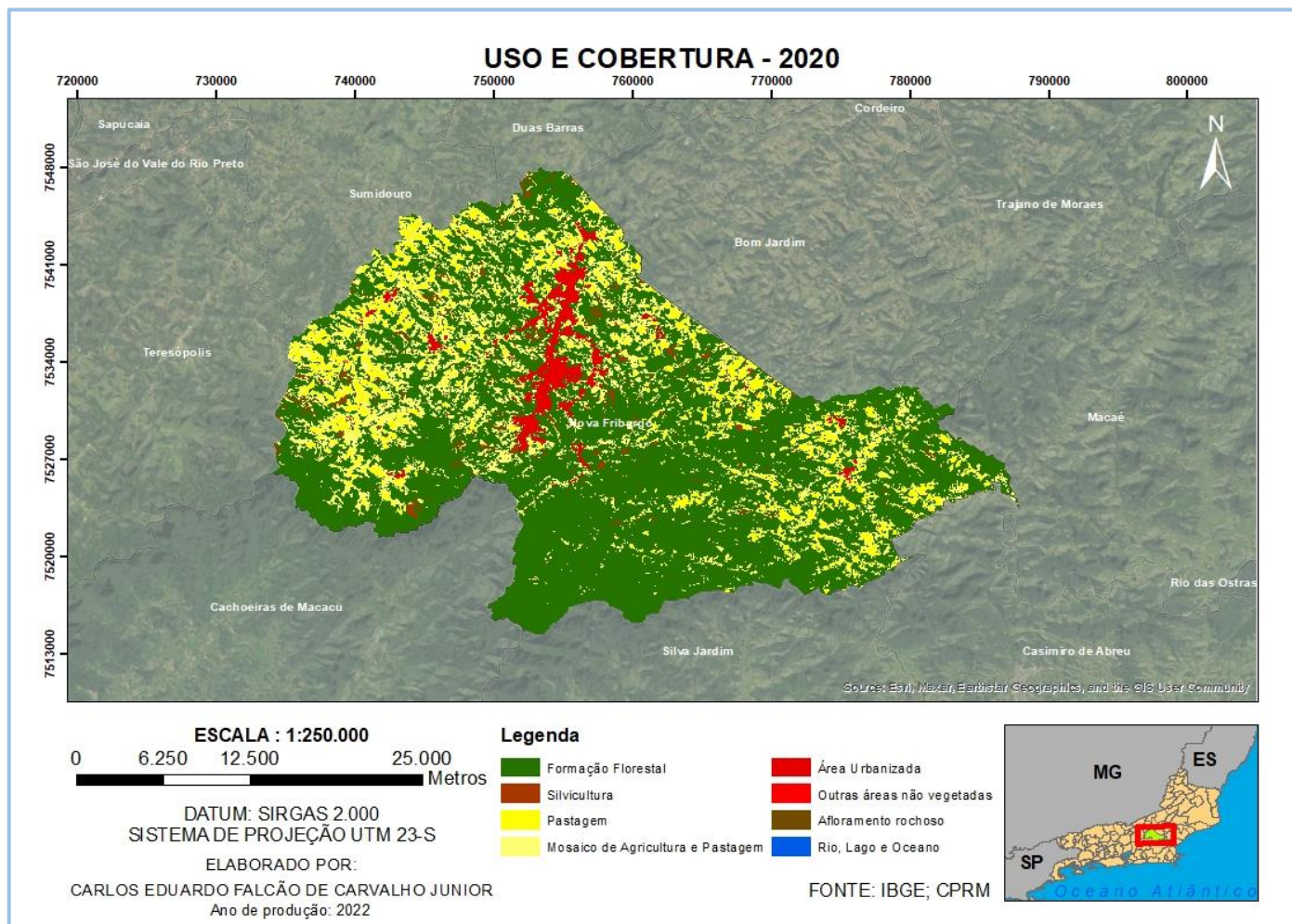


Figura 29: Uso e cobertura do solo do município de Nova Friburgo, ano 2020  
 Fonte –Elaboração própria

### 4.3

#### Uso e cobertura da terra nas regiões de APP

Após produzir o mapa de uso e cobertura do solo do município de Nova Friburgo, são analisados os resultados sobre a região das APPs do terço superior do morro delimitadas de acordo com o antigo código florestal e o atual código florestal, para 10 anos antes da alteração do código florestal e 10 anos posteriores. Conforme descrito na metodologia deste trabalho, foi aplicado um recorte da camada de uso e cobertura do município sobre as camadas de APP e calculou-se quanto cada classe prevaleceu sobre as regiões protegidas. Após esta ação foi construída uma tabela de área atribuída a cada classe.

Os resultados do comportamento do uso e ocupação do solo sobre as APPs do terço superior do morro de cada código florestal estão separados em 3 cenários considerando que ambos os códigos florestais seguem com vigência para os anos de 2000 e 2020.

O levantamento das áreas de uso e cobertura, foi realizado um agrupamento de cada CF/ano <sup>7</sup> em uma tabela comparativa. As tabelas desenvolvidas para cada cenário apresentam as classes de uso e cobertura do solo presentes nas APPs do antigo e atual código florestal e para os anos de 2000 e 2020.

#### 4.3.1

##### Cenário 1 (Antigo Código Florestal – anos 2000 e 2020)

A discussão dos resultados deste cenário inicia-se com a apresentação da tabela do balanço de dados registrados conforme o uso e ocupação nas regiões protegidas do antigo Código Florestal para os anos 2000 e 2020. A análise realizada no Cenário 1 está dividida em 3 partes. A primeira refere-se ao uso urbano, a segunda trata das classes ligadas as atividades de agropecuária e a última é o cenário contendo todas as classes de uso e cobertura da região, desta vez incluindo formação florestal, afloramento rochoso e cursos hídricos para mostrar ao leitor de forma clara a quantidade, de área expressa percentual, de cobertura da paisagem permaneceu intacta sem ação do homem.

---

<sup>7</sup> CF/ano – O terço superior do morro referente ao código florestal analisado em função do ano de estudo.



A tabela 7 apresenta o crescimento e a redução das atividades antrópicas e da cobertura da paisagem contidos nos topos de morros delimitados para os anos de 2000 e 2020. O recorte realizado permitiu identificar 6 classes para o ano 2000 e 7 classes para o ano 2020.

Tabela 7: Balanço do uso e ocupação do solo (2000 – 2020)

<b>Cenário 1 (CF_65 X Anos 2000/2020)</b>				
CLASSES	APP – 65 X 2000	APP – 65 X 2020	Saldo	
	Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)	(%)
Formação Florestal	14.946,69	14.802,58	-144,11	-0,96%
Silvicultura	4,27	180,15	175,88	4.116,94%
Pastagem	1.151,58	784,67	-366,91	-31,86%
Mosaico de Agricultura e Pastagem	1.437,89	1.750,76	312,87	21,76%
Área Urbanizada	3,76	6,45	2,69	71,66%
Afloramento Rochoso	433,04	452,32	19,28	4,45%
Rio, Lago e Oceano	0,00	0,29	0,29	-----

Fonte –Elaboração própria

A presença de área urbana em região de topo de morro é considerada ilegal, pois os limites impostos pelo Código Florestal não estão sendo obedecidos. Em função disso há um grande problema ambiental ocorrendo neste município. Isso porque estas áreas ampliaram-se em 2,69 hectares de terras nas regiões restritas às APPs, como mostra a tabela 7. O gráfico 1 deixa claro a dimensão que este crescimento representa mesmo que em escala municipal não tenha grande proporção.

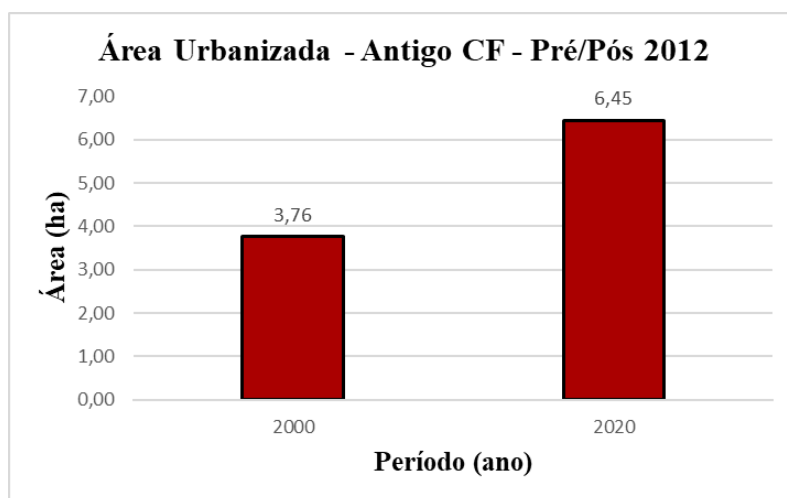


Gráfico 1: Cenário 1 - Área Urbanizada.  
Fonte –Elaboração própria

A análise realizada para as classes Pastagem e Mosaico de agricultura e pastagem procedeu-se separadamente da classe de Silvicultura. Isso porque, identificou-se um abruta queda de 366,91 ha de área correspondentes às atividades de pastagem, e um aumento de 312,87 ha de área de mosaico de agricultura e pastagem. Mesmo que não sejam resultados de mesma proporção percentual, os valores evidenciam uma transição da classe de uso e cobertura, caracterizando uma diversificação da atividade realizada.

A tabela 12, citada no capítulo 2 deste trabalho, descreve as classes utilizadas na coleção 6 do MapBiomias. De acordo com esta tabela, o Mosaico de agricultura e pastagem são “Áreas agrícolas onde não era possível distinguir entre pastagem e agricultura”. O fato da impossibilidade da distinção desta classe, o seu crescimento e a redução de área de pastagem argumentam para um resultado de mudança do uso da terra em algumas propriedades já presentes nos topos de morros e/ou a migração para outras zonas também protegidas por lei. O gráfico 2 mostra este movimento identificado dentro deste período de análise de 20 anos.

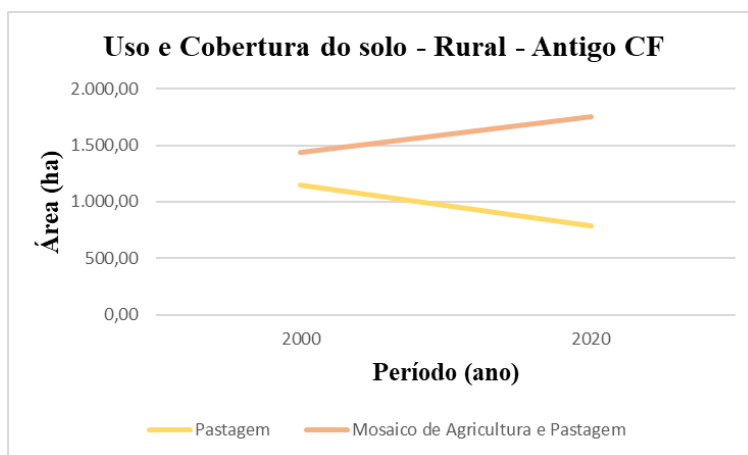


Gráfico 2: Cenário 1 - Pastagem e Mosaico de agricultura e pastagem.

Fonte: Elaboração própria

A análise de silvicultura na região de topos de morros também chama atenção. Isso porque, ocorreu um crescimento expressivo em regiões que não deveria haver atividades humanas.

Segundo a tabela 12 citada no Capítulo 2 desta dissertação, a classe Silvicultura é descrita como “Espécies de árvores plantadas para fins comerciais (por exemplo, Pinus, Eucalyptus, Araucária)”. No gráfico 3 representa o

crescimento de 4.116,94%, podendo considerar que no início dos anos 2000 não havia tal prática.

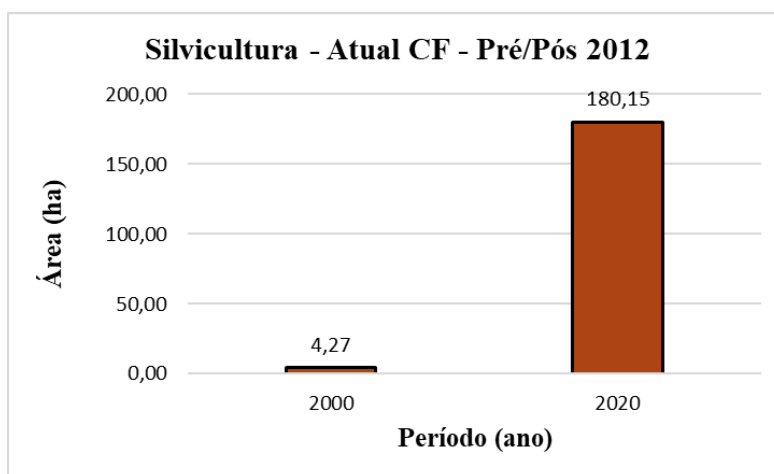


Gráfico 3: Cenário 1 - Atividades Rurais – Silvicultura  
Fonte –Elaboração própria

Os resultados apontam também que no caso do município de Nova Friburgo, dentro das regiões destinadas às APPs de topo de morro a formação florestal se manteve acima dos 80%. No gráfico 4 apresenta-se o Cenário 1 para o ano de 2000 onde há uma grande predominância de formação florestal nos morros, montes montanhas e serras. Também é possível notar que o uso de práticas de agropecuária atinge juntas cerca de 14,41%. Como as áreas relativas à Área urbanizada, Silvicultura e Rios, lagos e oceanos não atingiram nem cerca de 1%, não apareceram com destaque no gráfico.

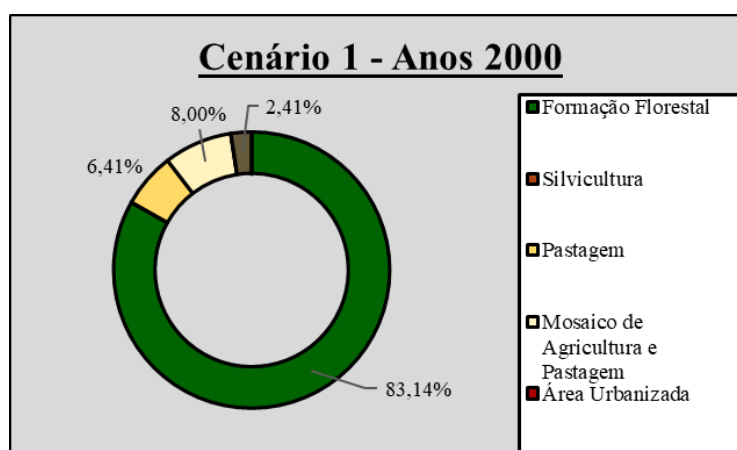


Gráfico 4: Cenário 1 – Ano 2000  
Fonte –Elaboração própria

Já o gráfico 5 apresenta o Cenário 1 para o ano de 2020 onde predominância de formação florestal nos morros, montes montanhas e serras ainda continua, mesmo que tenha ocorrido uma queda de 1,14%. Desta vez, nota-se que o uso de práticas de agropecuária somadas ao crescimento das atividades de silvicultura, atingem cerca de 15%. É importante observar que ocorreu aumento de 0,59% de afloramento rochoso, o que pode estar relacionado às cicatrizes geradas a partir da série de deslizamentos do desastre de 2011. Ainda que ocorrido um aumento das áreas relativas à Área urbanizada e Rios, lagos e oceanos não atingiram um percentual significativo, não é possível visualizá-las com destaque no gráfico.

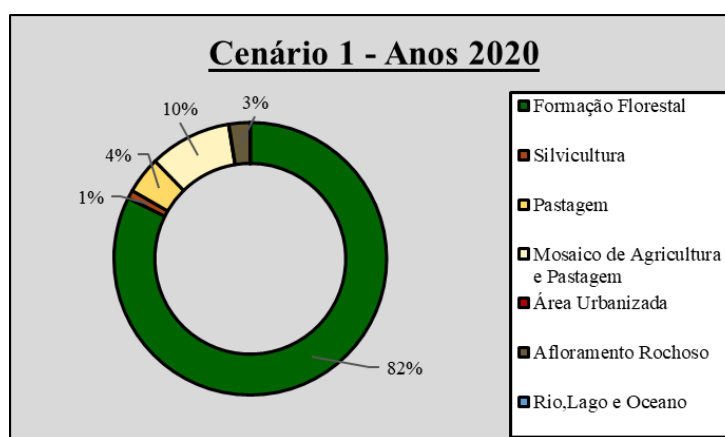


Gráfico 5: Cenário 1 – Ano 2020  
Fonte –Elaboração própria

Como forma de comprovar a presença de atividades antrópicas nas zonas destinadas ao antigo Código Florestal, foi realizado um trabalho fotográfico com intuito de comprovar os resultados encontrados no cenário 1. Neste foi levando em consideração os resultados encontrados e a predominância do uso agropecuário da região do município de Nova Friburgo.

Diante dos altos valores identificados para os usos de silvicultura, pastagem e mosaico de agricultura e pastagem, as fotografias de campo foi realizada nos distritos de Lumiar e São Pedro da Serra por serem consideradas regiões de área rural consolidadas, seguindo o conceito apresentado no quadro 3 instituído pela lei nº 12.651 (Brasil, 2012). Além deste fator, nestes dois distritos há grande ocorrência das camadas de uso e cobertura do solo em topos de morro identificadas a partir do mapeamento a partir do software Arcgis 10.2.

Foram selecionados 5 pontos de fácil acesso com base na visualização prévia através do Google Earth. Os dados referentes às suas coordenadas estão

presentes no quadro 12 e no mapa de campo da região utilizado para conduzir a pesquisa fotográfica.

O mapa de campo elaborado para realização do trabalho comparativo foi construído baseado nas camadas de APP do antigo Código Florestal (figura 23), as camadas de uso e cobertura do solo para o ano 2020 (figura 29) e os limites distritais de Lumiar e São Pedro da Serra. Diante disso os pontos foram selecionados de acordo com o acesso as condições de acesso estabelecidas conforme a visualização dos mesmos no Google Earth.

O mapa de campo está representado na figura 30 e as imagens dos pontos de campo realizadas a partir do Google Earth mostram em destaque apenas o uso de silvicultura, pastagem e mosaico de agricultura e pastagem porque, optou-se da ênfase ao uso antrópico e manter a imagem da cobertura vegetal e afloramento rochoso destacadas sem nenhuma camada cobrindo-as.

Quadro 12: Pontos de campo

<b>ROTEIRO DE CAMPO - DISTRITO DE LUMIAR E SÃO PEDRO DA SERRA</b>						
<b>PONTO</b>	<b>DISTRITO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>LATITUDE</b>	<b>LONGITUDE</b>	<b>REGISTRO</b>	<b>LONGITUDE</b>
1	Lumiar	Estrada - RJ-142 (Estrada asfaltada) Mury sentido Lumiar	22°21'1.06"S	42°20'18.27"O	SIM	SIM
2	São Pedro da Serra	Estrada Aécio Walter Ouverney - (Estrada de terra)	22°20'26.89"S	42°19'51.07"O	SIM	SIM
3	São Pedro da Serra	Estrada Constância Heringer (Estrada asfaltada). Lumiar sentido São Pedro da Serra	22°20'6.22"S	42°19'35.32"O	SIM	SIM
4	São Pedro da Serra	Estrada Constância Heringer (Estrada asfaltada). Lumiar sentido São Pedro da Serra	22°19'23.96"S	42°20'0.44"O	NÃO	SIM
5 - A	Lumiar	Estrada de Terra Encontros dos Rios sentido Toca da Onça	22°23'36.84"S	42°18'35.47"O	NÃO	SIM
5 - B	Lumiar	Estrada de Terra Encontros dos Rios sentido Toca da Onça	22°23'36.84"S	42°18'35.47"O	NÃO	SIM

Fonte: Autoria Própria

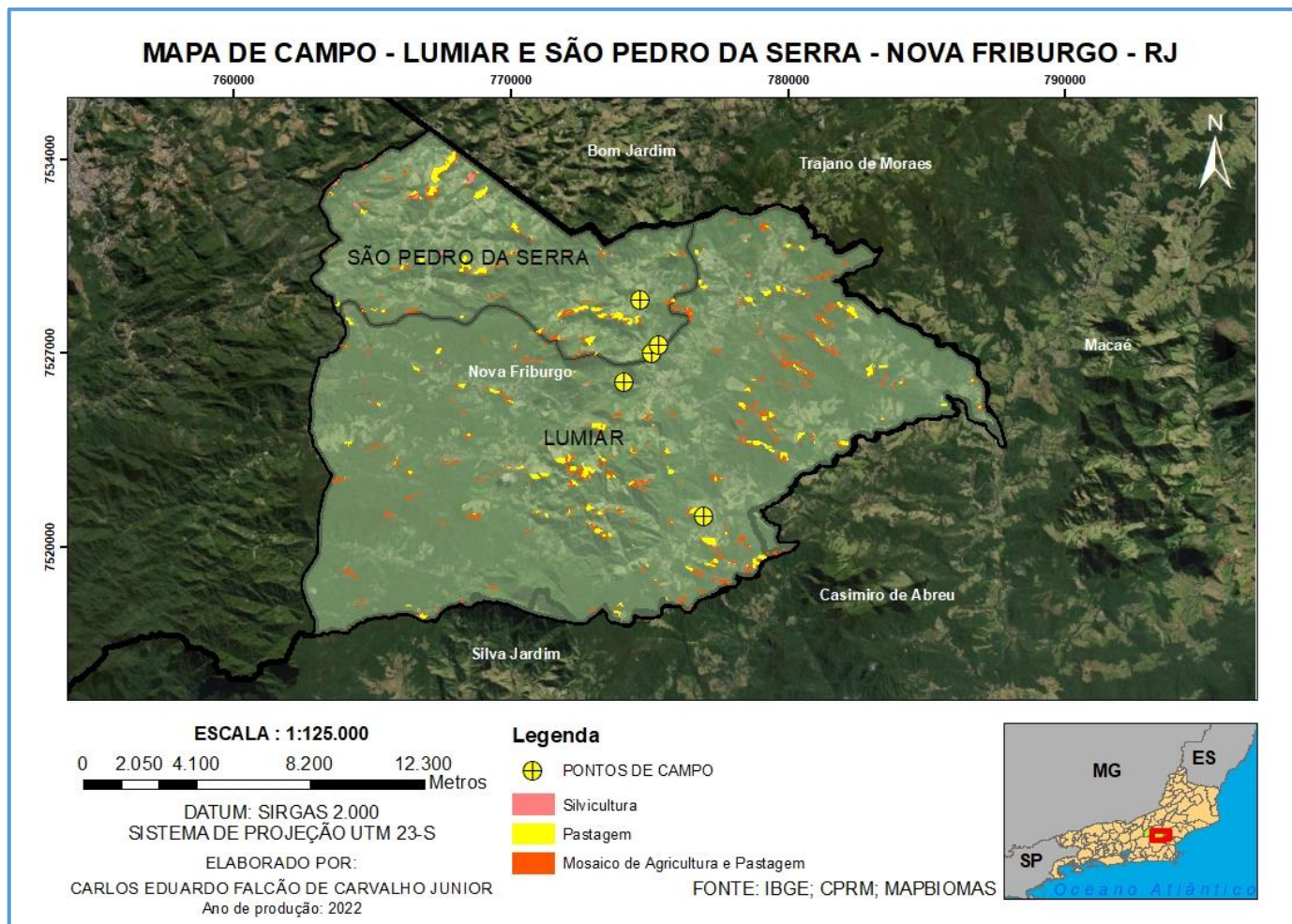


Figura 30: Mapa de campo  
Fonte: Autoria Própria



As primeiras fotografias foram realizadas no distrito de Lumiar, na figura 31 mostra o ponto 1 onde há presença de atividade de pastagem ocupando parcialmente o topo do morro. As fotografias do ponto 1 foram registradas no Ponto 1 A e ponto 1.



Figura 31: Ponto 1 – Lumiar – Nova Friburgo - RJ  
Fonte: Autoria Própria - Produzido no Google Earth Pro

A figura 32 trata-se das fotografias da região de topo do morro do ponto 1. As fotografias deste local foram registradas a uma distância de cerca de 600m (foto A) a 800m (foto B) por conta da inclinação do morro que não permitia um bom ângulo para fotografá-lo, quanto mais próximo do morro pior para capturar a imagem da atividade humana e a vegetação presente na base do morro causava uma barreira visual. Entretanto é possível identificar uma perda por conta do uso de pastagem nesta feição registrada.



Figura 32: Topo de Morro 1. (A) Imagem ampla, (B) Imagem Focada.  
Fonte: Acervo pessoal



As fotografias do ponto 2 e 3 foram tiradas no município de São Pedro da Serra. A figura 33 mostra o ponto 2 e seus respectivos pontos de onde a fotografia foi realizada. Nota-se que pela imagem do Google Earth é possível identificar uma propriedade e a acima desta, dentro dos limites do topo do morro, limitados por uma linha em vermelho, há uso identificado como sendo de mosaico de agricultura e pastagem ocupando-o parcialmente.

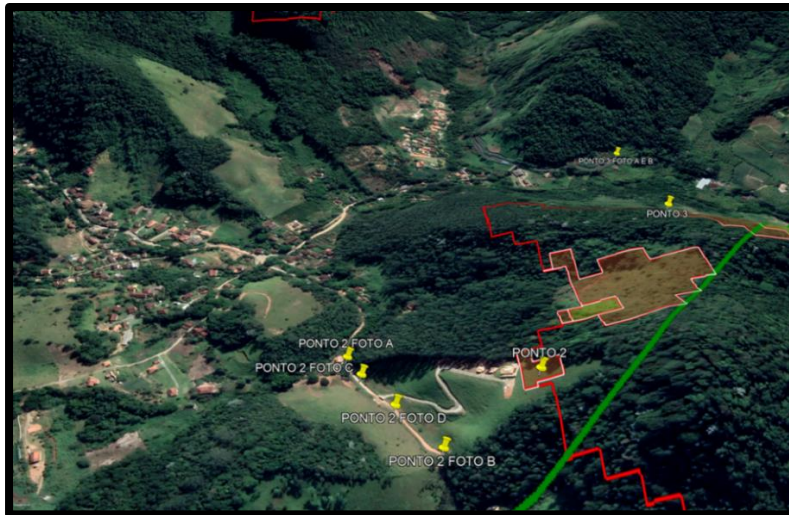


Figura 33: Ponto 2 – São Pedro da Serra – Nova Friburgo - RJ  
Fonte: Autoria Própria - Produzido no Google Earth Pro

Seguem na figura 34 as fotografias do ponto 2 registradas numa distância de cerca de 100m entrada da propriedade (foto A e B) por conta da inclinação do morro e evitou-se fotografar casa sede da propriedade para preservar os direitos de imagem do proprietário. É possível ver no registro a declividade acentuada de onde ela se encontra e a região desmatada para o uso de pastagem e silvicultura de eucalipto se estendendo da base ao topo do morro.



Figura 34: Topo de morro 2. (A): Topo sendo desmatado, (B): Declividade acentuada  
Fonte: Acervo pessoal

As imagens da figura 35, mostram dois usos do solo presentes nesta propriedade. As imagens 35(C) e 35(D) mostram respectivamente os animais pastando e a formação de Silvicultura, Eucalipto desde a base do morro até o topo.



Figura 35: Topo de morro 2. (C): Silvicultura, (D): Pastagem.  
Fonte: Acervo pessoal

Pode-se avaliar a plantação de Eucalipto positivamente ou negativamente. Avalia-se como algo positivo a questão do reflorestamento das regiões desmatadas. Entretanto, possui um lado negativo voltado à produção em massa para exportação devido ao seu rápido crescimento e, além disso, este tipo de árvore possui uma alta demanda hídrica.

A figura 36 mostra o ponto 3 onde, também, há presença de atividade de Silvicultura e mosaico de agricultura e pastagem ocupando parcialmente o mesmo topo do morro da figura 33, porém na vertente oposta.

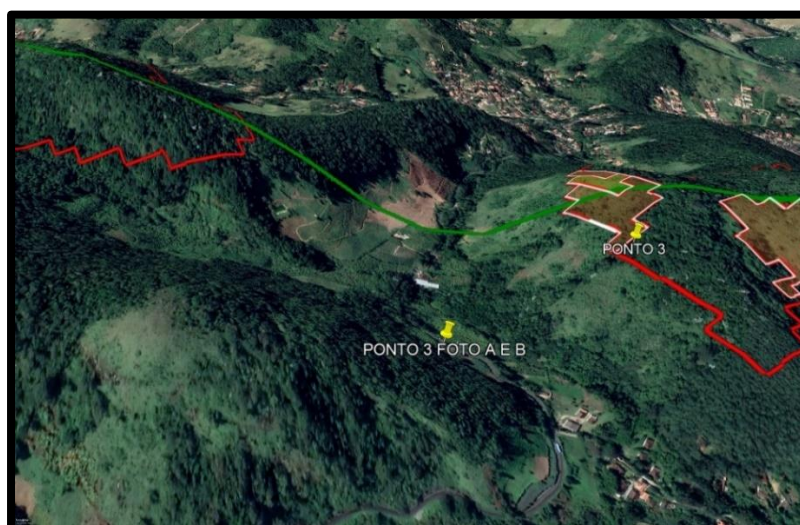


Figura 36: Ponto 3 – São Pedro da Serra – Nova Friburgo - RJ  
Fonte: Autoria Própria - Produzido no Google Earth Pro



À leste do morro identificado na figura 37 (A) há presença de Agricultura e Pastagem e na figura 37 (B) no canto inferior, à oeste do mesmo morro há presença de formação de Silvicultura de Eucalipto ascendendo o morro.

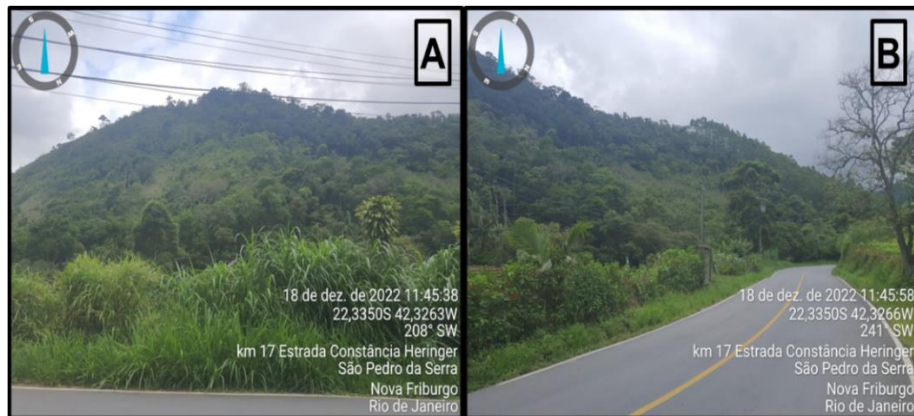


Figura 37: Topo de morro 3. (A) Mosaico de agricultura e pastagem. (B) Silvicultura  
Fonte: Acervo Pessoal

Por conta de condições climáticas, as fotografias dos topos de morros referentes aos pontos 4 e 5, com intensa atividade rural não foram realizadas. Entretanto, na figura 38 e 39 apresentam o ponto 4 e 5 escolhidos como referência para fotografar os topos demarcados.

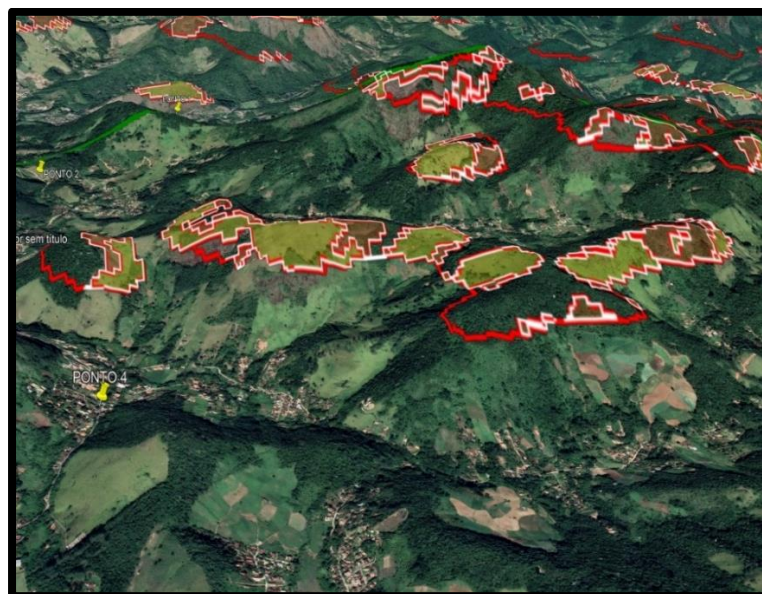


Figura 38: Ponto 4 - São Pedro da Serra  
Fonte: Autoria Própria - Produzido no Google Earth Pro

A Figura 38 estão presentes os usos de Silvicultura e Mosaico de Agricultura dentro dos limites encontrados para topo de morro, demarcados em vermelho. Já na

figura 39, no centro da imagem, estão presentes dois topos de morros opostos e completamente tomados pelo uso de pastagem.

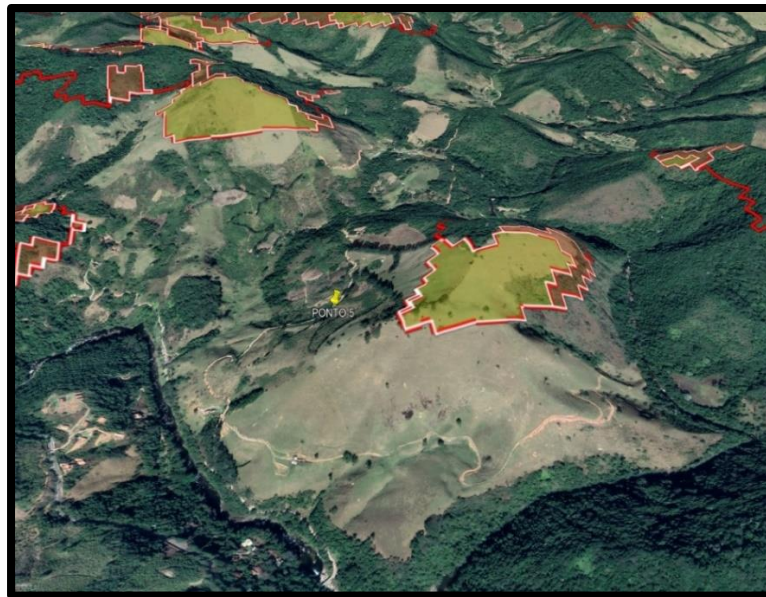


Figura 39: Ponto 5 - Lumiar (Encontro dos Rios) - Nova Friburgo- RJ  
Fonte: Autoria Própria - Produzido no Google Earth Pro

O trabalho de campo mostrou compatibilidade entre as camadas de uso e cobertura identificadas por satélite e o mundo tangível onde ocorre um avanço das atividades antrópicas nos limites da antiga APP de topo de morro. Além disso, em campo foi realizado somente para camadas do antigo Código Florestal considerando que ocorreram menos incidência de APP de topo de morro para o atual Código Florestal.

#### 4.3.2

##### **Cenário 2 (Atual Código Florestal – anos 2000 e 2020)**

No segundo cenário foi realizada a mesma estrutura para análise dos resultados. Desta forma, ela inicia-se com a apresentação da tabela 8 com o balanço de dados registrados conforme o uso e ocupação nas regiões protegidas do antigo Código Florestal para os anos 2000 e 2020 e da mesma forma segmentou-se análise o cenário 2 em 3 partes. A primeira compete ao uso urbano, a segunda às classes ligadas as atividades rurais e a última a paisagem natural, ou seja, formação florestal, afloramento rochoso e cursos hídricos.

A tabela 8 apresenta o crescimento e a redução das atividades antrópicas e da cobertura da paisagem contidos nos topos de morros delimitados para os anos de

2000 e 2020. O recorte realizado permitiu identificar apenas 4 classes para o ano 2000 e 4 classes para o ano 2020.

Tabela 8: Balanço do uso e ocupação do solo (2000 – 2020)

Cenário 2 (CF-2012 X Anos 2000/2020)				
CLASSES	APP - 2012 X 2000	APP – 2012 X 2020	Saldo	
	Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)	(%)
Formação Florestal	1.898,16	1.855,16	-43,00	-2,27%
Pastagem	50,13	47,44	-2,69	-5,36%
Mosaico de agricultura e Pastagem	144,76	180,53	35,77	24,71%
Afloramento Rochoso	114,18	124,11	9,92	8,69%

Fonte – Elaboração própria

Neste cenário não foi identificada a presença urbana em topos de morros. Entretanto, apesar de aparentemente ser uma boa notícia, é importante destacar que o fato de não haver o registro de área urbanizada significa dizer que a redução das áreas de APP possibilitou a expansão de áreas urbanas para regiões que antes eram protegidas e agora não o são mais. Assim, pode-se dizer que os parâmetros de declividade e altura do Código Florestal atual não são capazes de impedir o avanço da urbanização em topos de morros.

Ainda se tratando desta baixa quantidade de topos de morros demarcados sobre o município, o mapa apresentado na figura 26 mostra que somente nas regiões mais próximas à fronteira, ao sul do município, identificou-se a maior parte das APPs do atual Código Florestal. Tal fato ocorrido está ligado à ocorrência da combinação de alturas e inclinações elevadas e diminui à 0 hectares de áreas urbanizadas por condições inviáveis de moradias.

Além disso, vale a pena destacar, de acordo com a figura 25, que as regiões mais próximas ao sul município de Nova Friburgo, há predominância de Unidades de Conservação da natureza. Estas circunstâncias tornam a fiscalização destas regiões mais rigorosas por conta da presença do Parque estadual dos Três Picos e das Áreas de Preservação Ambientais que permitem um uso sustentável das atividades antrópicas, impedindo um crescimento urbano como ocorre na região do distrito Sede de Nova Friburgo.

A ausência de silvicultura está relacionada ao mesmo fator que induz a falta de presença de área urbanizada, uma alta incidência de unidades de conservação

que promove a preservação das florestas mesmo que ocorra uma pequena quantidade de terras de atividades agropastoris.

Ao avaliar o uso das classes de Agricultura e Mosaico de agricultura e pastagem não foi possível identificar a mesma transição entre os tipos uso da terra. Isso porque não há um saldo significativo referente à área que cada uma das culturas representa. O gráfico 7 mostra esta pequena variação de aumento de 35,77 hectares de terras de mosaico de agricultura e pastagem e uma redução de 2,69 hectares de terras de pastagens.

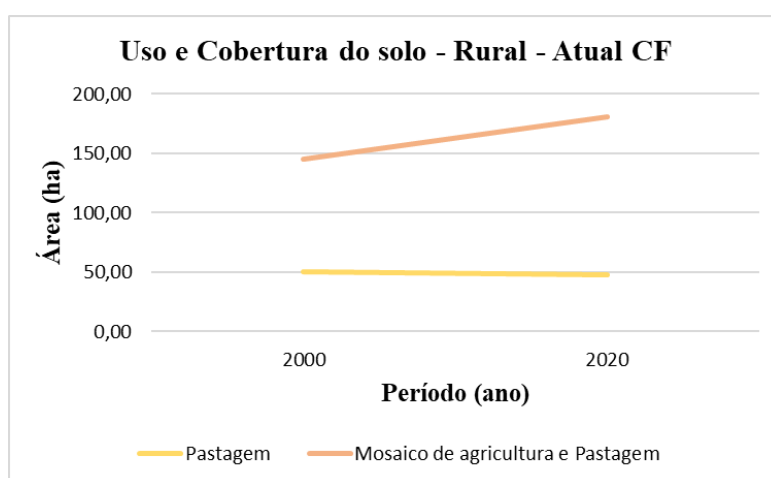


Gráfico 6: Cenário 2 - Pastagem e Mosaico de agricultura e pastagem  
Fonte –Elaboração própria

Ao verificar a classe de formação florestal, identificou-se o mesmo padrão de resultados apontados no Cenário 1 dentro das regiões destinadas às APPs de topo de morro destinadas ao atual Código Florestal, onde se manteve acima dos 80%.

No gráfico 7 apresenta-se o Cenário 2 para o ano de 2000 cuja predominância de formação florestal nos morros, montes montanhas e serras se mantém. Além do mais, nota-se que o uso de práticas de agropecuária reduziu-se em comparação ao registrado nas áreas de APP do antigo Código Florestal, atingindo juntas cerca de 9%.

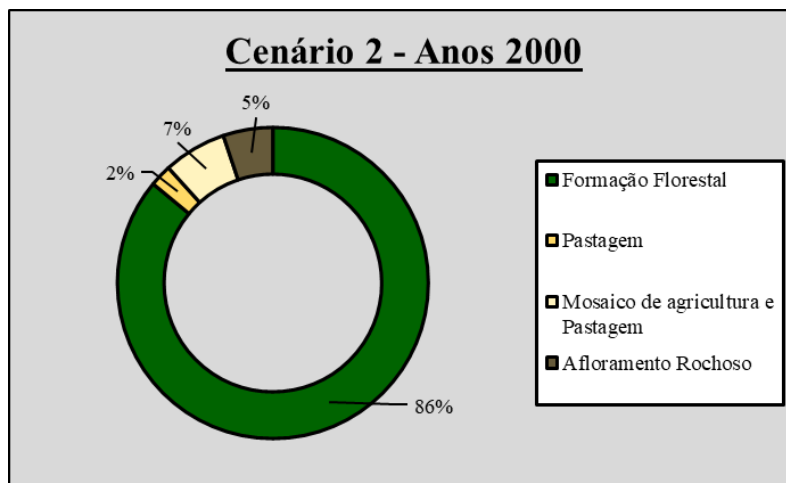


Gráfico 7: Cenário 2 – Ano 2000

Fonte –Elaboração própria

O gráfico 8, por sua vez, apresenta o Cenário 2 para o ano de 2020 onde predominância de formação florestal nos morros, montes montanhas e serras ainda continua similar àquela apresentada no ano 2000. Destaca-se, porém, que apesar de uma queda de 2%, o padrão ainda se estabeleceu acima dos 80%, conforme registrado no Cenário 1.

Nota-se que o aumento de afloramento rochoso foi de 1%, mas não significa dizer que a quantidade de hectares de terras foi maior que a registrada no Cenário 1. Isso porque, a APP do Cenário 2 possui uma demarcação menor e menos quantidade de classes encontradas, o que pode induzir a falsa impressão de que o aumento de 1% é superior aos 0,59% do Cenário 1. As áreas relativas as classes de Área urbanizada e Rios, lagos e oceanos não foram identificadas e por conta disso não estão representadas no gráfico.

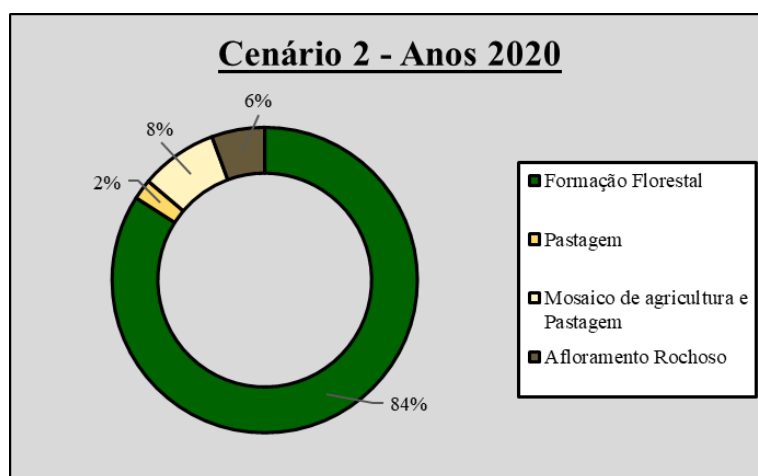


Gráfico 8: Cenário 2 – Ano 2020

Fonte –Elaboração própria



### 4.3.3 Cenário 3 (Zonas de Perda – 2000 e 2020)

Os dois cenários avaliados anteriormente estão vinculados às áreas de APP do antigo Código Florestal e às regiões mantidas protegidas pelo atual Código Florestal. Este subitem é discutido os resultados encontrados para as regiões que deixaram de serem protegidas, ou seja, os 87,72% de perda da APP de topo de morro da antiga lei 4.771/1965.

Da mesma forma que a discussão realizada nos cenários anteriores, a análise do Cenário 3 inicia-se com a apresentação da tabela 9 com o balanço das classes de uso e cobertura do solo registrados conforme presentes nestas regiões antes protegidas do antigo Código Florestal para os anos 2000 e 2020. A estrutura da análise dos resultados dividiu-se novamente em 3 partes. A primeira refere-se ao uso urbano, a segunda trata das classes ligadas as atividades de agropecuária e a última é o cenário da paisagem, ou seja, formação florestal, afloramento rochoso e cursos hídricos.

Tabela 9: Balanço do uso e ocupação do solo (2000 – 2020)

<b>Cenário 3 (Perda)</b>				
CLASSES	Montante - 2000	Montante - 2020	Saldo	
	Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)	(%)
Formação Florestal	13.048,53	12.947,43	-101,10	-0,77%
Silvicultura	4,27	180,15	175,88	4116,94%
Pastagem	1.101,45	737,23	-364,22	-33,07%
Mosaico de Agricultura e Pastagem	1.293,12	1.570,22	277,10	21,43%
Área Urbanizada	3,76	6,45	2,69	71,66%
Afloramento Rochoso	318,86	328,21	9,36	2,94%
Rio, Lago e Oceano	0,00	0,29	0,29	-----

Fonte –Elaboração própria

Os resultados encontrados na tabela 9 se assemelham bastante com os resultados da tabela 5. Isto ocorre pois no cenário 3 temos 87,72% da área estudada no Cenário 1.

As classes “Área Urbanizada”, “Pastagem” e “Silvicultura” mantiveram-se com os crescimentos registrados no Cenário 1. Isto indica novamente que a perda de área protegida, delimitada conforme os antigos parâmetros legais, causa permissibilidade à ocupação e as atividades antrópicas, visto que não a legislação



ambiental não se faz presente nestas localidades. O mesmo é notável para a classe “Rio, Lago e Oceano” cujo crescimento atingiu 0,29 ha. Como estas classes não tiveram modificações, não teve gráfico gerado para as mesmas.

O comportamento identificado no Cenário 1 a respeito da mudança de cultura realizada nas terras demarcadas pela antiga lei, “Pastagem” para “Mosaico de Agricultura e Pastagem” persiste no Cenário 3, ainda que os valores não se assemelhem como no primeiro cenário.

O gráfico 9 apresenta uma variação de perda de 364,22 hectares de “Pastagem” e de crescimento de 277,10 hectares de Mosaico de agricultura e pastagem”.

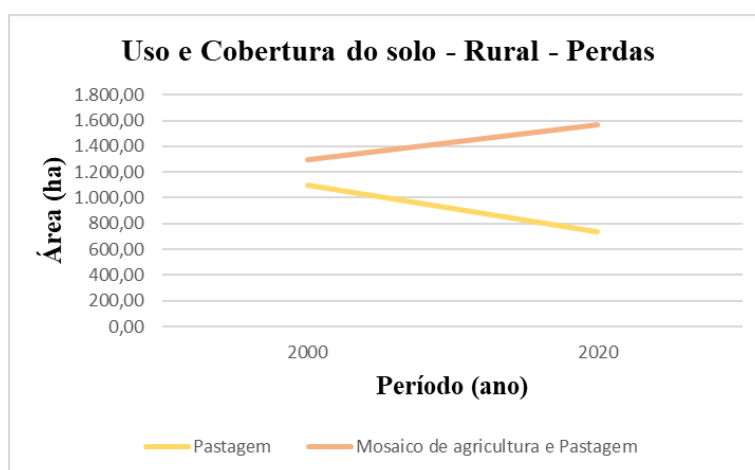


Gráfico 9: Cenário 3 - Pastagem e Mosaico de agricultura e pastagem  
Fonte –Elaboração própria

A classe de "Formação florestal" para o último cenário, não sofreu nenhuma modificação significativa. Os valores identificados no Cenário 1 estão bastante similares e o mesmo padrão de resultados apontados nos Cenários 1 e 2 mostrou que a formação florestal se manteve acima dos 80%.

No gráfico 10 apresenta-se o Cenário 3 para o ano de 2000, onde o uso de práticas de agropecuária representa 15% da área perdida. As áreas relativas à Área urbanizada, Silvicultura e Rios, lagos e oceanos tiveram pouca presença, resultando na ausência delas no gráfico.

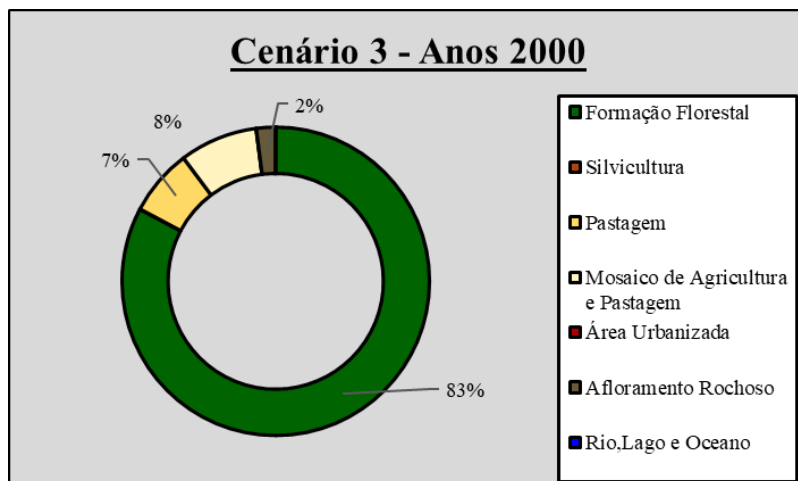


Gráfico 10: Cenário 3 – Ano 2000

Fonte –Elaboração própria

Já no gráfico 11, a presença do crescimento de “Silvicultura” representou creca 1% sobre a região de perda, resultando no aumento das atividades rurais e coincidindo com a redução do percentual de “Formação florestal”. Ao ligar este aumento de atividade antrópica em zonas que foram perdidas pode-se admitir que as mudanças dos parâmetros inclinação e altura impactam na supressão vegetal.

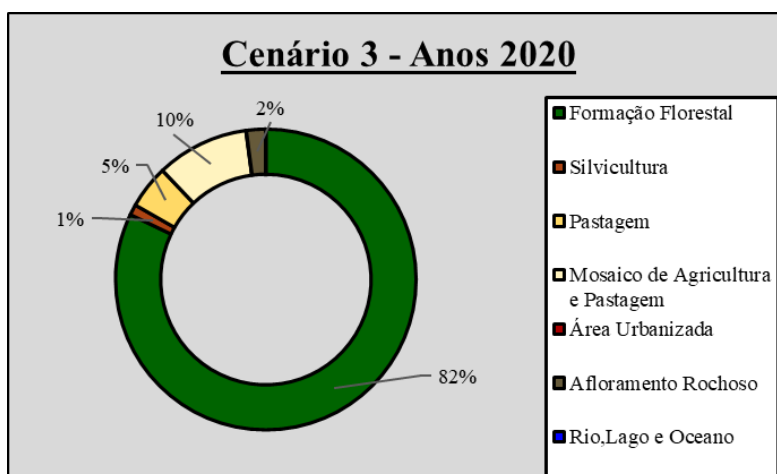


Gráfico 11: Cenário 3 – Ano 2020

Fonte –Elaboração própria

## 5 CONCLUSÕES

Conforme mencionado no capítulo de revisão da literatura a importância da preservação do meio ambiente é o que garante o bem-estar do homem. Isso foi relatado tanto para a preservação das nascentes, quanto para a forma como o solo natural é transformado por ações antrópicas.

Dado o exposto, a preservação dos topos de morro são uma forma de manter estas paisagens intactas. Entretanto as mudanças relatadas na legislação que demarca suas APPs levantaram a hipótese sobre a quantidade e o estado de suas zonas protegidas. Pode-se dizer que a presença antrópica nas zonas protegidas coloca em risco a preservação da fauna e flora, qualidade dos cursos d'água e o ciclo hidrológico local. Esta conclusão é obtida por conta dos resultados encontrados nesta dissertação. Os valores encontrados refletiram uma perda significativa, equivalente a 87,72%, de área protegida quando dimensionados os topos de morros utilizando os padrões decretados pelo antigo código em relação ao atual código florestal frente ao procedimento único utilizado no estado do Rio de Janeiro estabelecido pelo INEA.

Além do estudo constatar perda de área protegida, ambos os cenários analisados no município de Nova Friburgo, para padrões de uso e cobertura do solo, determinado pelo MapBiomass, para os anos 2000 e 2020, mostram resultados que comprovaram a hipótese inicial. Esta por sua vez levantava um pressuposto de que a mudança de parâmetros topográficos pode se tornar um fator lícito que impulsiona a presença antrópica, mesmo que em menor expressão, frente a dimensão territorial municipal, a crescer. A estimativa deste fato foi concluída a partir da análise dos resultados crescentes de atividades antrópicas após 2012, ano cuja lei 12.651 entrou em vigor. Os cenários para o ano de 2020, para ambas as demarcações dos dois Códigos Florestais, mostram em grande número atividades agropastoris.

Desta forma, vale ressaltar que os objetivos do trabalho foram alcançados e, mesmo que não tenha sido elaborado com cartas em escala de 1:25.000, conforme exigido pelo INEA, a escala de 1:50.000 a nível municipal permitiu refletir bons resultados visto que estão na mesma escala dos dados de uso e cobertura do MapBiomass.

A análise utilizada nesta dissertação é importante visto que coloca em questão a forma como é feita a demarcação das regiões de APP de topo de morro em virtude da apresentação de qual Código Florestal garante a melhor preservação ambiental local. Além disso, coloca em xeque as questões legais que são adotadas para delimitar áreas protegidas. Isto porque, o trabalho mostra que não estão sendo tomadas medidas rígidas de controle ambiental nos topos de morro dado o aumento de áreas urbanizadas, uso de agricultura, pecuária e silvicultura nas regiões que deveriam assegurar que não haja presença de atividades antrópicas.

No caso da área de estudo, município de Nova Friburgo, foram identificadas as áreas de preservação permanente de topo de morro. Tal fato ocorre dada a morfologia da região serrana do Estado do Rio de Janeiro conter formações da paisagem que se enquadram na lei e permitem o zoneamento. Entretanto, existem regiões onde as APPs de topo de morro definidas pelo Código Florestal sejam poucas ou não existam por conta da própria morfologia da região pois o Brasil possui uma extensão continental contendo 6 biomas diferentes. O que sugere que seja construída uma legislação específica para cada Estado ou município dada não só a morfologia como também a dinâmica geográfica do território pois há vetores específicos de degradação de cada local

Com relação às pesquisas futuras, pretende-se produzir artigos para análises mais precisas e realizar comparação com cicatrizes na região para identificar se as causas do crescimento podem ser impulsionadas pelos eventos deslocando o crescimento urbano ou pela mudança do Código Florestal. Além disso, buscar replicar a análise em municípios vizinhos como Petrópolis e Teresópolis, localizados na região serrana do Estado do Rio de Janeiro.

Pretende-se, como proposta de outros trabalhos, é realizar com escala mais precisa em 1:2.000 à 1:10.000, em uma região com menor área e recorte temporal de 5 anos, a análise de perda de áreas protegidas e buscando verificar a interlocução entre os tipos de APPs presentes no Código Florestal brasileiro, antes e após o decreto da atual lei nº 12.651 de 2012 (BRASIL, 2012) em destaque para o zoneamento das APPs de nascentes, faixa marginal de proteção de cursos hídricos (FMP) e APP de declividades, além das APPs de topo de morro. Em acréscimo, identificar o uso e cobertura do solo nestas áreas, possibilitando identificar não somente a mudança de área como, também, uma análise do uso e cobertura do solo

local. Em acréscimo a isso, identificação das cicatrizes referentes à deslizamentos de terras a fim de justificar a presença de limitações à ocupação local colocando o Código Florestal brasileiro como base para ordenamento urbano.

AB’SÁBER, A.N. Do Código Florestal para o Código da Biodiversidade. **Biota Neotropica**. São Paulo - Brasil, v. 10, n. 4, p. 331 – 335, nov. 2010

ADUAN, R. E.; VILELA, M. F.; JÚNIOR, F. B. R. **Os Grandes Ciclos Biogeoquímicos do Planeta**. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. 1ª ed. Planaltina, Distrito Federal: Embrapa Cerrado, 2004. 23 p.

ALMEIDA, N. V.; SILVA, M. D. **Geotecnologias e Meio Ambiente: Analisando Uma Área de Proteção Ambiental**. 1ª ed. João Pessoa – PB: FeF Gráfica e Editora, 2016. 238 p.

AZEVEDO, R. E. S; O novo Código Florestal e a flexibilização das intervenções excepcionais em Áreas de Preservação Permanente. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 3, n. 1 (p. 65-93). Universidade de Caxias do Sul – UCS, Brasil – Rio Grande do Sul, 2013

AZEVEDO, A. A.; **Legitimação da insustentabilidade? Análise do sistema de licenciamento ambiental de propriedades rurais – SLAPR (Mato Grosso)**. 2009. 235 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2009.

BOCHNER, J. K.; FILHO, J. M. S.; MUSSI, R. **Adequação Ambiental de Imóveis Rurais Orientações Gerais**. Instituto Estadual do Ambiente – INEA. Rio de Janeiro: Imprimindo Conhecimento Editora e Gráfica, 2015. 52 p.

BRASIL. 1934. Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Dispõe sobre as florestas existentes no território nacional. **Diário Oficial da União**, 9 fev. 1934. Coleção de Leis do Brasil - 1934, Página 519 Vol. 1

BRASIL. 1965. Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 15 de set. 1965

BRASIL. 1985. Resolução Conselho Nacional do Ambiente – CONAMA nº 004 de 8 setembro de 1985.

BRASIL. 1986. Resolução Conselho Nacional do Ambiente - CONAMA nº 001 de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 fev. 1986

BRASIL. 2002. Resolução Conselho Nacional do Ambiente - CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas

de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 mar. 2002.

BRASIL. 2002. Resolução Conselho Nacional do Ambiente – CONAMA nº 303 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 mar. 2002

BRASIL. 2007. Decreto nº 6.321, de 21 de dezembro de 2007. Dispõe sobre ações relativas à prevenção, monitoramento e controle de desmatamento no Bioma Amazônia. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 21 dez. 2007.

BRASIL. 2009. Decreto nº 7.029, de 10 de dezembro de 2009. Institui o Programa Federal de Apoio à Regularização Ambiental de Imóveis Rurais, denominado “Programa Mais Ambiente”, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 10 dez. 2009.

BRASIL. 2012. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 25 mai. 2012.

BRASIL. 2017. Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 6 set. 2017.

BRASIL. 2019. Lei nº 13.887, de 17 de outubro de 2019. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 17 out. 2019.

CARVALHAIS, R. M.; MORAES, N. A.; SILVA, H. F.; BERNARDES, I. M. M. Deslizamento de encostas devido a ocupações irregulares. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba – Brasil. v. 5, n.7, p. 9765 – 9772. jul. 2019.

CALHEIROS, R. O.; TABAI, F. C. V.; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M. **Cadernos da Mata Ciliar: Preservação e recuperação das nascentes de água e de vida**. Secretaria do Meio Ambiente - SMA. 2ª ed. São Paulo, SP: Governo do Estado de São Paulo, 2009. 36 p.

COSTA, A.J.S.T; CONCEIÇÃO, R.S.; AMANTE, F.O As enchentes urbanas e o crescimento da cidade do Rio de Janeiro: Estudos em direção a uma cartografia das enchentes urbanas. **Geo UERJ - Instituto de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro - Brasil n. 32. mai. 2018.

DANTAS, M. E.; MORAES, J. M.; FERRASSOLI, M. A.; JORGE, M. Q.; HILQUIAS, V. A. **Geodiversidade do Estado do Rio De Janeiro: Programa geologia do Brasil; levantamentos da geodiversidade**. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Rio de Janeiro: 2020. 236 p.

EGLER, C. A. G. Risco ambiental como critério de gestão do território: Uma aplicação à zona costeira brasileira. **Revista Território**. 1996.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Código Florestal: Adequação ambiental da paisagem rural**. Entenda a Lei 12.651 de 25 maio de 2012. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal> > Acesso em: 20 de abr. 2022

FILHO, D. S. V.; SILVA, F. B.; VERAS, R. L. O. M.; NÓBREGA, F. A. R. Infraestrutura Urbana: Infraestrutura e o Crescimento Populacional no Brasil. **Cadernos de Graduação – Ciências Exatas e Tecnológicas**. Sergipe - Brasil. v. 1, n. 16, p. 19-25. mar. 2013

FILHO, B. S.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. Cracking Brazil's forest code. **Science**. v. 344, p. 363-364, abr. 2014.

Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos - CEPERJ. **Séries Históricas**. CEPERJ – Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <[http://arquivos.proderj.rj.gov.br/sefaz\\_ceperj\\_imagens/Arquivos\\_Ceperj/ceep/dados-estatisticos/series-historicas/excel/copos/8.1%20Demografia%20-%20Popula%C3%A7%C3%A3o%20Residente/Tab%208.1.2.170.htm](http://arquivos.proderj.rj.gov.br/sefaz_ceperj_imagens/Arquivos_Ceperj/ceep/dados-estatisticos/series-historicas/excel/copos/8.1%20Demografia%20-%20Popula%C3%A7%C3%A3o%20Residente/Tab%208.1.2.170.htm)> Acesso em: 17 de fev. 2022

GOMES, M. A. F.; PEREIRA, L. C. **Áreas Frágeis no Brasil: subsídios à legislação ambiental**. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. 1ª ed. Jaguariúna, São Paulo: Embrapa Meio Ambiente, 2011. 30 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2017). **Censo Agro 2017: população ocupada nos estabelecimentos agropecuários cai 8,8%**. Disponível em: < <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/25789-censo-agro-2017-populacao-ocupada-nos-estabelecimentos-agropecuarios-cai-8-8> > Acesso em: 15 jul. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados – Município de Nova Friburgo**. IBGE População estimada, 2021. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/nova-friburgo.html> > Acesso em: 17 de fev. 2022

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma perspectiva em Recursos Terrestres**. 2ª ed. Versão Traduzida, São José dos Campos, SP, Brasil: Parêntese editora, 2009. 598 p.

LEBRÃO, M. L. O envelhecimento no Brasil: aspectos da transição demográfica e epidemiológica. **Saúde Coletiva**. São Paulo - Brasil. v. 4, n. 017, p. 135-140. 2007.



MACHADO, P. J. O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à Hidrogeografia**. Printed in Brazil: CENGAGE Learning, 2013. 178 p.

Mato Grosso. 2008. Lei complementar nº 343, de 24 de dezembro de 2008. Cria o Programa Mato-grossense de Regularização Ambiental Rural – MT LEGAL. **Palácio Paiaguás**, Cuiabá, MT, 24 de dez. 2008

Mato Grosso. 2016. Lei complementar nº 412, de 18 de agosto de 2016. Institui no município de Cuiabá o alvará de construção automático e dá outras providências. **Palácio Alencastro**, Cuiabá, MT, 18 ago. 2016.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: 2012. 276 p.

OLIVEIRA, T. G.; FRANCISCO, C. N. Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente e as Mudanças no Código Florestal. **Caderno de Geografia**, v.28, n.53, 2018.

OLIVEIRA, T. G.; FRANCISCO, C. N.; BOHRER, C. B. A. Áreas de Preservação Permanente (APP) no topo de morros no estado do Rio de Janeiro: uma avaliação dos dispositivos legais em diferentes unidades geomorfológicas. Universidade Federal de Santa Maria- UFSM. **Ciência Florestal** v. 31, n. 1, p. 491-514, jan./mar. 2021.

PAULINO, E. T.; A mudança do Código Florestal brasileiro: em jogo a função social da propriedade. **Campo-Território: Revista de geografia agrária**, v. 7, n. 13, p. 40-64, fev. 2012

Projeto MapBiomas – **Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**, publicado em ago. 2021. Acessado em: ago. 2022. Disponível em: < [https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/collection-6/lclu/coverage/brasil\\_coverage\\_2020.tif](https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/collection-6/lclu/coverage/brasil_coverage_2020.tif)>

RAMOS, R.I. **Alterações do código florestal brasileiro e implicações na conservação de áreas naturais de topos de morros**. Dissertação (Mestrado em sustentabilidade na Gestão Ambiental) - Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, 2018.

RAJÃO, R.; GIUDICE, R. D.; HOFF, R. V. D.; CARVALHO, E. B. **Uma breve história da legislação florestal brasileira**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Expressão, 2021. 171 p.

Rio de Janeiro. 2014. Resolução INEA nº 93 de 24 de outubro de 2014. Estabelece a metodologia a ser utilizada para delimitação de área de preservação permanente de topo de morro no Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Estado do Ambiente. Rio de Janeiro, RJ, 24 out. 2014.

Rio de Janeiro. 2017. Resolução INEA nº 143 de 14 de junho de 2017. Institui o Sistema Estadual de Monitoramento e Avaliação da Restauração Florestal

(SEMAR) e estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre elaboração, execução e monitoramento de projetos de restauração florestal no Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Estado do Ambiente. Rio de Janeiro, RJ, 14 jun. 2017.

SAUER, S.; FRANÇA, F. C.; Código Florestal, função socioambiental da terra e soberania alimentar. **CADERNO CRH**, Salvador, v. 25, n. 65, p. 285-307, mai./ago. 2012

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2ª ed. São Paulo: Oficina dos Textos, 2013. 583 p.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações - Rio de Janeiro**. Acessado em: ago. 2022. Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Prevencao-de-Desastres/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes---Rio-de-Janeiro-5082.html>>

SILVA, J.L.G.; WEGNER, N.; OSMAN, Y.; ALVES, A.R. Delimitação de áreas de preservação permanente em topo de morro utilizando o QGIS. **In: XVII Simposio Internacional en Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica**. Puerto Iguazú. Anais... Luján: Editorial Universidad Nacional de Lujan, 2017, v. 1, p. 2161-2172.

TEIXEIRA, M. F. M. **Planejamento urbano e desenho urbano: Um estudo sobre suas relações múltiplas e mutantes**. 2013. 141 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia -CCET, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2013.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. de O. **Introdução à hidrogeologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 178 p.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Ministério das Cidades – Global Water Partnership - Wolrd Bank – Unesco, 2005. 270 p.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul - UFRGS: ABRH. 4ª ed., 2012. 944 p.

VASCONCELOS, A. M. N.; GOMES, M. M. F. Transição demográfica: a experiência brasileira. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 539-548, dez. 2012.