

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

VINÍCIUS DUARTE NADER MARDENI

GEOTECNOLOGIA APLICADA AO CONFRONTO DO USO E OCUPAÇÃO  
DA TERRA COM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2019

VINÍCIUS DUARTE NADER MARDENI

GEOTECNOLOGIA APLICADA AO CONFRONTO DO USO E OCUPAÇÃO  
DA TERRA COM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

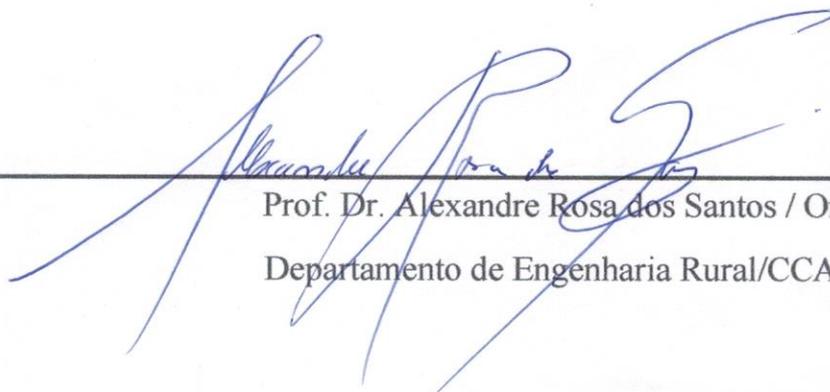
2019

## VINÍCIUS DUARTE NADER MARDENI

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Aprovada em: 11 de novembro de 2019

## COMISSÃO EXAMINADORA



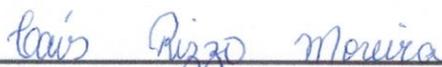
---

Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos / Orientador  
Departamento de Engenharia Rural/CCA/UFES



---

Doutoranda Káise Barbosa de Souza / Examinadora  
DCFM/UFES



---

Doutoranda Taís Rizzo Moreira / Examinadora  
DCFM/UFES

A MINHA FAMÍLIA,

ROSEANE MARTINS DUARTE, JORGE NADER MARDENI,  
BÁRBARA DUARTE E MIGUEL C. DUARTE NADER, ESSENCIAIS  
NESSE PROCESSO.

DEDICO ESTA MONOGRAFIA

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai e a minha mãe, Jorge e Roseane, os maiores patrocinadores dos meus sonhos.

Aos meus irmãos, Rodrigo, Bárbara e João, por terem me escutado em momentos difíceis.

Ao meu filho, Miguel, por ser a fonte de minhas forças durante a graduação.

Ao meu orientador, Professor Alexandre Rosa dos Santos, pela paciência, por todo conhecimento compartilhado e por acreditar em mim.

Aos professores do CCAE e do DCFM, por toda contribuição profissional e pessoal durante a etapa de graduação.

Aos amigos Gabriel Madeira, Saulo Mateus, Jessé, Guilherme, Anderson, Erasmus, Gabriel Brunoro, Agatha, Paola, Tamyris, Grasielle, Dhara, Lorena e Laís por terem sido minha família aqui em Alegre. Muito do que cresci devo à nossa amizade, da UFES para o resto da vida.

Aos amigos inesperados que surgiram durante a caminhada da graduação, em especial: Ronald, Nayara, Daniely e Maria obrigado por todo aprendizado, paciência, risadas e compreensão.

A todas as pessoas do GAGEN, em especial, Gisely, Kaíse, Rita e Taís, por terem me proporcionado um ambiente de aprendizado e por terem me dado apoio para realizar minha pesquisa.

## RESUMO

As questões mais preocupantes, quando se trata de uso e ocupação da terra, são com relação ao confronto com as áreas de preservação permanente. Neste contexto, objetivou-se com a elaboração desse trabalho avaliar a evolução do uso e ocupação da terra e as áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio Jucu, situada no estado do Espírito Santo. Os objetivos específicos foram: (i) mapear o uso e ocupação da terra no ano de 2005 e 2018; (ii) analisar as mudanças de uso e ocupação da terra entre os dois anos; (iii) examinar a contribuição de cada classe na variação total das classes que tiveram variação líquida expressiva; (iv) delimitar as APP para ambos os anos de acordo com o novo código florestal brasileiro; e, (v) comparar as classes de uso e ocupação da terra dentro de cada APP. Para realizar o mapeamento do uso e ocupação da terra foi utilizado a plataforma do MapBiomas, que toma por base imagens dos satélites Landsat. As Áreas de Preservação Permanente foram delimitadas de acordo com os critérios estabelecidos pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 a qual dispõe sobre parâmetros, definições e limites das APP, utilizando o aplicativo computacional ArcGis® 10.3. A partir dos resultados obtidos, foi possível inferir que ao longo do período analisado as classes de formação florestal e pastagem foram as mais expressivas. A APP de cursos d'água obteve maior participação em termo de área em relação as demais categorias, no entanto, observou que tal categoria de APP possui menor área vegetada, sendo inferior a 50% da área, valor que indica um baixo grau de preservação. Dessa forma, conclui-se que houve a extinção de uma das classes de uso e ocupação da terra (Apicum), parte da área da classe de formação florestal evoluiu para floresta plantada e foi possível constatar que pastagem foi a classe que apresentou maior perda de área. Já as classes de formação florestal, mosaico de agricultura, pastagem e floresta plantada apresentaram um incremento de área.

Palavras-chave: Sistemas de informações geográficas, Código florestal, Preservação ambiental.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	v
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	2
<b>2.1 Objetivo geral</b> .....	2
<b>2.2 Objetivos específicos</b> .....	2
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
3.1 Bacias hidrográficas .....	3
3.2 Áreas de preservação permanente (APPs) .....	3
3.3 Uso e ocupação da terra .....	4
3.4 Sistema de informações geográficas (SIG).....	5
3.5 Sensoriamento remoto .....	5
3.6 MapBiomias .....	6
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	8
4.1 Caracterização da área de estudo .....	8
4.2 Mapeamento do uso e ocupação da terra e análise das mudanças ocorridas entre o ano de 2005 e 2018 na BHRJ .....	11
4.3 Delimitação das áreas de preservação permanente (APPs) .....	14
4.4 Confronto do uso e ocupação da terra (2005 e 2018) com as APPs .....	18
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	20
5.1 Classes amostrais de Uso e Ocupação da Terra Para os anos de 2005 e 2018 .....	20
5.2. Áreas de preservação permanente .....	23
5.3. Confronto de uso e ocupação da terra com as APP .....	25
5.3.1 Comparação das classes de uso e ocupação da terra de 2005 e 2018 com cada tipo de APP .....	26
5.4. Análise das mudanças de uso e ocupação da terra .....	30

<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>7. REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>37</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Bacia hidrográfica do rio Jucu, ES, Brasil.....	8
Figura 2 - Fluxograma contendo as etapas metodológicas da análise das mudanças .	11
Figura 3 - Estatística de acurácia geral .....	14
Figura 4 - Fluxograma contendo a metodologia utilizada para delimitação da APP na bacia hidrográfica do rio Jucu, de acordo com a legislação .....	18
Figura 5 - Fluxograma contendo as etapas metodológicas do confronto do uso e ocupação da terra com as APPs.....	19
Figura 6 - Classes de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do rio Jucu, ES, para o ano de 2005.....	20
Figura 7 - Classes de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do rio Jucu, ES, para o ano de 2018.....	21
Figura 8 - Áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio Jucu, ES, Brasil .....	23
Figura 9 - Avaliação quantitativa (Ganhos e Perdas em km <sup>2</sup> ), por classe de uso e ocupação da terra, entre os anos de 2005 e 2018 .....	30
Figura 10 - Variação líquida (km <sup>2</sup> ) por classe de uso e ocupação da terra, entre os anos de 2005 e 2018 .....	31
Figura 11 - Contribuição de cada classe para a transformação da pastagem, entre os anos de 2005 e 2018 .....	32
Figura 12 - Contribuição de cada classe para a transformação da formação florestal, entre os anos de 2005 e 2018 .....	33
Figura 13 - Contribuição de cada classe para a transformação de mosaico de agricultura e pastagem, entre os anos de 2005 e 2018 .....	34
Figura 14 - Contribuição de cada classe para a transformação de floresta plantada, entre os anos de 2005 e 2018 .....	35

## **LISTAS DE QUADROS**

Quadro 1 - Descrição das classes de uso e ocupação da terra da área de estudo.....	12
Quadro 2 - Legislação adotada para delimitação das quatro classes de APP.....	15

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do rio Jucu, referente ao ano de 2005 e 2018.....	22
Tabela 2 - Área real dos diferentes tipos de APP e seus percentuais em relação à área total de APP para a bacia .....	24
Tabela 3 - Confronto do uso e ocupação da terra em relação à APP Total .....	25
Tabela 4 - Comparação das classes de uso e ocupação da terra com as APP de cursos d'água .....	26
Tabela 5 - Comparação das classes de uso e ocupação da terra com as APP de nascentes .....	27
Tabela 6 - Comparação das classes de uso e ocupação da terra com as APP de declividade .....	28
Tabela 7 - Comparação das classes de uso e ocupação da terra com as APP de topo de morro .....	29

## 1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Jucu (BHRJ), que está inserida em área de domínio do bioma da mata atlântica, é uma das principais bacias hidrográficas do Espírito Santo, com uma área de aproximadamente 2.092 km<sup>2</sup> (209.200 hectares) exercendo um papel vital no abastecimento de água para a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), em que desempenha um papel essencial na economia e garante parte da geração de energia elétrica. A BHRJ abrange os municípios de Domingos Martins, Marechal Floriano e Viana em sua totalidade, e parcialmente os municípios de Cariacica, Guarapari e Vila Velha (AGERH, 2015).

O bioma da Mata Atlântica corresponde a, aproximadamente, 13% do território nacional. Em virtude do crescimento populacional e das práticas agrícolas, o território deste bioma vem sendo utilizado de forma indevida acarretando perda da variedade biológica de espécies da fauna e da flora (MMA, 2010).

A proteção e conservação das áreas de preservação permanente possui importâncias físicas e biológicas, a qual proporciona a estabilidade do solo, evitando erosão, protegendo os cursos d'água e estradas, bem como refúgio e alimento para os animais, incluindo insetos polinizadores.

Dessa forma, para um melhor entendimento dos principais fatores que contribuem para a redução do bioma na bacia hidrográfica do rio Jucu e mudanças de uso e ocupação da terra dentro das áreas de preservação permanente, utiliza-se dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e de dados do Sensoriamento Remoto, que vem contribuindo para o mapeamento e análises espaciais e temporais mais precisas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar a evolução do uso e ocupação da terra para os anos de 2005 e 2018, e confrontar com as Áreas de Preservação Permanente da bacia hidrográfica do rio Jucu, situada no estado do Espírito Santo.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Mapear o uso e ocupação da terra no ano de 2005 e 2018;
- Analisar as mudanças de uso e ocupação da terra para os anos de 2005 e 2018;
- Examinar a contribuição de cada classe na variação total das classes de uso e ocupação da terra que tiveram variação líquida expressiva;
- Delimitar as APP para ambos os anos de acordo com o novo código florestal brasileiro;
- Comparar as classes de uso e ocupação da terra dentro de cada tipo de APP.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Bacias hidrográficas

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2015) uma bacia hidrográfica é determinada por um território composto por diversos cursos d'água, no qual parte da chuva cai na bacia e outra parte escoar e se infiltra no solo.

Uma bacia hidrográfica é uma porção geográfica delimitada por divisores de água, que engloba toda a área de drenagem de um curso d'água. É uma unidade geográfica natural e seus limites foram estabelecidos pelo escoamento das águas sobre a superfície, ao longo do tempo. É, portanto, o resultado da interação da água com outros recursos naturais (SANTANA, 2003).

Utilizar as bacias hidrográficas como unidade de estudo, permite identificar os problemas que geram impactos negativos, visto que grande parte das áreas das bacias hidrográficas são exploradas de maneira a integrar os recursos naturais e a socioeconomia, em que estabelece a preservação ambiental e uma fonte de renda para o agrário.

#### 3.2 Áreas de preservação permanente (APPs)

Segundo Schäffer et al (2011)

As APPs são aquelas áreas protegidas nos termos dos arts. 2º e 3º do Código Florestal. O conceito legal de APP relaciona tais áreas, independente da cobertura vegetal, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Ainda referente ao MMA, o código florestal preconiza faixas e parâmetros para os diferentes tipos de APPs. A respeito das faixas mínimas a serem preservadas nas margens dos cursos d'água (rio, nascente, lago ou lagoa) faz-se necessário não apenas a conservação da vegetação, mas também quanto a largura e as particularidades do curso d'água, independentemente da localização, seja ela em área urbana ou rural.

A Fundação Fia (acesso em 15 nov. 2019) define que as áreas de preservação permanente são áreas de grande importância ecológica, cobertas ou não por

vegetação nativa, que têm como função preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e da flora, a proteção do solo e assegurar o bem estar das populações humanas.

As APPs são espaços territoriais destinados para proteger o ambiente natural, o que significa que a supressão de paisagens naturais, dentro dessas áreas são inapropriadas e ilegais. De tal forma, a manutenção da conservação nestas áreas de preservações permanentes são fundamentais para evitar efeitos erosivos e de lixiviação dos solos, uma vez que elas contribuem diretamente para o fluxo hídrico, redução do assoreamento, no qual traz benefícios para a humanidade.

### 3.3 Uso e ocupação da terra

Para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013) a investigação dos estudos de solo ocorre de acordo com a identificação de certos padrões que podem ser encontrados na cobertura terrestre. Tais tipos de pesquisa requerem atividades tanto em campo, quanto em escritório, propensa ao entendimento, análise e registro de observações da paisagem relativas aos tipos de uso da terra e sua cobertura, objetivando sua classificação e espacialização.

O uso da terra representa o momento “atual” e deverá nortear as discussões sobre as regiões com maior potencialidade para determinado indicativo de uso (VENTURIERI; MONTEIRO; MENEZES, 2010).

A importância da caracterização do uso da terra reside no fato de que este tema representa, por si só, um conjunto de atividade desenvolvidas que visa o desenvolvimento socioeconômico de uma região. Os diversos modelos produtivos adotados refletem, direta e indiretamente, as políticas adotadas, ou mesmo ausentes, para uma região e funcionam como indicadores de “sustentabilidade” das atividades (VENTURIERI; MONTEIRO; MENEZES, 2010).

### 3.4 Sistema de informações geográficas (SIG)

Para o IBGE (2006) o sistema de informação geográfica é uma estrutura de elaboração de dados próprio para o armazenamento, transformação, recuperação, coleta e visualização de dados e outras informações. Sendo composto por diferentes tecnologias do geoprocessamento, que permitiu o tratamento de dados de atributos ou dados espaciais. Além disso, o SIG possui uma variedade de ferramentas para se fazer diagnósticos, nos quais explicam-se algumas questões ou dúvidas na área de importância.

O SIG é um tipo especial de sistema de informações. Os sistemas de informações são utilizados para manipular, sintetizar, pesquisar, editar e visualizar informações, geralmente armazenadas em bases de dados computacionais. A ferramenta possibilita obter informações sobre o que está/ou ocorre na superfície da Terra (FERREIRA, 2006)

Sendo assim, o SIG é uma tecnologia que possui a capacidade necessária para produzir análises com dados espaciais, oferecendo, ao ser executada, maneiras para a compreensão e utilização do meio físico.

### 3.5 Sensoriamento remoto

A aquisição de imagens da superfície terrestre sem que precise do contato físico entre o equipamento, no caso, o sensor e o objeto, é a definição mais simples do que é sensoriamento remoto (MENESES; ALMEIDA, 2012).

Uma definição mais científica que se pode dar ao Sensoriamento Remoto seria: uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres (MENESES; ALMEIDA, 2012).

As definições que se encontram na literatura são semelhantes, sendo apenas parcialmente diferentes, uma vez que é uma tecnologia que vem sendo aprimorada constantemente, permitindo que as pessoas adquiram medidas de objetos sem

precisar tocá-los e que concede uma grande quantidade de recursos determinados por imagens de resoluções espaciais e espectrais.

### 3.6 MapBiomias

Segundo BELMONT (2018) uma das iniciativas brasileiras quanto as inovações no mapeamento de uso e ocupação da terra foi o projeto MapBiomias. BELMONT (2018) ainda explica que este projeto foi iniciado em 2015 durante um seminário realizado em São Paulo que contou com a participação de especialistas em sensoriamento remoto. A grande questão do projeto foi produzir mapas anuais de uso e ocupação da terra para todo o território brasileiro de forma significativamente barata, rápida, e que possibilitassem recuperar o histórico das últimas décadas.

BELMONT (2018) ressalta que o principal propósito do MapBiomias é colaborar com o estudo da dinâmica do uso e ocupação da terra, não somente no Brasil, mas também em outros países tropicais. O MapBiomias busca assim o desenvolvimento e implementação de uma metodologia confiável, rápida e de baixo custo para produzir os mapas anuais; criação de uma plataforma para facilitar a transmissão da metodologia para outros países e regiões; e o estabelecimento de uma rede colaborativa de especialistas nos biomas brasileiros para a realização do mapeamento, e da sua dinâmica de mudanças.

Os mapeamentos foram separados em coleções das seguintes épocas:

- Coleção 1 (2008-2015) (lançamento em abril de 2016);
- Coleção 2 (2000-2016) (lançamento em abril de 2017);
- Coleção 2.3 (2000-2016); (revisada e lançada em dezembro de 2017);
- Coleção 3 (1985-2017) (lançamento em agosto de 2018);
- Coleção 3.1 (1985-2017) (revisada e lançada em abril de 2019);
- Coleção 4 (1985-2018) (lançamento em agosto de 2019).

O MapBiomias divide seus produtos em duas categorias, destinados a todos os públicos e destinados a especialistas ou interessados a se aprofundar (MAPBIOMAS, 2019), sendo eles:

- Mapas de cobertura e uso da terra: são mapas no formato matricial (pixel de 30x 30m;
- Mosaicos de imagens de satélite para cada ano da série histórica;
- Plataforma Web de consulta pública com imagens, mapas e estatísticas das coleções do MapBiomias;
- Plataforma Web de trabalho (MapBiomias Workspace);
- WebCollect;
- Coleção de scripts de processamento e classificação das imagens;
- Notas metodológicas.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo corresponde a bacia hidrográfica do rio Jucu, localizada na região Centro-Sul do estado do Espírito Santo (Figura 1).

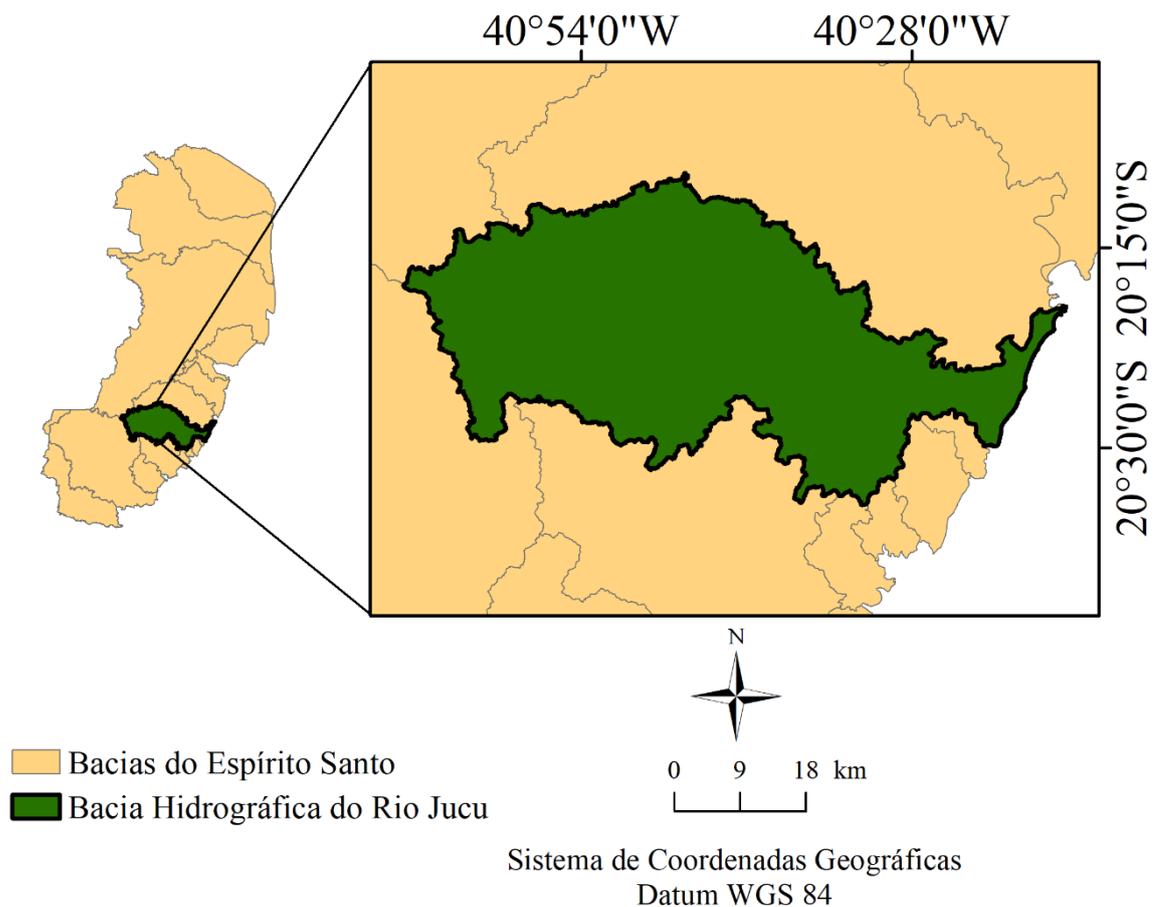


Figura 1 - Bacia hidrográfica do rio Jucu, ES, Brasil

Fonte: O autor.

A bacia hidrográfica do rio Jucu localiza-se no estado do Espírito Santo (ES), mais precisamente entre os paralelos 20°10' e 20°40' de latitude sul e os meridianos 41°9' e 40°16' de longitude oeste. A área da bacia é ocupada em sua maioria pelo uso agropecuário, sendo os cursos de água utilizados, predominantemente, para a geração de energia elétrica, irrigação de lavouras, pesca, turismo, abastecimento de água,

além de desenvolvimento industrial. A BHRJ possui uma área de drenagem de aproximadamente 2.092 km<sup>2</sup>, equivalente a 209.200 hectares, dos quais abrange seis municípios.

A região hidrográfica do rio Jucu faz parte do bioma da Mata atlântica, inserida no estado do Espírito Santo, sendo os principais afluentes os rios Jucu - Braço Norte e Jucu - Braço Sul, cujo nascente se localiza na região de Pedra Azul, local de forte turismo no Estado.

De acordo com a classificação de KÖPPEN, a região possui dois tipos climáticos, um quente e úmido e outro tropical de altitude (mesotérmico), que são os mais frequentes no estado do Espírito Santo. Os principais tipos climáticos existentes na bacia hidrográfica do rio Jucu são: Aw, Am, Cf e Cw, abrangendo ainda as variações climáticas Cfa, Cfb, Cwa e Cwb. Portanto, têm-se (OLIVEIRA apud CSMJ/HABTEC, 2011):

- Aw: Clima tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno;
- Am: Clima tropical úmido sem estação seca pronunciada;
- Cfa: Clima brando úmido;
- Cfb: Clima temperado úmido;
- Cwa: Clima brando de inverno seco;
- Cwb: Clima temperado de inverno seco.

A bacia hidrográfica é dotada de uma grande diversidade climática, devido sua grande extensão e seu relevo acidentado, sendo que as características de seu relevo são feitas por cotas altimétricas que variam entre 0 a 2000 metros. Sendo o mesmo, decrescendo em sentido Leste, consequência da sua aproximação com o oceano.

Os principais tipos de solos que compõem a bacias hidrográfica do rio Jucu, bem como suas características, são (OLIVEIRA apud CSMJ/HABTEC, 2011):

- Latossolos:

Santos et al. (2018) define o grupo de solos com B latossólico, como a evolução avançada com atuação expressiva do processo de latolização (ferralitização), resultando em intemperização intensa dos constituintes minerais primários, e mesmo secundários menos resistentes, e concentração relativa de argilominerais resistentes e/ou óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, com inexpressiva mobilização ou migração de argila, ferrólise, gleização ou plintitização.

- Cambiosolos:

Santos et al. (2018) define o grupo de solos pouco desenvolvidos com horizonte B incipiente, pedogênese pouco avançada evidenciada pelo desenvolvimento da estrutura do solo, com alteração do material de origem expressa pela quase ausência da estrutura da rocha ou da estratificação dos sedimentos, cromas mais altos, matizes mais vermelhos ou conteúdo de argila mais elevado que os dos horizontes subjacentes.

- Neossolos:

Santos et al. (2018) define o grupo de solos pouco evoluídos, sem horizonte B diagnóstico definido, são solos em vias de formação, seja pela reduzida atuação dos processos pedogenéticos, seja por características inerentes ao material originário.

- Argissolos:

Santos et al. (2018) define o grupo de solos com B textural, com Argila de atividade baixa, ou atividade baixa, ou atividade alta desde que conjugada com saturação por

bases baixa ou com caráter alumínico. Evolução avançada com atuação incompleta de processo de ferritização, em conexão com paragênese caulínico-oxídica ou virtualmente caulínica ou vermiculita com hidróxi-Al entre camadas na vigência de mobilização de argila da parte mais superficial do solo, com concentração ou acúmulo em horizonte subsuperficial.

#### 4.2 Mapeamento do uso e ocupação da terra e análise das mudanças ocorridas entre o ano de 2005 e 2018 na BHRJ

As etapas metodológicas para análise de mudanças foram realizadas nos aplicativos computacionais ArcGIS® 10.3, SAGA e TerrSet e apresentados na Figura 2.

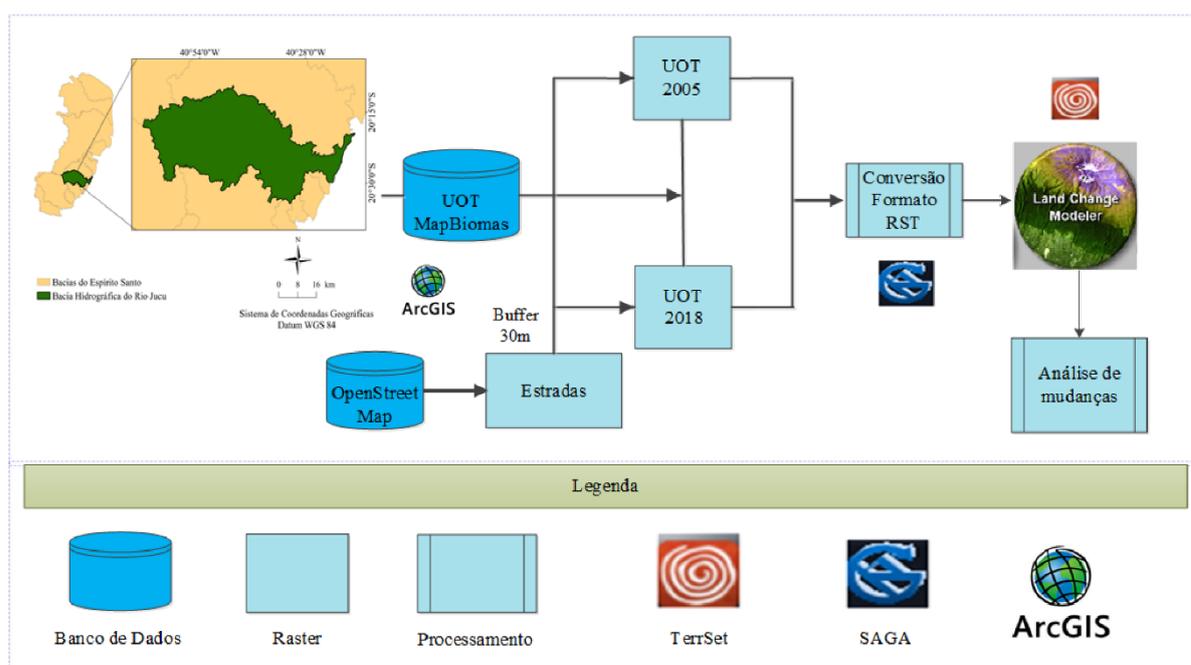


Figura 2 - Fluxograma contendo as etapas metodológicas da análise das mudanças

Fonte: O autor.

Para o mapeamento do uso e ocupação da terra, foram selecionadas duas imagens, de 2005 e 2018, da plataforma do MapBiomas, onde foi obtido as classes de uso e ocupação da terra para o estado do Espírito Santo (Quadro 1), que posteriormente foi recortada com base na área de estudo.

Segundo o MapBiomas (2018) todos os mapas anuais de cobertura e uso e ocupação da terra do MapBiomas são produzidos a partir da classificação pixel a pixel (30 x 30 metros) de imagens dos satélites Landsat (Resolução de 30 metros). Todo processo é feito com extensivos algoritmos de aprendizagem de máquina (*machine learning*) através da plataforma Google Earth Engine que oferece imensa capacidade de processamento na nuvem. Para facilitar a parametrização dos algoritmos e a organização de todas as etapas de processamento utilizam-se as 556 cartas de 1 x 1,5° (lat/long) do IBGE.

Quadro 1 - Descrição das classes de uso e ocupação da terra da área de estudo

Classes de uso e ocupação da terra	Características
Mangue	Formações florestais, densas, sempre-verdes, frequentemente inundadas pela maré e associadas ao ecossistema costeiro de Manguezal.
Afloramento rochoso	Rochas naturalmente expostas na superfície terrestre sem cobertura de solo, muitas vezes com presença parcial de vegetação rupícola e alta declividade.
Apicum	Formações quase sempre desprovidas de vegetação arbórea, associadas a uma zona mais alta, hipersalina e menos inundada que o manguezal.
Corpos d'água	Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água.
Duna	Cordões arenosos, de coloração branco brilhante, onde não há o domínio de vegetação de nenhum tipo.
Floresta plantada	Espécies arbóreas plantadas para fins comerciais (ex. eucalipto, pinus, araucária).
Formação florestal	Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista e Floresta Estacional Semi-Decidual, Floresta Estacional Decidual e Formação Pioneira Arbórea.

Infraestrutura urbana	Áreas urbanizadas com predomínio de superfícies não vegetadas, incluindo estradas, vias e construções.
Mineração	Áreas referentes a extração mineral de grande porte, havendo clara exposição do solo por ação de maquinário pesado.
Mosaico de agricultura e pastagem	Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.
Outra área não vegetada	Áreas de superfícies não permeáveis (infra-estrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes.
Outra formação natural não florestal	Área coberta por vegetação natural, mas pouco densa.
Pastagem	Áreas de pastagens, naturais ou plantadas, vinculadas a atividade agropecuária.
Sem observação	Local onde não foi possível identificar o uso.
Vias pavimentadas e não pavimentadas	Estradas com asfalto ou sem calçamento, estradas de chão.

Fonte: MapBiomias (2019), adaptado pelo autor.

A acurácia geral foi obtida no *site* do MapBiomias (Figura 4), onde é realizada a partir da tabulação cruzada das frequências amostrais das classes mapeadas e reais. Sendo feita uma avaliação de uma amostra de píxeis, chamada de dados de referência composta por aproximadamente 75.000 amostras, sendo o número de amostras já pré-determinado por técnicas de amostragem estatística. Utilizando métricas que comparam a classe mapeada com a classe avaliada pelos técnicos na base de dados de referência.

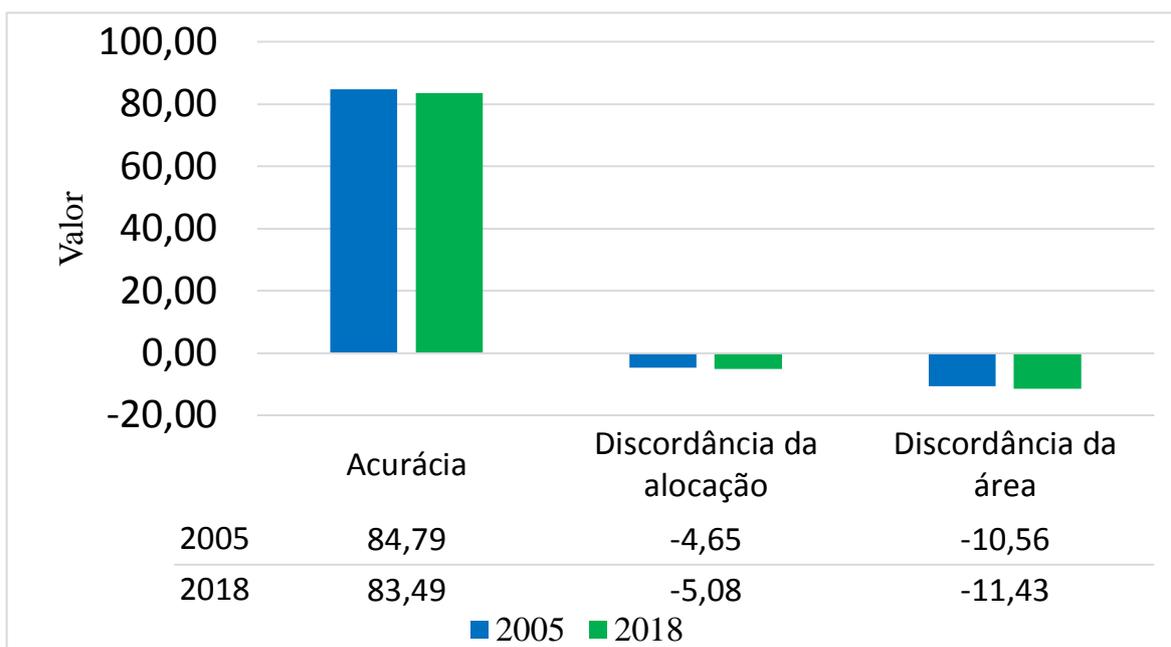


Figura 3 - Estatística de acurácia geral

Fonte: O autor.

#### 4.3 Delimitação das áreas de preservação permanente (APPs)

Para delimitação das APP foram consideradas as quatro classes, mencionadas no Quadro 2, de acordo com os critérios estabelecidos pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 a qual dispõe sobre parâmetros, definições e limites das APP (BRASIL, 2012).

Quadro 2 - Legislação adotada para delimitação das quatro classes de APP

Classes de APP	Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal Brasileiro)
APP- 1 (APP de cursos d'água)	I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura.
APP- 2 (APP de nascentes)	IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;
APP- 3 (APP de declividade)	V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;
APP- 4 (APP de topo de morro)	IX- no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) 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, 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;

Fonte: Brasil (2012).

- Mapeamento da APP de cursos d'água:

Para a obtenção da APP de cursos d'água foi necessária uma base de dados contendo os cursos hídricos.

Os cursos d'água em formato vetorial de linha, foram obtidos no *site* no GEOBASES (<https://geobases.es.gov.br/>). Posteriormente, foram projetados e definido apenas para a área de estudo através da ferramenta *clip*. Após a realização da etapa acima, foi aplicado o comando *buffer*, delimitando-se as faixas marginais com

30 metros em cada margem, o qual considerou-se que a largura de cada curso d'água não ultrapassa 10 metros.

- Mapeamento da APP de nascente:

As nascentes foram marcadas manualmente utilizando o editor do ArcGIS® 10.3 embasando-se na hidrografia gerada na etapa anterior. Cada início de curso d'água foi demarcado com um ponto, gerando um vetor de pontos contendo 5.083 nascentes.

Foi executado o comando buffer, delimitando-se um raio de preservação de 50 metros no entorno de cada uma das nascentes, obteve-se como resultado a APP de nascente.

- Mapeamento da APP de declividade:

Para as APP de declividade foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) da área de estudo, no qual as declividades da BHRJ foram calculadas. Em seguida, atribuiu-se *NoData* para as declividades inferiores a 45° e valor 1 para as declividades superiores a esse valor. Posteriormente o *raster* resultante desse processo foi convertido em vetor, gerando as APP de declividade.

- Mapeamento da APP de topo de morro:

Para a delimitação de APP de topo de morro foi utilizado a extensão de delimitação automática, apresentado por Oliveira e Fernandes Filho (2013), tendo como entrada o MDE reprojeto e saída a APP de topo de morro.

- Mapeamento de APP total:

Através do agrupamento dos dados adquiridos individualmente de cada uma das quatro classes de APP, produziu-se o mapa de APP total da bacia hidrográfica do rio Jucu.

A APP total foi confrontada com o uso e ocupação da terra por meio do cruzamento tabular dos mapas, utilizando-se a técnica de sobreposição. Assim foi possível quantificar e determinar a porcentagem que cada classe de uso e ocupação da terra ocupa dentro da APP total para toda a BHRJ.

Todas as etapas metodológicas para o mapeamento das APPs foram realizadas no aplicativo computacional ArcGIS® 10.3 e apresentados na Figura 3.

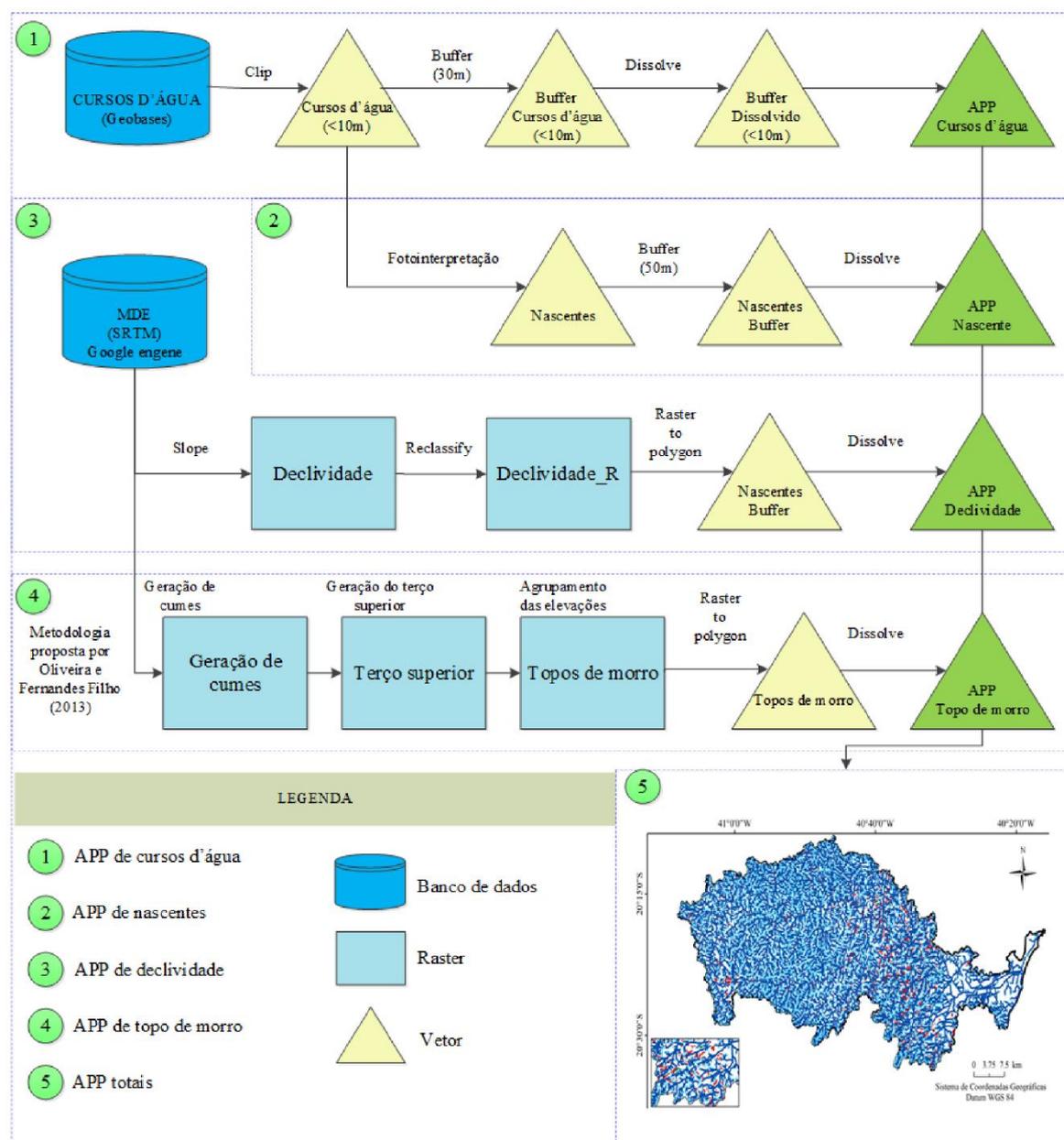


Figura 4 - Fluxograma contendo a metodologia utilizada para delimitação da APP na bacia hidrográfica do rio Jucu, de acordo com a legislação

Fonte: Moreira (2019), adaptado pelo autor.

#### 4.4 Confronto do uso e ocupação da terra (2005 e 2018) com as APPs

Realizou-se o confronto entre os mapas temáticos de uso e ocupação da terra e de APP, através da ferramenta *clip* e a ferramenta *intersect* para uma análise individual do confronto em cada APP separadamente do ArcGis® 10.3, considerando as classes de Afloramento rochoso, Formação florestal, Corpos d'água, Duna,

Mangue, Apicum e Outra formação natural não florestal, como uso e ocupação da terra adequada (não conflitante), em virtude que estas já são classes de uso e ocupação da terra naturais e as demais classes como conflitantes com o código florestal, apresentadas na Figura 5.

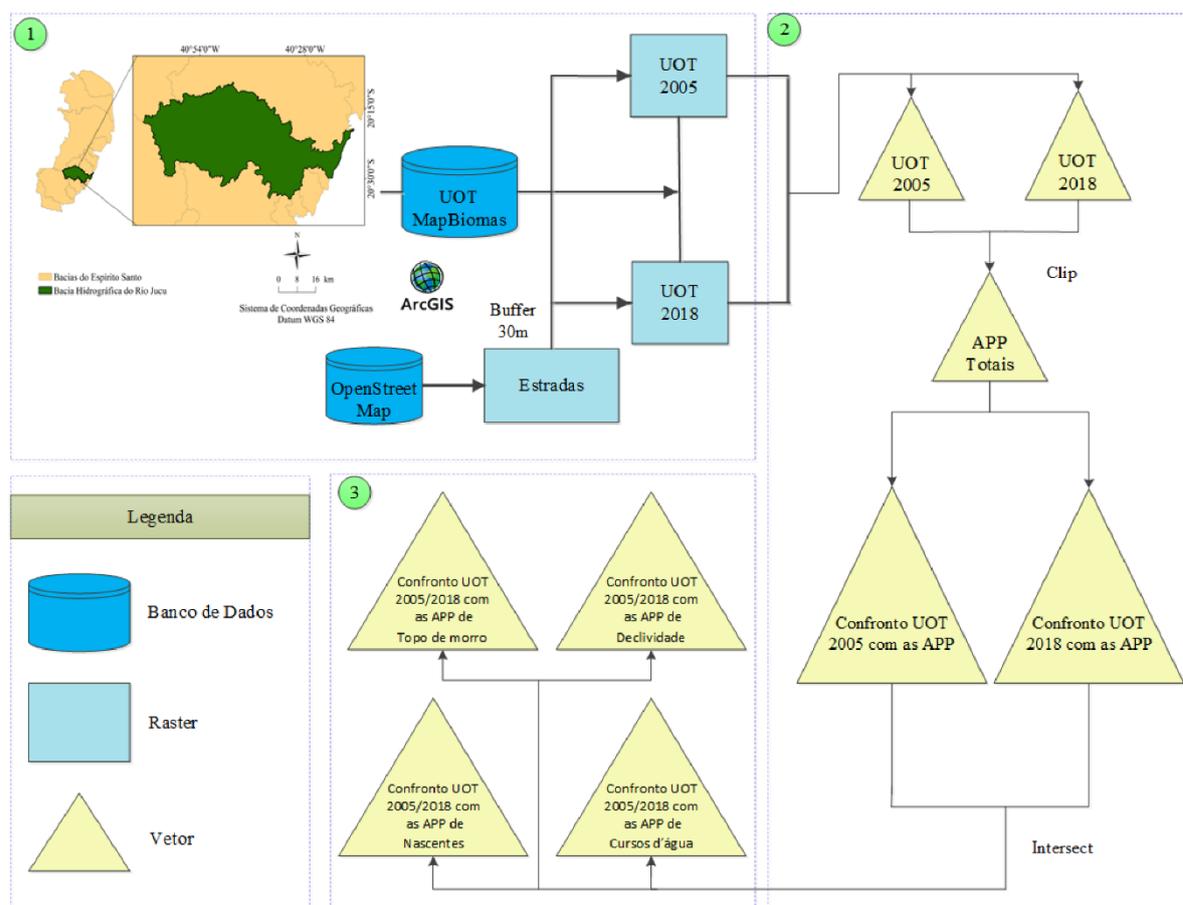


Figura 5 - Fluxograma contendo as etapas metodológicas do confronto do uso e ocupação da terra com as APPs

Fonte: O autor.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapeamento do uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do rio Jucu para os anos 2005 e 2018 é apresentado nas Figuras 5 e 6. E quantificação em quilômetros quadrados e os percentuais em relação à área de estudo são apresentados na Tabela 1.

### 5.1 Classes amostrais de Uso e Ocupação da Terra Para os anos de 2005 e 2018

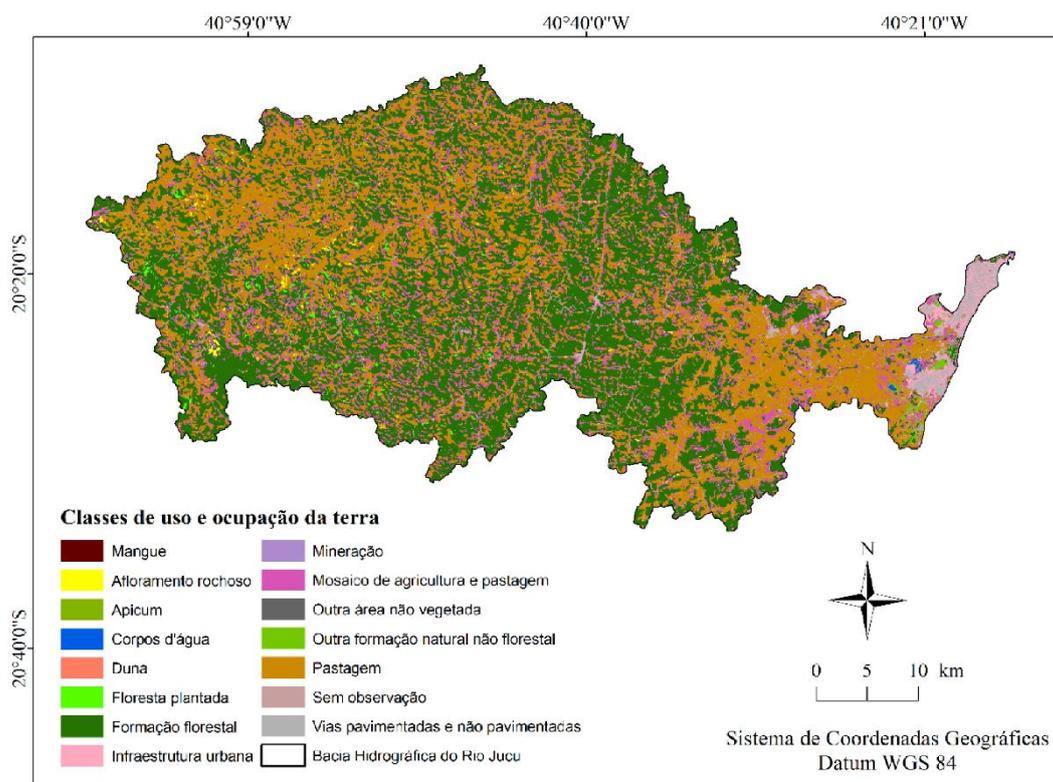


Figura 6 - Classes de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do rio Jucu, ES, para o ano de 2005

Fonte: O autor.

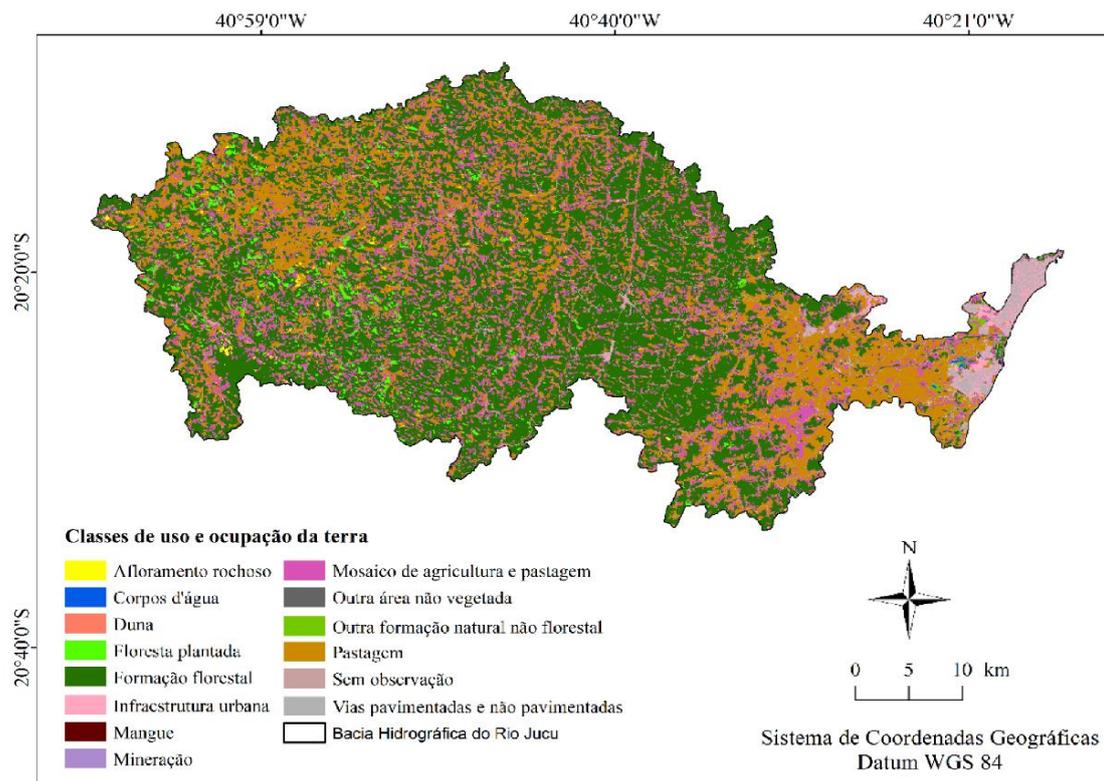


Figura 7 - Classes de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do rio Jucu, ES, para o ano de 2018

Fonte: O autor.

Avaliando-se os resultados presentes na Tabela 1, percebe-se que apesar da diversidade de uso da terra, ocorre o predomínio de formação florestal, pastagem e mosaico de agricultura e pastagem, no qual em ambos os anos, mostrou que a área de estudo se ocupa majoritariamente por estas três classes, acima de 90%.

Tabela 1 - Uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do rio Jucu, referente ao ano de 2005 e 2018

Classes	Ano 2005		Ano 2018		Diferença (2018-2005)	
	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
Afloramento rochoso	8,64	0,41	6,32	0,30	-2,32	-0,11
Apicum	0	0	0	0	0	0
Corpos d'água	1,31	0,06	1,23	0,06	-0,08	0
Duna	0,25	0,01	0,25	0,01	0	0
Floresta plantada	12,92	0,62	41,63	1,99	28,71	1,37
Formação florestal	944,42	45,13	1033,61	49,40	89,19	4,27
Infraestrutura urbana	37,21	1,78	41,49	1,98	4,28	0,20
Mangue	0,07	0	0,07	0	0	0
Mineração	0,01	0	0,03	0	0,02	0
Mosaico de agricultura e pastagem	341,78	16,33	422,03	20,17	80,25	3,84
Outra área não vegetada	0,89	0,04	1,05	0,05	0,16	0,01
Outra formação natural não florestal	7,21	0,34	4,52	0,22	-2,69	-0,12
Pastagem	666,40	31,85	468,87	22,41	-197,53	-9,44
Sem observação	0,13	0,01	0,14	0,01	0,01	0
Vias pavimentadas e não pavimentadas	71,14	3,40	71,14	3,40	0	0
Total	2092,45	100	2092,45	100	0	0

Fonte: O autor.

A classe de uso e ocupação da terra que obteve maior perda foi a de pastagem, a qual houve uma perda de 197,53 km<sup>2</sup>, representando 9,94% da área total da bacia hidrográfica do rio Jucu.

A segunda classe de uso e ocupação de terra que obteve expressiva variação foi a formação florestal, onde ocorreu um acréscimo de 89,19 km<sup>2</sup> em área, o equivalente a 4,27% da área de estudo.

A terceira classe com maior expressão em sua variação foi o mosaico de agricultura e pastagem, com acréscimo de 80,25 km<sup>2</sup> de área, correspondendo a 3,84% da bacia hidrográfica do rio Jucu.

A floresta plantada, também se destacou obtendo um crescimento de 28,71 km<sup>2</sup> de área, sendo proporcional a 1,27% da área de estudo.

## 5.2. Áreas de preservação permanente

O mapeamento das áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio Jucu é apresentada na Figura 8 e as áreas dos diferentes tipos de APP e seus percentuais estão apresentados na Tabela 2.

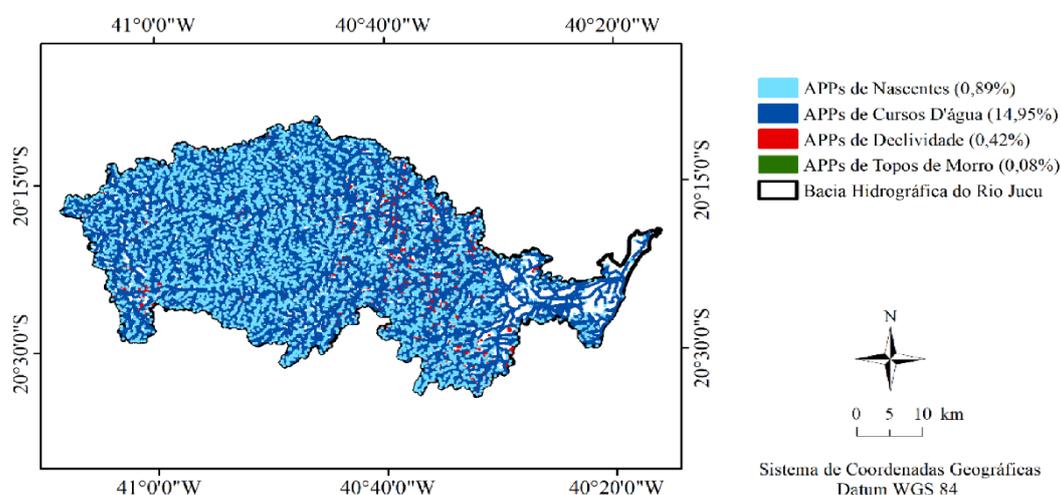


Figura 8 - Áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio Jucu, ES, Brasil

Fonte: O autor.

Tabela 2 - Área real dos diferentes tipos de APP e seus percentuais em relação à área total de APP para a bacia

Classes de APP	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem da área em relação à área total de APP (%)	Porcentagem da área da bacia do rio Jucu (%)
Cursos d'água	3,02	91,46	14,95
Nascentes	0,18	5,46	0,89
Declividade	0,08	2,57	0,42
Topo de morro	0,01	0,51	0,08
Total	3,30	100,00	16,35

Fonte: O autor.

As APP de cursos d'água tem a importância de evitar o escoamento superficial de partículas de solo e outros resíduos para dentro do leito do curso d'água, oriundo das partes mais altas do terreno, que podem afetar a qualidade da água. Considerando que a bacia hidrográfica do rio Jucu possui cursos hídricos iguais ou inferior a 10 metros a área de APP de cursos d'água representou 91,46% da área de APP totais e 14,95% da área do território da bacia.

As áreas próximas as nascentes são de extrema importância para o fornecimento de água para os cursos hídricos, esta categoria é a que possui a segunda maior área dentro da bacia em questão, fato que pode estar associado a quantidade de nascentes mapeadas (5.083).

As APP de declividade foram geradas de acordo com a legislação vigente que considera as áreas com declividade superior a 45°, o que correspondeu a apenas 0,42% da área da bacia.

As APP de topo de morro, foram as que apresentaram menor expressão de áreas em relação a todas as outras categorias, constituindo (0,01 km<sup>2</sup>), encontrando-se em sua maioria no município de Domingo Martins.

Os resultados dos confrontos, para os diferentes anos, foram realizados por meio do cruzamento tabular dos mapas de APP e de uso e ocupação da terra e estão dispostos nas Tabelas 3.

### 5.3. Confronto de uso e ocupação da terra com as APP

Tabela 3 - Confronto do uso e ocupação da terra em relação à APP Total

Classes	Ano 2005		Ano 2018		Diferença (2018-2005)	
	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
Afloramento rochoso	1,13	0,33	0,93	0,27	-0,2	-0,06
Apicum	0	0	0	0	0	0
Corpos d'água	0,24	0,07	0,33	0,10	0,09	0,03
Floresta plantada	0,98	0,28	3,50	1,02	2,52	0,74
Formação florestal	132,62	38,50	152,06	44,15	19,44	5,65
Infraestrutura urbana	2,43	0,71	2,90	0,84	0,47	0,13
Mangue	0,01	0	0,02	0	0,01	0
Mosaico de agricultura e pastagem	69,01	20,04	84,43	24,51	15,42	4,47
Outra área não vegetada	0,15	0,04	0,15	0,04	0	0
Outra formação natural não florestal	1,75	0,51	0,89	0,26	-0,86	-0,25
Pastagem	122,21	35,48	85,31	24,77	-36,9	-10,71
Sem observação	0	0	0	0	0	0
Vias pavimentadas e não pavimentadas	13,91	4,04	13,91	4,04	0	0
Total	344,44	100,00	344,44	100,00	0	0

Fonte: O autor.

A variação do uso e ocupação da terra no ano de 2018 em relação ao ano de 2005 dentro das APP evidenciou todas as classes que perderam território: Afloramento rochoso (-0,06%), outra formação natural não florestal (-0,25%) e

pastagem (-10,71), das quais apenas duas classes não são conflitantes com as áreas de APP (Afloramento rochoso e outra formação natural não florestal). Assim como também mostrou as que tiveram um ganho em sua área: Corpos d'água (0,03%), floresta plantada (0,74%), formação florestal (5,65%), infraestrutura urbana (0,13%) e mosaico de agricultura e pastagem (4,47%), das quais três classes são conflitantes com as APP (Floresta plantada, infraestrutura urbana e mosaico de agricultura e pastagem).

### 5.3.1 Comparação das classes de uso e ocupação da terra de 2005 e 2018 com cada tipo de APP

Uma análise mais cautelosa com relação as classes de uso e ocupação da terra para cada APP está descrita nas Tabelas de 4 a 7.

Tabela 4 - Comparação das classes de uso e ocupação da terra com as APP de cursos d'água

Classes	Ano 2005		Ano 2018		Diferença (2018-2005)	
	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
Afloramento rochoso	0,52	0,17	0,43	0,14	-0,09	-0,03
Apicum	0	0	0	0	0	0
Corpos d'água	0,24	0,08	0,33	0,10	0,09	0,03
Floresta plantada	0,81	0,26	2,99	0,95	2,18	0,69
Formação florestal	114,25	36,17	132,66	42,00	18,42	5,83
Infraestrutura urbana	2,37	0,75	2,83	0,90	0,45	0,14
Mangue	0,01	0	0,02	0,01	0,01	0
Mosaico de agricultura e pastagem	64,67	20,47	79,71	25,23	15,04	4,76
Outra área não vegetada	0,13	0,04	0,11	0,04	-0,01	0
Outra formação natural não florestal	1,73	0,55	0,88	0,28	-0,86	-0,27
Pastagem	117,59	37,22	82,35	26,07	-35,23	-11,15
Sem observação	0	0	0	0	0	0
Vias pavimentadas e não pavimentadas	13,56	4,29	13,56	4,29	0	0
Total	315,88	100,00	315,88	100,00	0	0

Fonte: O autor.

A variação da área das classes de uso e ocupação da terra dentro das áreas de preservação permanente de cursos d'água, deixou evidente quais classes ganharam

território, sendo elas: Corpos d'água (0,03%), floresta plantada (0,69%), formação florestal (5,83%), infraestrutura urbana (0,14%) e mosaico de agricultura e pastagem (4,76%), das quais duas (Corpos d'água e formação florestal) não são conflitantes. Também deixou evidente as classes que tiveram perda da área de preservação permanente, tais como: Afloramento rochoso (-0,03%), outra formação natural não florestal (-0,27%) e pastagem (-11,15%), sendo uma delas, conflitante com a legislação sobre o uso e ocupação em APP (Pastagem), o que promove vantagens para toda área.

Tabela 5 - Comparação das classes de uso e ocupação da terra com as APP de nascentes

Classes	Ano 2005		Ano 2018		Diferença (2018-2005)	
	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
Afloramento rochoso	0.07	0.37	0.04	0.22	-0,03	-0,15
Corpos d'água	0	0	0	0	0	0
Duna	0	0	0	0	0	0
Floresta plantada	0.13	0.72	0.43	2.36	0,30	1,64
Formação florestal	11.18	61.10	12.00	65.59	0,88	4,49
Infraestrutura urbana	0.06	0.31	0.07	0.41	0,01	0,10
Mosaico de agricultura e pastagem	2.86	15.65	3.06	16.73	0,20	1,08
Outra área não vegetada	0.00	0.02	0.01	0.04	0,1	0,02
Outra formação natural não florestal	0.01	0.07	0.01	0.04	0	-0,03
Pastagem	3.71	20.26	2.40	13.10	-1,31	-7,16
Sem observação	0	0	0	0	0	0
Vias pavimentadas e não pavimentadas	0.28	1.50	0.28	1.50	0	0
Total	18.30	100.00	18.30	100.00	0	0

Fonte: O autor.

A variação da área das classes de uso e ocupação da terra dentro das áreas de preservação permanente de nascentes, deixou perceptível quais classes obtiveram perda de área: afloramento rochoso (-0,15%) e pastagem (-7,16%), cujo uma dessas são conflitantes (Pastagem). As classes que tiveram ganho de área, foram: formação florestal (4,49%), infraestrutura urbana (0,10%), mosaico de agricultura e pastagem (1,08%) e outra área não vegetada (0,02%), destas, três classes estão em conflito com

a legislação (infraestrutura urbana, mosaico de agricultura e pastagem e outra área não vegetada), vem a ser prejudicial as áreas de APP.

Tabela 6 - Comparação das classes de uso e ocupação da terra com as APP de declividade

Classes	Ano 2005		Ano 2018		Diferença (2018-2005)	
	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
Afloramento rochoso	0.47	5.44	0.41	4.79	-0,06	-0,65
Floresta plantada	0.04	0.43	0.07	0.81	0,03	0,38
Formação florestal	6.13	71.41	6.29	73.34	0,16	1,93
Mosaico de agricultura e pastagem	1.19	13.83	1.32	15.42	0,13	1,59
Outra área não vegetada	0.02	0.18	0.02	0.23	0	0,05
Outra formação natural não florestal	0.00	0.04	0.01	0.11	0,01	0,07
Pastagem	0.67	7.82	0.38	4.44	-0,29	-3,38
Vias pavimentadas e não pavimentadas	0.07	0.86	0.07	0.86	0	0
Total	8.58	100.00	8.58	100.00	0	0

Fonte: O autor.

Em relação as classes de uso e ocupação da terra dentro das APP de declividade, a variação se mostrou negativa em apenas duas classes, sendo elas: Afloramento rochoso (-0,65%) e Pastagem (-3,38%). A classe de pastagem está em conflito com a legislação, ou seja, a perda em área desta classe na área total das APP é benéfica, uma vez que o solo está menos exposto. A variação se mostrou positivas nas classes: Floresta plantada (0,38%), formação florestal (1,93%), mosaico de agricultura e pastagem (1,59%), outra área não vegetada (0,05%), sendo quatro delas conflitantes com a legislação de preservação e conservação de APP (Floresta plantada, mosaico de agricultura e pastagem, pastagem e outra área não vegetada), o que torna prejudicial para a APP, visto que elas favorecem a degradação do solo.

Tabela 7 - Comparação das classes de uso e ocupação da terra com as APP de topo de morro

Classes	Ano 2005		Ano 2018		Diferença (2018-2005)	
	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
Afloramento rochoso	0.07	4.28	0.05	3.15	-0,02	-1,13
Floresta plantada	0.00	0.10	0.01	0.33	0,01	0,23
Formação florestal	1.06	63.34	1.10	65.61	0,04	2,27
Mosaico de agricultura e pastagem	0.29	17.36	0.33	19.78	0,04	2,51
Outra área não vegetada	0.01	0.36	0.01	0.52	0	0,16
Outra formação natural não florestal	0.00	0.01	0.00	0.00	0	0
Pastagem	0.24	14.46	0.18	10.51	-0,06	-3,95
Vias pavimentadas e não pavimentadas	0.00	0.09	0.00	0.09	0	0
Total	1.68	100.00	1.68	100.00	0	0

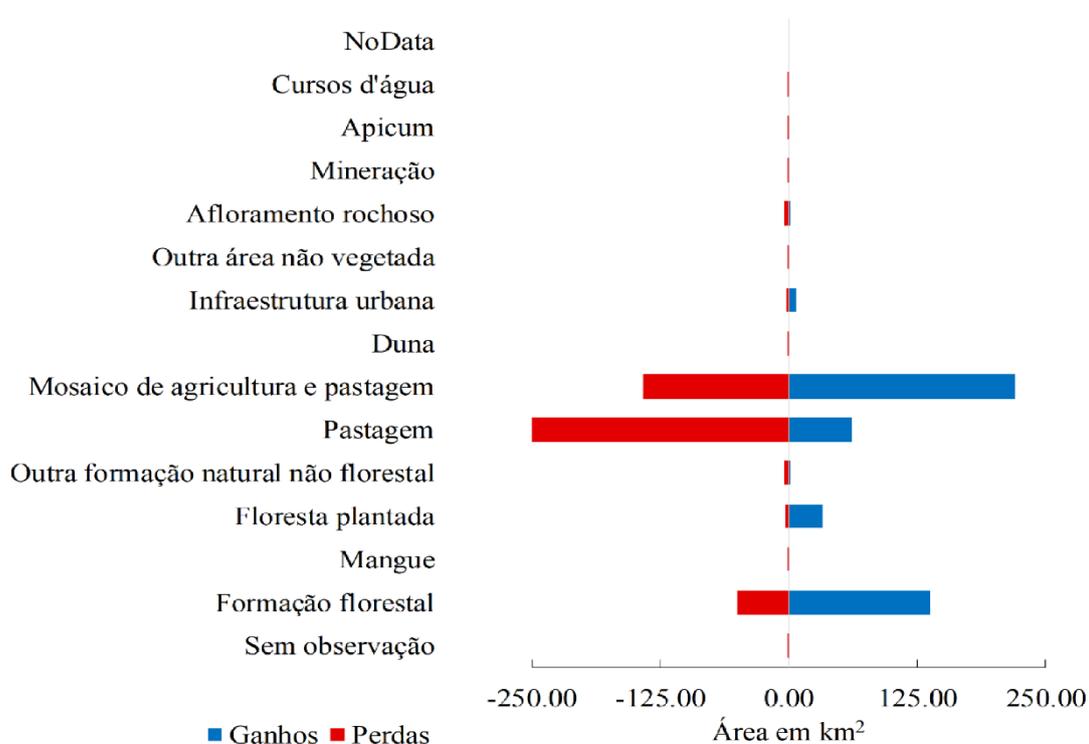
Fonte: o autor.

Por sua vez, as áreas de preservação permanente de topo de morro, apesar de ter a menor área em relação as outras APP, possui o mesmo número de classes de uso e ocupação da terra que as de declividade, sendo que as classes que tiveram a perda em áreas, foram: Afloramento rochoso (-1,13%) e pastagem (-3,95%), tendo em vista a classe de pastagem é conflitante com as APP, sua perda de área é benéfica, visto que os solos e os nutrientes são menos lixiviados. As classes que tiveram uma variação positiva, foram: Floresta plantada (0,23%), formação floresta (2,27%), mosaico de agricultura e pastagem (2,51%) e outra área não vegetada (0,16%), sendo três delas conflitantes com a legislação (Floresta plantada, mosaico de agricultura e pastagem e outra área não vegetada).

#### 5.4. Análise das mudanças de uso e ocupação da terra

O cruzamento das informações referente aos períodos (2005 e 2018), realizado no *Land Change Modeler* produziu elementos gráficos que colaboraram para o entendimento da dinâmica espacial e temporal na área de estudo.

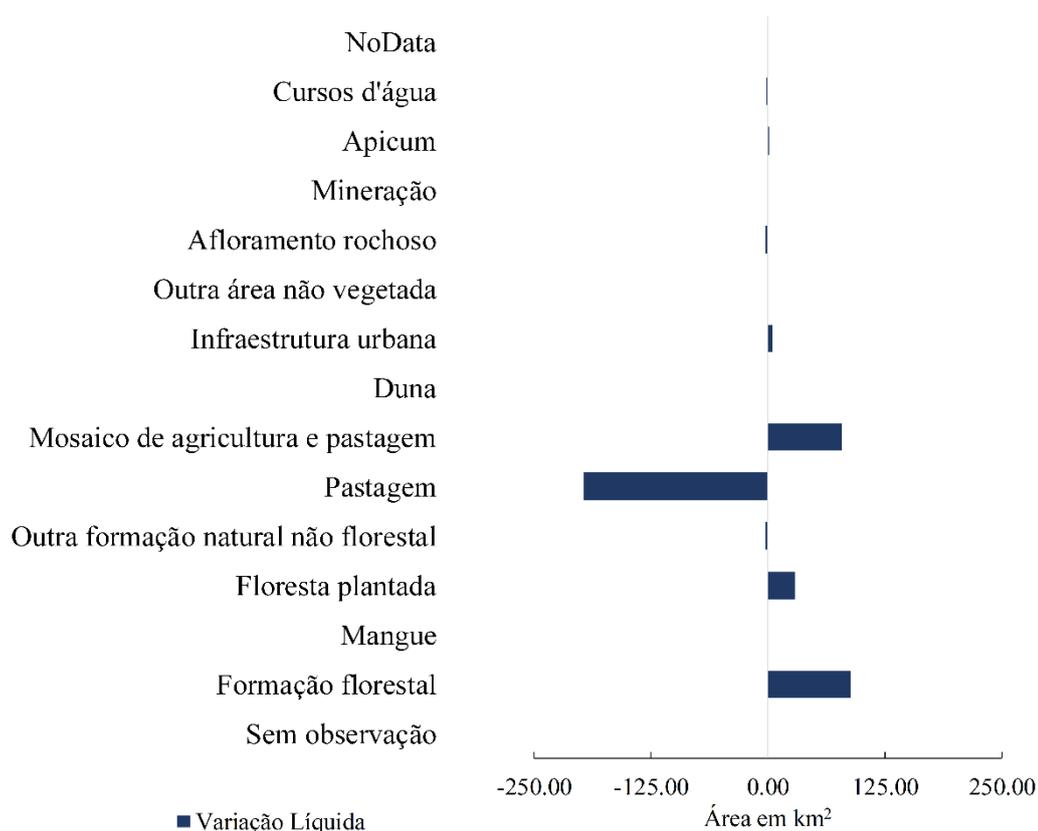
Na Figura 9 menciona-se o registro da avaliação quantitativa das mudanças ocorridas entre o período, onde foram registrados os ganhos (azul) e perdas (vermelho) por classe de uso da terra e na Figura 10 tem-se o registro da variação líquida (azul) por cada classe de uso e ocupação da terra.



Classes	Perdas (km²)	Ganhos (km²)	Classes	Perdas (km²)	Ganhos (km²)
Sem observação	-0.01	0.02	Infraestrutura urbana	-2.61	6.96
Formação florestal	-49.94	138.68	Outra área não vegetada	-0.60	0.77
Mangue	-0.03	0.03	Afloramento rochoso	-3.94	1.58
Floresta plantada	-3.38	32.43	Mineração	-0.01	0.04
Outra formação natural não florestal	-4.76	1.96	Apicum	-0.01	0.00
Pastagem	-258.37	62.00	Cursos d'água	0.00	0.00
Mosaico de agricultura e pastagem	-141.47	220.64	NoData		
Duna	-0.04	0.04			

Figura 9 - Avaliação quantitativa (Ganhos e Perdas em km<sup>2</sup>), por classe de uso e ocupação da terra, entre os anos de 2005 e 2018

Fonte: O autor.



Classes	Variação (km <sup>2</sup> )	Classes	Variação (km <sup>2</sup> )
Sem observação	0.01	Infraestrutura urbana	4.35
Formação florestal	88.74	Outra área não vegetada	0.17
Mangue	0.01	Afloramento rochoso	-2.36
Floresta plantada	29.05	Mineração	0.02
Outra formação natural não florestal	-2.71	Apicum	1.24
Pastagem	-196.36	Cursos d'água	-1.32
Mosaico de agricultura e pastagem	79.17	NoData	0.00
Duna	0.01		

Figura 10 - Variação líquida (km<sup>2</sup>) por classe de uso e ocupação da terra, entre os anos de 2005 e 2018

Fonte: O autor.

Analisando os gráficos de avaliação quantitativa e variação líquida das classes, é possível concluir que, a classe de pastagem, foi a que apresentou maior perda de área. Já as classes de formação florestal, mosaico de agricultura e pastagem e floresta plantada apresentaram um ganho expressivo de ocupação da área de estudo.

Na Figura 10 observa-se que a classe de pastagem foi a classe com maior variação líquida, obtendo um saldo negativo de 196,36 km<sup>2</sup>. Através da análise da Figura 11, é possível distinguir quais foram as classes que contribuíram para a

variação líquida da classe acima. A classe de mosaico de agricultura e pastagem foi a que mais contribuiu, com cerca de 131,73 km<sup>2</sup>, seguida de formação florestal, com 46,46 km<sup>2</sup> e floresta plantada, com 16,87 km<sup>2</sup>.

Esse saldo negativo da variação líquida pode ser esclarecido por motivo de que o estado do Espírito Santo, assim como muitos outros, foi impulsionado pelos programas de extensão florestal do governo e de fomento florestal da indústria no período em estudo, portanto, a área de pastagem no Espírito Santo teve uma expressiva diminuição (CEDAGRO, 2011; ABRAF, 2012).

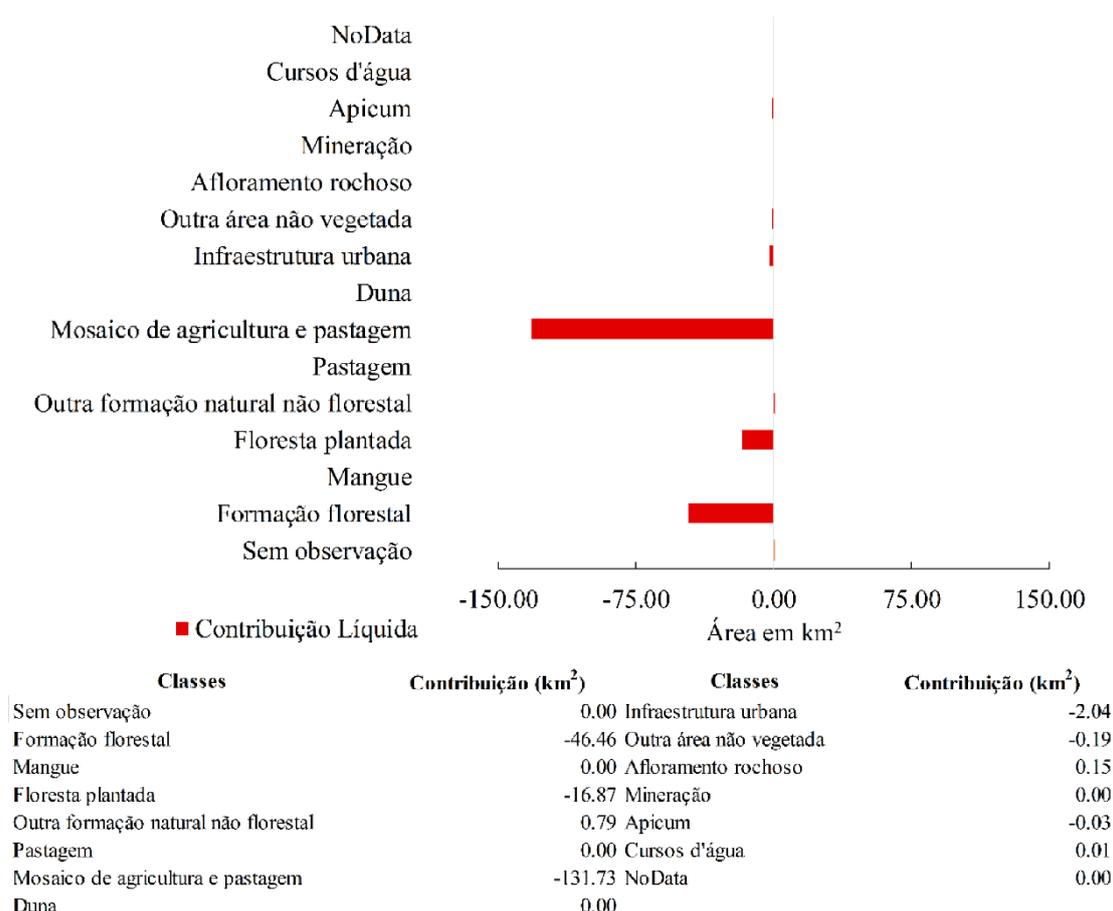


Figura 11 - Contribuição de cada classe para a transformação da pastagem, entre os anos de 2005 e 2018

Fonte: O autor.

Na Figura 10 também se nota que a classe formação florestal foi a segunda classe com maior variação líquida, obtendo um saldo positivo de 88,74 km<sup>2</sup>. Através da análise da Figura 12, também foi possível distinguir quais foram as classes que contribuíram para a variação líquida da classe acima. A classe de pastagem foi a que mais contribuiu positivamente, com cerca de 46,46 km<sup>2</sup>, seguida de mosaico de agricultura e pastagem, com 46,39 km<sup>2</sup> e a classe de floresta plantada, contribuindo negativamente 5,13 km<sup>2</sup>.

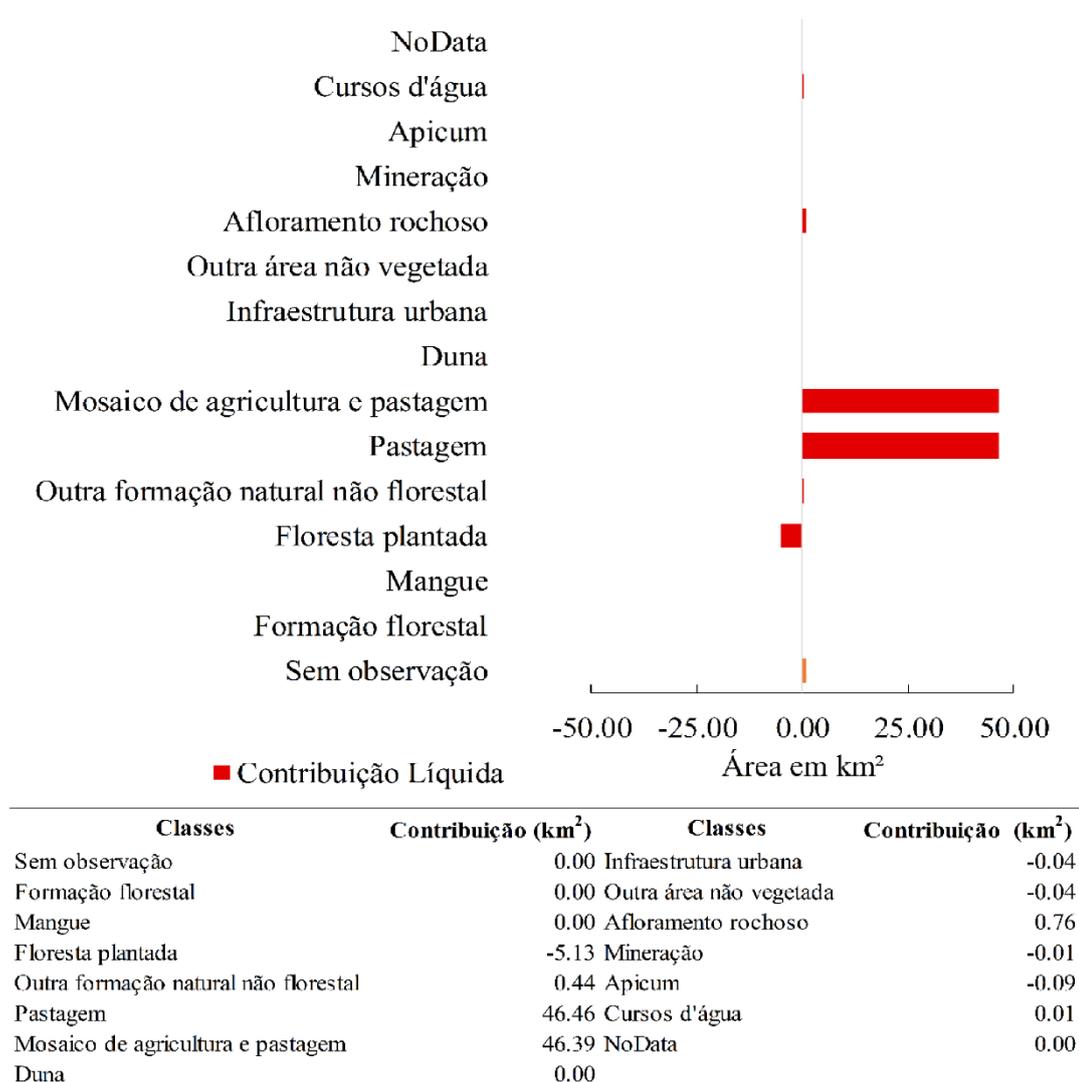


Figura 12 - Contribuição de cada classe para a transformação da formação florestal, entre os anos de 2005 e 2018

Fonte: O autor.

Na Figura 10 constatou-se também que a classe de mosaico de agricultura e pastagem foi a terceira classe com maior variação líquida, obtendo um saldo positivo de 79,17 km<sup>2</sup>. Através da análise da Figura 13, também foi possível distinguir quais foram as classes que contribuíram para a variação líquida da classe acima. A classe de pastagem foi a que mais contribuiu positivamente, com cerca de 131,73 km<sup>2</sup>, seguida de formação florestal e floresta plantada, contribuindo negativamente 46,39 km<sup>2</sup> e 6,48 km<sup>2</sup>.

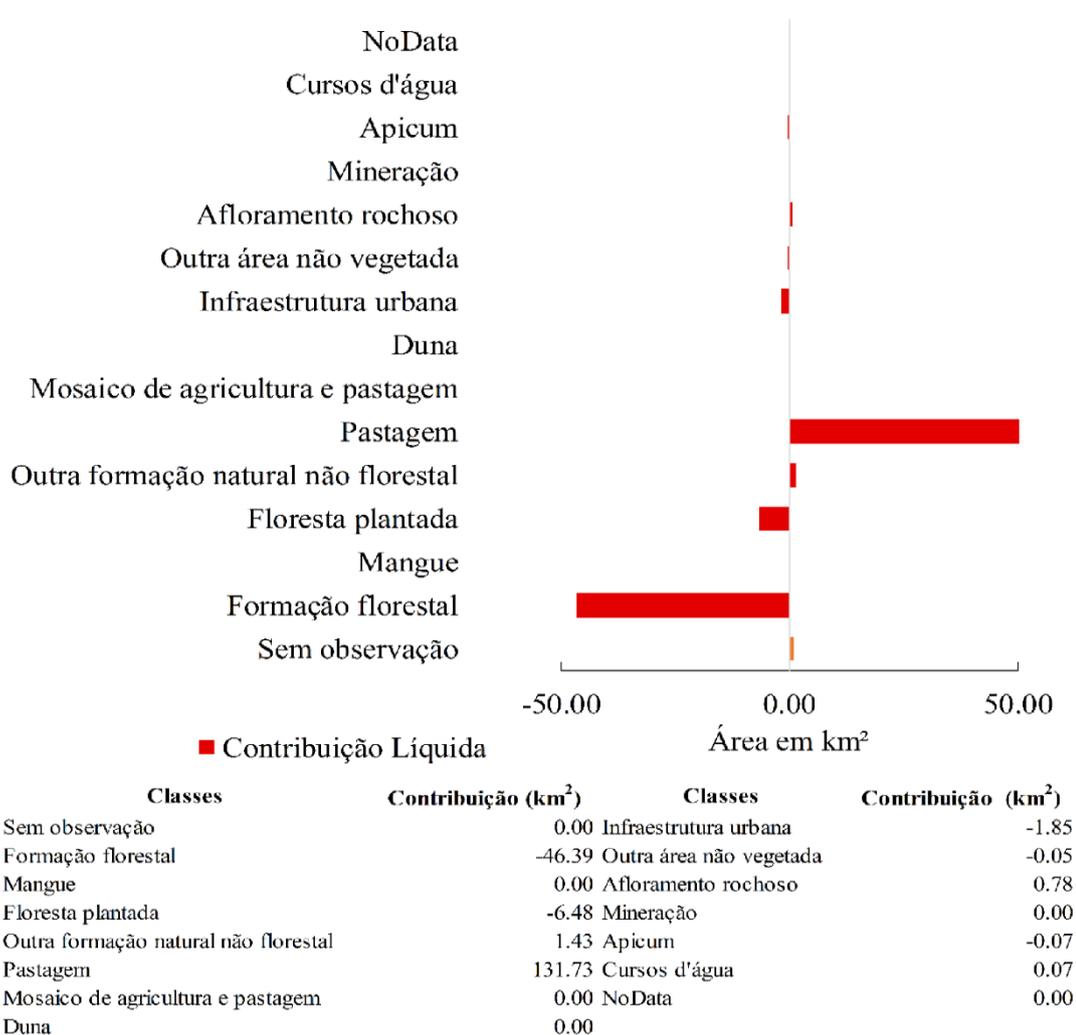


Figura 13 - Contribuição de cada classe para a transformação de mosaico de agricultura e pastagem, entre os anos de 2005 e 2018

Fonte: O autor.

De acordo com a Figura 10, a classe de floresta plantada também chamou atenção por possuir a quarta maior variação líquida, obtendo um saldo positivo de 29,05 km<sup>2</sup>.

Através da análise da Figura 14, é possível distinguir quais foram as classes que contribuíram para a variação líquida da classe acima. A classe de pastagem foi a que mais contribuiu positivamente, com cerca de 16,87 km<sup>2</sup>, seguida de mosaico de agricultura e pastagem, com 6,48 km<sup>2</sup>, formação florestal, com 5,13 km<sup>2</sup> e outra área não vegetada, com 0,56 km<sup>2</sup>.

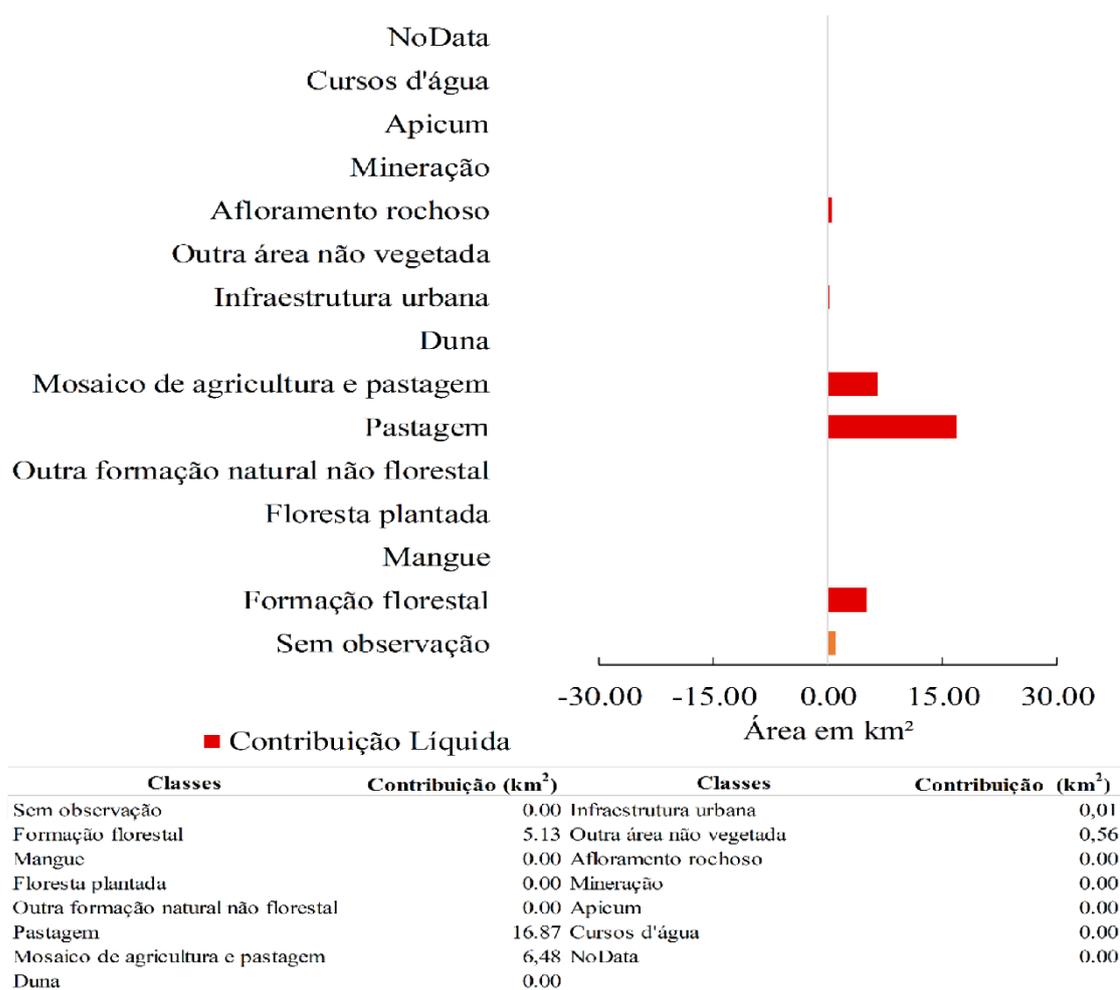


Figura 14 - Contribuição de cada classe para a transformação de floresta plantada, entre os anos de 2005 e 2018

Fonte: O autor.

## 6 CONCLUSÃO

Na área da bacia hidrográfica estudada houve a extinção da classe de uso e ocupação da terra denominada Apicum, na análise temporal de 2005 à 2018. A Classe de uso e ocupação da terra mais expressiva na bacia hidrográfica do rio Jucu é a de Formação florestal, evidenciando o alto grau de conservação e preservação da bacia. Tal expressividade se reflete nas porcentagens de uso e ocupação da terra nas áreas de preservação permanente, possuindo valores, para esta classe, superiores à 50% da área, com exceção para as APP de cursos d'água (42% da área).

A pastagem da bacia hidrográfica do rio Jucu foi a classe de uso e ocupação da terra que obteve a maior perda de área, equivalente a 197,52 km<sup>2</sup> de área, que equivalente a 9,44% da área da bacia hidrográfica do rio Jucu e conseqüentemente maior variação líquida negativa no período analisado. Já as classes de formação florestal, mosaico de agricultura e pastagem e floresta plantada apresentaram um ganho de ocupação da área.

Parte da área da classe de formação florestal evoluiu para floresta plantada entre os anos de 2005 e 2018, o que demonstra um desmatamento para a implantação de práticas silviculturais.

A APP com maior representatividade foram as APP de cursos d'água, correspondendo mais de 14% da área de estudo, e a com menor representatividade foram as APP de topo de morro, correspondendo apenas 0,08% da área de estudo.

Em relação à avaliação quantitativa e a variação líquida, ocorridas entre os anos de 2005 e 2018, foi possível constatar que pastagem foi a classe que apresentou maior perda de área.

A metodologia aplicada neste estudo pode ser exercida em outras áreas e biomas. Inclui não só a análise de mudanças, bem como o confronto em APPs.

## 7. REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – AGERH. **Elaboração de Projeto. Executivo para Enquadramento dos Corpos de Água em Classes e Plano de Bacia para os Rios Santa Maria da Vitória e Jucu.** Relatório Técnico, 2015. Consórcio NIP S.A. – PROFILL.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico da ABRAF 2012.** 250 p. Brasília, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Considerações iniciais. In: \_\_\_\_\_. **Cadernos de capacitação em recursos hídricos. O comitê de bacia hidrográfica: o que é e o que faz?.** Brasília: SAG, 2011. p. 11-14.

BARBOSA, E. F. F. M.; FÉLIX, R. A.; NUNES, E. F. S. A bacia hidrográfica como unidade de estudo de educação ambiental. **Revista Brasileira de Educação, Cultura e Linguagem**, Campo Grande, v. 3, n. 2, p. 24-48, 2018.

BELMONT, A. M. **Dinâmica de uso e ocupação da terra e incêndios florestais no parque nacional Chapada dos Veadeiros.** 2018. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 e alterações. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Presidência da república. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 mai. 2012.

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO (CEDAGRO). Área, produção e mercado de produtos florestais madeiráveis. In: \_\_\_\_\_. **Dimensionamento do mercado capixaba de produtos florestais madeiráveis.** Vitória, 2011. p. 3-22.

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO (CEDAGRO). Resultados do estudo. In: \_\_\_\_\_. **Dimensionamento do mercado capixaba de produtos florestais madeiráveis.** Vitória, 2011. p. 32-81

COLEÇÕES MapBiomias. 2019. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-2-1>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

DEINA, M. A. **Alterações hidrogeomorfológicas no baixo curso do rio Jucu (ES).** 2013, 186 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

DEINA, M. A.; BASTOS, A. C.; QUARESMA, V. S. Variação morfológica do cordão litorâneo associado à foz do rio Jucu (ES). **Geografares**, Vitória, n. 9, p. 203-230, jul./dez. 2011.

FERREIRA, N. C. **Apostila de sistema de informações geográficas**. Goiânia, Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás, 2006. Disponível em: <[http://www.faed.udesc.br/arquivos/id\\_submenu/1414/apostila\\_sig.pdf](http://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/1414/apostila_sig.pdf)>

FUNDAÇÃO FIA. Áreas de preservação permanente. Disponível em: <<http://www.fundacaofia.com.br/gdusm/app.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Manual técnico de uso da terra. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE. Série Manuais Técnicos em Geociências n. 7, 2006.

LOBO, H. Bacia hidrográfica do rio Jucu. 2015. Disponível em: <[http://riojucu1c-up.blogspot.com/2015/06/rio-jucu-e-um-rio-brasileiro-da-regiao\\_1.html](http://riojucu1c-up.blogspot.com/2015/06/rio-jucu-e-um-rio-brasileiro-da-regiao_1.html)>. Acesso em: 14 nov. 2019

MAPAS. Disponível em: <<https://geobases.es.gov.br/links-para-mapas>>. Acesso em: 15. nov. 2019.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. Introdução ao processamento de imagens de Sensoriamento Remoto. Brasília: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2012. v. 1. 266 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Serviço florestal brasileiro. Os biomas brasileiros e suas florestas. In: **Serviço florestal brasileiro: florestas do Brasil: em resumo 2010**. Brasília SFB, 2010. p. 33-52.

MOREIRA, T. R. **Proposta de implantação de corredores ecológicos como estratégia para mitigação de impactos ambientais na bacia hidrográfica do Rio Doce, Brasil**. 2019. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2019.

OLIVEIRA, G. C.; FILHO, E. I. F. Automated mapping of permanent preservation areas on Hillstops. **CERNE**, Lavras, v. 22, n. 1, p. 111-120, 2016.

OLIVEIRA, R. M. L. **A criação dos comitês de bacias hidrográficas dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória: perspectiva e desafios da gestão**. 2011. 310 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

PELUZIO, T. M. O. **Imagens aerofotogramétricas e orbitais na determinação do uso e ocupação da terra e de áreas de preservação permanente**. 2010. 82 f. Dissertação

(Mestrado em Ciências Florestais, Área de Concentração Sensoriamento Remoto e Manejo de Bacias Hidrográficas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2010.

PELUZIO, T. M. O.; SANTOS, A. R. FIEDLER, N. C. **Mapeamento de áreas de preservação permanente no ArcGIS 9.3**. Alegre: CAUFES, 2010.

PRODUTOS. 2019. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/produtos>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

SANTANA, D. P. Manejo integrado de bacias hidrográficas. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2003.

SANTOS, A. R. et al. **ARCGIS 10.2.2 passo a passo**: fotointerpretação e edição de dados espaciais. Alegre: CAUFES, 2014.

SANTOS, A. R. et al. **ARCGIS 10.2.2. passo a passo**: elaborando meu primeiro mapeamento - volume 1. Alegre: CAUFES, 2014.

SANTOS, H. G. et al. Níveis categóricos do sistema, nomenclatura das classes, bases e critérios, conceito e definição das classes do 1º nível categórico (ordens). In: \_\_\_\_\_. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa. 2018. p. 75-106.

SANTOS, L. N. S.; SILVA, K. R.; CECÍLIO, R. A. Caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do rio Jucu Braço Norte – ES. In: Encontro Latino de Pós Graduação, 8, São José dos Campos. **Anais**. São José dos Campos, p. 1-4, 2008.

SCHÄFFER, W. B. et al. **Áreas de preservação permanente e unidades de conservação e áreas de risco**: o que uma coisa tem a ver com a outra? Relatório de inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na região serrana do Rio de Janeiro. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. 96 p. Catálogo.

SOLUÇÕES EM MEIO AMBIENTE – SOMA. Diagnóstico ambiental. In: \_\_\_\_\_. **Estudo de impacto ambiental – EIA pequena central hidrelétrica Timbuí Seco: rio Santa Maria da Vitória, Espírito Santo**. Curitiba, [s.n.], p. 1-81, 2003.

SOS – MATA ATLÂNTICA. Bacias hidrográficas. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/projeto/observando-os-rios/questao-da-agua/bacias-hidrograficas/>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente 2006. 302 p. Catálogo.

VENTURIERI, A.; MONTEIRO, M. A.; MENEZES, C. R. C. **Zoneamento ecológico-econômico da zona oeste do estado do Pará**. Embrapa, Belém. 386 p. 2010. Catálogo.

VIANA, M. C. et al. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Jucu-ES e espacialização da precipitação média anual pelo método IDW. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 9, 2017, Minas Gerais. **Anais eletrônicos...** Minas Gerais: Blucher, 2017, p. 889-898. Disponível em: <<https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/anlise-morfometrica-da-bacia-hidrografica-do-rio-jucu-es-e-espacializacao-da-precipitacao-media-anual-pelo-metodo-idw-26759>>

VIEIRA, R. S. **Análise do impacto da evolução urbana sobre a bacia do córrego Barro Branco, Município de Serra-ES.** 2017. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.