

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

MATHEUS DE OLIVEIRA E CARVALHO

**DETECÇÃO DE MUDANÇA NA COBERTURA VEGETAL ENTRE 1987 E 2007 NA
ZONA DE AMORTECIMENTO DO PARQUE NATURAL MUNICIPAL SAGUI DA
SERRA, EM MANHUMIRIM – MINAS GERAIS**

Viçosa – Minas Gerais

2017

MATHEUS DE OLIVEIRA E CARVALHO

**DETECÇÃO DE MUDANÇA NA COBERTURA VEGETAL ENTRE 1987 E 2007 NA
ZONA DE AMORTECIMENTO DO PARQUE NATURAL MUNICIPAL SAGUI DA
SERRA, EM MANHUMIRIM – MINAS GERAIS**

**Monografia apresentada ao
Departamento de Geografia da
Universidade Federal de Viçosa,
como requisito para obtenção do
Bacharelado em Geografia.**

**Viçosa – Minas Gerais
2017**

MATHEUS DE OLIVEIRA E CARVALHO

**DETECÇÃO DE MUDANÇA NA COBERTURA VEGETAL ENTRE 1987 E 2007 NA
ZONA DE AMORTECIMENTO DO PARQUE NATURAL MUNICIPAL SAGUI DA
SERRA, EM MANHUMIRIM – MINAS GERAIS**

**Monografia apresentada ao
Departamento de Geografia da
Universidade Federal de Viçosa,
como requisito para obtenção do
Bacharelado em Geografia.**

APROVADA em: 30 de novembro de 2017.

Prof. Dr. André Luiz Lopes Faria

(Orientador - DGE/UFV)

Prof. Francisco de Deus Fonseca Neto

(IFES-Vitória)

Prof. Higor Mozart

(DGE/UFV)

AGRADECIMENTOS

Dedico a meu Irmão esta monografia, pelas paisagens de nossas vidas.

À minha Mãe e meu Pai, pela vida, o caráter e apoio.

À Dindinha e as minhas avós Mary e Maria José pelo carinho.

A todos os familiares e parentes “emprestados” que dessa minha vida têm parte.

Aos amigos da Geografia que estiveram comigo na Casa das Humanas, Varal Geográfico, no Projeto Coelhas, no CEDEF, nas Viagens de Campo e, principalmente, os que para além das 4 Pilastras fazem parte do meu cotidiano.

Aos amigos feitos na República Universo Paralelo, “Casa do Kid”, Complexo 171 e RedHouse pelas ideias, conselhos e sonhos compartilhados nessa caminhada.

Ao Bar do Teddies pelo (melhor) palco

Aos amigos musicais pelos sons na Tutanos, ComCafé, Zazuera e Quarto de Fátima.

Ao Sr. Antônio Carneiro *in memoriam*

RESUMO

A criação de Unidade de Conservação (UC) em áreas de fragmentação florestal é uma alternativa para a conservação dos recursos naturais, contudo as paisagens devem ser monitoradas para prevenção de degradações presentes e futuras. Nesta monografia utilizou-se de Índices de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em imagens do satélite Landsat 5 sobre o Parque Natural Municipal Sagui da Serra (PNMSS), com objetivo de detectar as mudanças na cobertura vegetal no entorno desta UC, que conforme a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 428/10, alterada pela Resolução 473/15, institui a Zona de Amortecimento delimitada num raio de 3 km sob a Unidade de Conservação. Assim, esta área foi analisada pela Subtração de Imagens NDVI entre os anos de 1987 e 2007 nos *softwares* QGIS 2.14 (LTR)[®] e no ArcGIS 10.4.1[®] e segue metodologia proposta por Kiel (2008) e com referencial nos trabalhos publicados por Silva (et al. 2010) Thiago (et al. 2011) Ferrari (et al. 2011) e Costa (et al. 2011). Os resultados alcançados demonstram que 87,04% da Zona de Amortecimento analisada não possui mudanças substanciais em sua cobertura vegetal e que 96,59% do “Parque do Sagui” não apresenta mudanças significativas e, em algumas áreas específicas é possível visualizar a regeneração da vegetação.

Palavras-chave: NDVI, Mudança na Paisagem, Zona de Amortecimento

ABSTRACT

The creation of a Conservation Unit (UC) in areas of forest fragmentation is an alternative for the conservation of natural resources, however landscapes must be monitored to prevent present and future degradation. In this monograph, we used the Normalized Difference Vegetation Indexes (NDVI) in images of the Landsat 5 satellite on the Sagui da Serra Municipal Natural Park (PNMSS), with the objective of detecting the changes in vegetation cover around this CU, Resolution of the National Council for the Environment (CONAMA) 428/10, as amended by Resolution 473/15, establishes the buffer zone delimited within a radius of 3 km under the Conservation Unit. Thus, this area was analyzed by the NDVI Image Subtraction between 1987 and 2007 in QGIS software 2.14 (LTR)[®] and ArcGIS 10.4.1[®] and follows a methodology proposed by Kiel (2008) and with reference in the works published by Silva (et al. (2010), Thiago (et al., 2011), Ferrari (et al., 2011) and Costa (et al., 2011). The results show that 87.04% of the analyzed damping zone does not have substantial changes in its vegetation coverage and that 96.59% of the "Sagui Park" does not show significant changes and in some specific areas it is possible to visualize the regeneration of the vegetation.

Keywords: NDVI, Landscape Change, Damping Zone

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma dos Métodos	17
Figura 2 – Evolução da Cobertura Vegetal entre 1987 e 2007 no PNMSS (ONG)	21
Figura 3 – Evolução da Cobertura Vegetal entre 1987 e 2007 no PNMSS (ZEE-MG)	22
Figura 4 – Evolução da Cobertura Vegetal entre 1987 e 2007 no APA de Manhumirim	23
Figura 5 – Evolução da Cobertura Vegetal entre 1987 e 2007 na Zona de Amortecimento	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados obtidos sobre os limites do PNMSS (ONG)	21
Tabela 2 – Resultados obtidos sobre os limites do PNMSS (ZEE-MG)	22
Tabela 3 – Resultados sobre os limites da APA de Manhumirim	23
Tabela 4 – Resultados sobre os limites da Zona de Amortecimento	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	
2.1 FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL DA PAISAGEM	12
2.2 SENSORIAMENTO REMOTO DA VEGETAÇÃO	12
3. METODOLOGIA	
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	14
3.2 FLUXOGRAMA DE MATERIAIS E MÉTODOS	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	26

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INTRODUÇÃO

As reduções dos ambientes naturais muito têm haver com o uso desordenado que damos aos recursos naturais como solo e vegetação. Os mapeamentos realizados desde a década de 1980 pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Fundação SOS Mata Atlântica, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatístico (IBGE) (Ponzoni, 2002) mostram que os impactos negativos desse uso desordenado continuam causando a perda de eficiência na exploração da biodiversidade. Dos mangues aos campos de altitude, do Nordeste Brasileiro ao Sul da América do Sul, em plagas gaúchas, os dados mostram a popularmente conhecida Mata Atlântica fragmentada em 16.266.640 de hectares em 2016, representando 12,4% da área original do Bioma, de 131.029.898 hectares. Atualmente 145 milhões de brasileiros, em 3.429 municípios que representam 72% da população brasileira detentora de 70% do PIB nacional, vivem nesta Paisagem de fragmentos florestais remanescentes (Fundação SOS Mata Atlântica, 2016; Fundação SOS Mata Atlântica & INPE, 2017). As florestas tropicais do mundo atravessam por períodos de desmatamento, onde os processos de fragmentação florestal estão vinculados com as expansões das atividades econômicas e demográficas de países como o Brasil em que a ampliação continuada do desenvolvimento econômico implica no aumento da degradação ambiental que acentua as desigualdades sociais (Dean, 1997).

Assim, a criação de Unidade de Conservação (UC) tornam-se uma alternativa para a conservação dos recursos naturais e da biodiversidade, contudo é necessário entender as Unidade de Conservação como unidades territoriais naturais, políticas e culturais que beneficiam toda a Paisagem e Sociedade (Diegues, 2001; Guerra & Coelho, 2009). Ou seja, as UC's são como elementos da Paisagem (Bertrand, 1968) em equilíbrio dinâmico com as mudanças sociais, como elemento condicionante do Paisagem onde são inseridas inseridas, a partir do momento que podem influenciar a sociedade na melhoria da qualidade de vida pela proteção às bacias hidrográficas e do abastecimento público, proteção da erosão dos solos e diminuição dos habitats, pela estabilidade climática promovida através das florestas nos processos de sequestro de carbono e produção de oxigênio, pela polinização das culturas, pelo ICMS Ecológico compensação financeira por estes serviços ambientais além de outros usos da Mata Atlântica, como por exemplo para a geração de energia hidrelétrica, o turismo e biotecnologia (Fundação SOS Mata Atlântica, 2016).

Posto isso, ao observar a vocação cafeeira da região de Manhuaçu (IBGE, 2016) a questão que se coloca é que o Parque do Sagui pode estar-se isolando de outros remanescentes florestais próximos, sendo desconectando de outras Unidades de Conservação e os serviços ambientais e funções ecológicas essenciais para Manhumirim, como abastecimento público de água, (ONG Força Verde, 2009) podem estar sendo prejudicados pela agricultura e expansão urbana e avançando em direção ao Parque.

Uma das formas que se tem usado na busca por informações sobre monitoramento dos processos de fragmentação são pelo uso das geotecnologias. Os Sistemas de Informação Geográfica são programas de computadores que têm se mostrado de grande utilidade nos projetos e planejamentos ambientais pois são capazes de auxiliar, através de modelos computacionais da superfície da Terra, as análises da Paisagem e a tomada de decisão. Nos últimos anos tem-se ampliado as aplicabilidades dessa ferramenta para planejar soluções aos problemas ecológicos e urbanos (Santos, et al. 2010). Portanto esta monografia utilizou-se de Índices de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) (Rouse, et al. 1973) em imagens do satélite Landsat 5 sobre o Parque Natural Municipal Sagui da Serra (PNMSS), com objetivo de detectar as mudanças na cobertura vegetal no entorno desta UC, que conforme a Resolução do CONAMA 428/10, alterada pela Resolução 473/15, institui a Zona de Amortecimento delimitada num raio de 3 km sob a Unidade de Conservação (BRASIL, 2010; BRASIL, 2015).

Apresentamos a pesquisa da seguinte forma: Na Fundamentação Teórica iremos expor alguns conceitos básicos sobre a fragmentação da paisagem e sobreo sensoriamento remoto aplicado ao estudo sobre vegetação. Em sequência, demonstraremos as técnicas de Sensoriamento Remoto utilizadas, no capítulo dos Matérias e Métodos, para alcançar o objetivo principal de detectar as mudanças na cobertura do Parque e em sua Zona de Amortecimento a metodologia adotada foi a álgebra de mapas (Kiel, 2008 apud Deer, 1995; Dobson, 1995, Coppin et al. 2004) entre imagens de NDVI (Rouse, et al. 1973) para os anos de 1987 e 2007.

Em Resultados e Discussões traremos os produtos finais destes processamentos no QGIS 2.14 (LTR)[®] e ArcGIS 10.4.1[®] em forma de Mapas Temáticos e Tabelas discutidos a partir do escopo apresentado e nas Considerações Finais destacamos pontos principais deste trabalho e os parâmetros gerais de conservação e mudanças nas coberturas vegetais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As bases da Ciência Geográfica vieram de naturalistas como Humboldt, que considerou os aspectos da vegetação o dado mais importante da Paisagem; e Hitter, que ao lado de Kant estabeleceram a visão holística da natureza. Assim, estabeleceram os princípios da Geografia Moderna no final do século XIX, sendo basicamente dois os princípios básicos (Passos, 1988).

O primeiro se refere à *determinação de coordenadas*, ou seja, a capacidade de precisar as conexões superficiais entre os elementos da Paisagem para apreender a dinâmica dos fatos e o estágio de evolução espacial. O segundo princípio refere-se à *localização dos fenômenos*, na identificação de sua extensão e sua parcela na dinâmica espacial. Estas ideias foram aprimoradas por outros grandes nomes da Geografia, como: Ratzel e o *positivismo ambiental*; e, Richthofen e a “*Erdoberflasche*” no final do século XIX. Passarge foi o primeiro a dedicar uma obra científica à Paisagem “*Grundlagem der Landschaftskunde*”. Nesse contexto as escolas francesas e germânicas surgem com visões diferentes: a primeira se dedica ao estudo das relações mútuas entre os elementos do meio e à sua repartição mundial, uma Geografia complexa e generalista. A segunda insistia mais sobre a fisionomia das combinações regionais uma Geografia perplexa e localista. Estas correntes do pensamento geográfico avançaram a fase naturalista, qualitativa e descritiva, da classificação dos espaços para uma fase quantitativa e causal da explicação dos fenômenos espaciais. Contudo, o excepcionalismo geográfico de Vidal de la Blache, fundador da escola francesa, e o determinismo geográfico figurado em Ratzel, também imbricaram na dicotomia sociedade/natureza, paradigma tradicional geográfico, e na polivalência que toma o conceito de Paisagem à época convergindo em dois ramos de perspectivas geográficas: a Geomorfologia e a Climatologia. (Passos, 1988).

Na segunda metade do século XX, Bertrand (1968) e Tricart (1968 apud PASSOS, 1988) discutem sobre a fragmentação do saber geográfico, sua individualização/especialização restrita à alguns elementos da natureza e ao conceito de Paisagem apropriado por outras ciências e usado de forma irresponsável por leigos. Atualmente no Brasil, temos Aziz Nacib Ab'saber como referência maior da Geografia no País. Este geógrafo a partir dos anos 1960, e principalmente nos anos 1980, passa a atuar nos temas da nas áreas ambientais e ecológicas, e sobre nos estudos de impacto ambiental e participou das discussões sobre meio ambiente no cenário político da Constituinte de 1988 (Modenesi-Guattieri, et al. 2010).

2.1 FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL DA PAISAGEM

O processo de fragmentação do ambiente acontece de forma natural na Paisagem, “mas tem sido intensificado pela ação humana” (MMA, 2003 p. 24). Podemos considerar este processo como “a divisão em partes de uma dada unidade do ambiente” (MMA, 2003 p. 32).

Partindo do conceito de Paisagem, do Geógrafo brasileiro Aziz Ab’Sáber (2007 p. 9), como uma “herança de processos fisiográficos e biológicos, e patrimônio coletivo dos povos que historicamente as herdaram como território” e, do conceito de Paisagem estabelecido pelo Geógrafo francês Bertrand, por ser “uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros” tornam-se um conjunto espacial “único e indissociável, em perpétua evolução” (Bertrand, 1968 p. 141) pretendemos enxergar o processo de fragmentação florestal da Mata Atlântica, no entorno do PNMSS, como a reação dialética da sociedade sobre a natureza, os serviços ambientais e funções ecológicas prestados pelos componentes da Paisagem como a cobertura vegetal.

2.2 SENSORIAMENTO REMOTO POR INDICES DE VEGETAÇÃO

O Sensoriamento Remoto é a ciência da obtenção de informações sobre um objeto, área ou fenômeno por meio de equipamentos que coletam dados à distância, baseado num conjunto de técnicas e tecnologias. As técnicas do Sensoriamento Remoto se fundamentam no processo de interação da Radiação Eletromagnética com os diferentes objetos terrestres. Parte do princípio que cada objeto possui características intrínsecas e específicas na interação com a energia eletromagnética, sendo possível então, diferenciar e principalmente extrair informações dos objetos, áreas ou fenômenos através das respostas espectrais captadas pelos sensores orbitais, aéreos ou instrumentos de campo (INPE, 2017).

A Vegetação, portanto, possui certo comportamento espectral sendo 3 os principais fatores que influenciam a resposta da vegetação: os pigmentos fotossintetizantes, a presença de água e as estruturas celulares das folhas. Na região da Luz Visível, a reflectância é relativamente baixa em função da forte absorção da radiação pelos pigmentos nos cloroplastos, sendo basicamente

3 (a clorofila, absorvendo a maior parte da energia incidente em cerca de 65%; as xantofilas com 29% de absorção e os carotenos com os 6% restantes). Estes valores variam em função de cada espécie. O processo da fotossíntese ocorre absorvendo energia exatamente nas faixas espectrais do visível, região do vermelho (0,65 μm) e região do azul (0,45 μm), principalmente. O verde (0,55 μm) que é característico da vegetação se deve aquele pico de reflectância entre as absorções da fotossíntese, mas é muito absorvido pela folha em relação as outras faixas do espectro. Quando a energia da região do Infravermelho Próximo incide sobre a folha de uma planta é observado a maior resposta de reflectância no comportamento espectral da vegetação, de maneira quase que constante. O fenômeno de súbitos declínios na assinatura espectral da vegetação ocorre devido à absorção energética da água contida no interior das folhas quando os comprimentos de ondas aumentam. Isto ocorre na faixa do Infravermelho Médio, precisamente nos pontos 1,1 μm ; 1,45 μm ; 1,95 μm ; 2,7 μm . Em relação à copa das árvores, podemos dizer que, há uma reflectância ligeiramente menor que à das folhas em si. Isto por que a sobreposição entre folhas e galhos gera um espalhamento interno da Radiação incidente e outros fatores como o a angulação solar e o ângulo de visada do sensor causam sombras e também reduzem a resposta espectral. Por exemplo, os fragmentos de florestas nativas, por sua distribuição geográfica não-geométrica, apresentam respostas espectrais menores que fragmentos florestais plantados em curvas de nível justamente pela menor intercalação entre as copas a medida crescem (Ponzoni, 2002).

Estas características da interação entre a Energia Eletromagnética permitiram ressaltar o comportamento espectral da vegetação e realçar o contraste da vegetação com o resto da superfície terrestre através de índices espectrais. São definidos como medidas radiométricas, essencialmente, entre as bandas do Infravermelho Próximo e o Vermelho. O que acontece é que na região do visível a maior parte da energia incidente sobre a vegetação é absorvida pela folha. O contrário acontece na região do Infravermelho Próximo, alta reflectância. A relação existente entre aquelas bandas é a do caráter antagônico de absorção/reflexão com os processos biofísicos da vegetação e a escolha do vermelho, frente à região do azul, se deve pela continuidade para o Infravermelho (O pico de absorção do vermelho está muito mais próximo ao pico de reflectância do Infravermelho do que o pico de absorção do azul. Além disso, a região do azul sofre mais distorções por fatores internos da folha do que na região do vermelho). Encontram-se na literatura científica, diversos índices de vegetação e o mais citado e comumente usados tem sido o NDVI (Rouse, et al. 1973) por sua simplicidade. Sua fórmula é baseada na razão entre a diferença e somatório das faixas do Infravermelho Próximo (IFP) e do Vermelho (V)

resultando em valores entre 1 e -1. Os valores positivos indicam vegetação, quanto mais próximo de 1 maior a atividade fotossintética e maior a densidade de vegetação verde saudável. Os valores negativos mostram respostas da superfície que não refletem, provavelmente sombras ou corpos d'água. Os valores próximos de zero indicam algo na paisagem entre o que é vegetação verde saudável e o que não é de fato vegetação (solo exposto, construções, pastagens saudáveis degradadas até corpos d'água com sedimentos em suspensão) (Myenini, 1995; Ponzoni, 2002; Petorelli, 2005)

3. METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

No auge da produção de ouro em Minas Gerais, início do século XVIII, o governo Português delimita a Estrada Real como rota oficial para escoamento do ouro, esta partia de Parati, Rio de Janeiro, à Ouro Preto em Minas Gerais. Era proibida qualquer entrada pelo Sertão dos Arrepiados (Serra do Brigadeiro) ou pelo Vale do Rio Doce, regiões habitadas por índios Botocudos, Puris, Pojixá, Jiporok, Naknenuk, Nakrehé, Etwet, Krenak. Evitavam-se, assim, os roubos e contrabandos de ouro pelas dificuldades impostas pela própria natureza (Botelho, 2011).

Com o tempo alguns caminhos em direção ao Espírito Santo foram inevitáveis e com o declínio da coroa portuguesa através dos Rios Casca e Manhuaçu corriam rotas ilegais, que assim fez em 11 de abril de 1814 a corte portuguesa lavrar o ofício ordenando a construção de uma outra estrada oficial, tal qual a primeira, denominada Rota Imperial São Pedro de Alcântara que passa pelo hoje conhecido município de Manhumirim. Na época consistia apenas num vilarejo denominado Bom Jesus do Pirapetinga, o que no início do século XIX continha apenas 2 ou 3 quartéis do posto oficial da guarda portuguesa da então nova rota imperial (Botelho, 2011). Em cada uma das localidades eram instalados os Quartéis, atualmente totalizam em 14 municípios atravessados pela Rota Imperial no Espírito Santo e 17 em Minas Gerais. Já no século XX, em 1934, o município de Manhumirim adquiriu um terreno no alto do córrego Caatinga, dita Fazenda Aparecida, que pela abundância em água foi o local de construção duma

barragem para captação água ao abastecimento público. Em 1997, um grupo de ambientalistas que posteriormente fundariam a ONG Força Verde pensam propostas para essa antiga área, a Mata da Prefeitura, até então abandonada por longos anos. Um ano depois, em 1998, este grupo cria a ONG FORÇA VERDE tendo o objetivo de proteger os fragmentos de florestas remanescentes, os recursos hídricos e a fauna local.

Posteriormente esta ONG elabora o projeto “Nosso Parque” visando a criação da Unidade de Conservação em questão nesta pesquisa. O projeto foi apresentado ao Executivo Municipal, firmando-se um convênio de parceria com a Prefeitura para execução dos levantamentos de dados e reconhecimento da área para instituir a Unidade de Conservação. Os voluntários da ONG fizeram reconhecimento faunístico, hidrológico, estabeleceram vias de acesso e os limites da área de conservação. A Unidade de Conservação foi criada no dia Mundial do Meio Ambiente, 05 de junho de 1999 pelo Decreto Municipal 1445 e se insere no Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, Lei Federal 9985/00, como Unidade de Proteção Integral na categoria Parque conforme descrito no Artigo 11 da mesma. A área é um remanescente em alto grau de conservação com fauna endêmica e ameaçada de extinção. O *Callithrix flaviceps*, Sagui da Serra que dá nome ao Parque, é considerado uma espécie “flagship”, rara e de alta significância para o ecossistema local devido a sua pequena distribuição geográfica “quase que exclusivamente na região serrana da vertente ocidental da Serra do Caparaó” (ONG FORÇA VERDE, 2009). Sua vegetação subcaducifólia estacional (Floresta Pluvial Tropical Montana) compõe um cenário entre outras UC’s privadas e públicas de vários níveis na região da Vertente Ocidental da Serra do Caparaó. A sede do Parque está na bacia do Córrego da Caatinga, coordenadas geográficas 20°21’33,99” Sul e 42°00’68” Oeste (ONG Força Verde, 2009).

Através dos levantamentos de campo, observações e entrevistas informais realizadas durante todos os anos de esforços da ONG Força Verde, mas principalmente entre os anos de elaboração do plano de manejo (2005/2009), foi possível catalogar no local habitats de espécies ameaçadas de extinção, COPAM (041/95): Sagui da Serra (*Callithrix flaviceps* - em perigo), Sauá (*Callicebus personatus* - vulnerável), Muriquí (*Brachyteles arachnoides* - em perigo), Gato do Mato (*Leopardus tigrinus* - em perigo), Jaguatirica (*Leopardus pardalis* - Ameaçada), Suçuarana (*Puma concolor* - criticamente em perigo), Araçari Banana (*Bailloniuss bailloni* - vulnerável), Tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla* - em perigo). Em 2007, foi encontrado o *Peripatus acacioi* (MARCUS & MARCUS, 1955), invertebrado catalogado em 1955 na atual Estação Ecológica do Tripuí em Ouro Preto-MG. Este fato demonstra uma possível conexão entre refúgios ecológicos desta classe animal. Também em 2007, no mês de maio, foi avistado

na Ala Norte do Parque um grupo de Micos-Estrela (*Callithrix penicillata*), espécie exótica ao ambiente podendo ser um adversário em potencial para o Saguí da Serra (*Callithrix flaviceps*) “dono” da serra onde está a UC. As aves que foram catalogadas por voluntários da ONG por observação direta e através do reconhecimento dos sons totalizam cerca de 120 espécies.

Em se tratando da Flora do Parque, segundo o plano de manejo, os espécimes são comuns de ocorrência em altitudes superiores a 1000 metros em vales úmidos, assim como matas de galerias, capões e vertentes da Serra, ocupando áreas em condições úmidas, basicamente composta por variedades de Orquídeas, Bromélias e Samambaias. A região é domínio da Mata Atlântica, entre refúgios ecológicos dos campos de altitude e a floresta estacional semidecidual. Com composição características de: Copaíba (*Copaifera langsdorffii*), Canelas (*Ocotea sp.* e *Nectandra sp.*), Guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), Cedro (*Cedrella fissilis*), Vinhático (*Plathymenia foliolosa*), Peroba Rosa (*Aspidosperma Polyneuron*), Jequitibá Rosa (*Cariniana estrellensis*). Esta vegetação está localizada na Vertente Ocidental da Serra do Caparaó, a Unidade de Conservação existe num microclima tropical de altitude semiúmido, com precipitação média anual de 1200 mm e temperaturas variando no inverno entre 6 °C a 22 °C e no verão entre 15 °C a 34 °C. O Parque possui inúmeras nascentes compostas pela bacia do córrego do Ouro, e das microbacias dos córregos da Caatinga e da Ventania. Estes córregos fluem ao ribeirão Jequitibá, sentido Sul/Norte no município desaguardo no rio Manhuaçu, afluente do rio José Pedro afluente do Rio Doce. Segundo o Plano de Manejo os córregos da Caatinga e do Ouro, possuem drenagem dendrítica e subdendrítica com vales encaixados em suas cabeceiras. Na Cabeceira do Córrego Caatinga existem duas captações de água para o abastecimento público, uma desde a década de 1930 e a segunda, implantada em 2002 para abastecer o bairro Nossa Senhora da Penha (ONG Força Verde, 2009).

A principal atividade econômica e agrícola do município e particularmente dentro da Zona de Amortecimento é a cafeicultura. Na ZA existia um garimpo artesanal de pedras semipreciosas (Águas Marinhas), registrado no DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) com autorização do CODEMA municipal e do Ministério Público e há uma linha de transmissão de energia elétrica de responsabilidade da empresa FURNAS, ligando Ouro Preto a Vitória, dentro da ZA encontram-se 11 torres. As antigas lavouras começam a dar espaço a sítios ou chácaras particulares evidenciando uma tendência futura de crescimento populacional no Córrego Caatinga. Segundo o plano de manejo “a Unidade poderá estar cercada por pequenas propriedades com áreas aproximadas de 10 hectares, dobrando a população da ZA da Unidade”. A Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação PNMS corresponde a outra

UC, a APA de Manhumirim e não existe sistema de esgoto tradicional, várias residências possuem fossa tendo a grande maioria do esgoto rural lançado na rede hidrográfica. O Parque do Sagui está incluso na categoria de Unidade de Conservação de Proteção Integral assim como os demais Parques no Brasil, não havendo caso de desapropriação de terras particulares. Na alta temporada de turismo, de maio a setembro, o número de visitantes praticantes do camping aumenta consideravelmente (ONG Força Verde, 2009).

3.2 FLUXOGRAMA DOS MATERIAIS E MÉTODOS

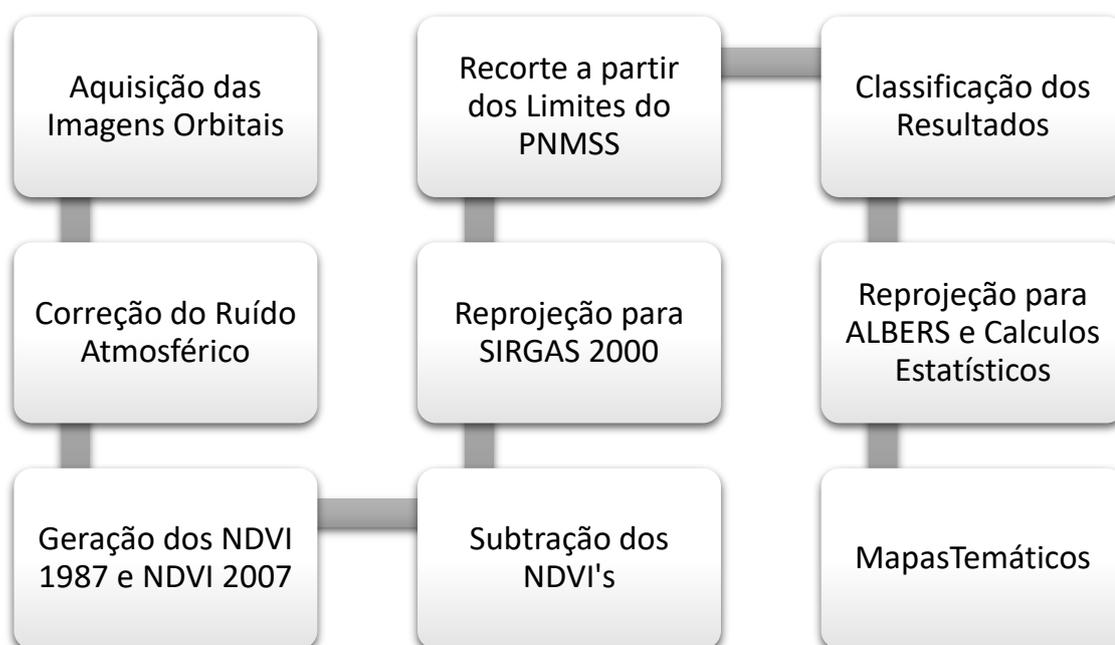


Figura 1 – Fluxograma dos Materiais e Métodos.

Na presente pesquisa a metodologia pode ser dividida em 8 etapas: Aquisição de Imagens, Correção do Ruído Atmosférico, Geração dos NDVI de 1987 e para 2007, Subtração das Imagens de NDVI (Análise Bi-temporal), Reprojeção para SIRGAS 2000, Recorte a partir dos Limites do PNMSS (Zona de Amortecimento e a Unidade Conservação em si), Classificação dos Resultados e Reprojeção para ALBERS e Cálculos Estatísticos. Assim, seguindo estas etapas foram elaborados os Mapas temáticos.

Abaixo seguem as descrições de cada etapa do processo para elaboração dos Mapas de Evolução da Cobertura Vegetal.

Para adquirir gratuitamente as imagens do Satélite Landsat 5, sensor TM, é necessário acessarmos o sítio eletrônico da USGS (United States Geological Survey), que em parceria com a NASA são os responsáveis pelo armazenamento e pelo pré-processamento das imagens da Missão Landsat. São realizadas a correção do terreno (padrão Nível 1T) que fornece precisão radiométrica e geométrica sistematicamente. Os pontos de controle usados para a correção são derivados do conjunto de dados como os Modelos Digitais de Elevação SRTM (USGS, 2017).

O sensor abordo dos satélites Landsat 5 é o *Thematic Mapper* (TM) e capta 7 bandas espectrais com resolução espacial de 30 metros para as bandas 1 a 5 e 7. As imagens cobrem aproximadamente 170 km norte-sul por 183 km Leste-Oeste na superfície terrestre. Foi escolhida essa plataforma pois a sua série temporal é a mais antiga (USGS, 2017).

As imagens escolhidas foram: LT05_L1TP_216074_19870601_20170212_01_T1 de 01 de julho de 1987 por representar uma Paisagem anterior a criação do Parque do Sagui quando ainda era terreno da Prefeitura; e, LT05_L1TP_216074_20070624_20161112_01_T1 de 24 de julho de 2007 por representar a Paisagem quando se está implementada a Unidade de Conservação e em pleno desenvolvimento do Plano de Manejo. Dois parâmetros de escolha destas imagens foram a cobertura máxima da superfície terrestre por nuvens de 10% e a representação do período seco da Paisagem. Primeiramente para a UC não se escondesse debaixo das nuvens impedindo aferir qualquer resultado e, em segundo lugar, para que os sensores TM não confundissem as coberturas vegetais pastagem com os fragmentos florestais o que acontece em período chuvoso, visto a resolução das imagens utilizadas.

Como explicado anteriormente, a imagem possui alguns pré-processamento realizados pela NASA e USGS restando por hora, antes de iniciar os processamentos de NDVI, apenas corrigir o ruído atmosférico que interfere no sinal captado pelos satélites. A atmosfera terrestre causa degradação nos sinais captados pelos satélites. Essa atenuação no sinal eletromagnético é causada pela umidade e pelos aerossóis suspensos no ar e também pela turbulência do meio gasoso em si. Assim, a energia resultante registrada pelos sensores captará valores diferentes dos que incidiram nos objetos terrestres, também se alterando no caminho resultante nos sensores. Dois processos principais ocorrem na trajetória da Energia Eletromagnética: a absorção e o espalhamento. Estes processos atuam alterando ao sinal captado nos satélites, inferindo nos valores de brilho principalmente (Ponzoni, 2002; INPE, 2017).

A correção atmosférica das imagens foi elaborada através do complemento *Semi-Automatic Classification*. Este complemento utiliza da técnica “*Dark Object Subtract*” (DOS) para corrigir os espalhamentos e absorções de energia no trajeto dentro da atmosfera terrestre. Este pré-

processamento é indicado por diversos autores como essencial em qualquer análise de imagens orbitais. As correções atmosféricas são processos complexos que por vezes necessitam de modelos matemáticos de difícil aplicação, exigindo fórmulas com dados pontuais de campo sobre os parâmetros atmosféricos coletados nas estações meteorológicas no dia de imageamento da superfície. Porém, existem técnicas opcionais que se baseiam nos metadados da imagem. Dentre as mais comumente usados, está o método de DOS, sendo o de mais simples aplicação e possui resultados bem satisfatórios. Ele consiste em respostas espectrais de alvos que teoricamente não deveriam apresentar valor de pixel (zero ou nulo) para reflectância. É observado se esses alvos registram valores acima de zero, o que não deveria ocorrer, e assim à este valor se constata o valor da contribuição dos efeitos atmosféricos. Este valor será tido como padrão para equalização de cada pixel da imagem (Almeida, *et al* 2015; Andrade, *et al* 2010; Bezerra, *et al* 2011; Chaves, *et al.* 2013; Rodrigues, 2013).

De posse das imagens devidamente corrigidas atmosféricamente inicia-se a geração do NDVI através da *Calculadora Raster* do QGIS obtendo duas imagens resultantes: *NDVI_87* e *NDVI_2007*. Alguns autores explicam que o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, NDVI sigla em inglês para “*Normalized Difference Vegetation Index*” fornece informações quantitativas e qualitativas acerca da cobertura vegetal a partir de operações algébricas entre duas bandas espectrais específicas (região do vermelho, pela alta absorção de energia pelas plantas; e infravermelho próximo, pela alta reflectância) representativas das propriedades físico-químicas dos processos fotossintéticos. O índice é capaz de caracterizar a vegetação pela densidade dos dosséis verdes pela fórmula: $(b5-b4)/(b5+b4)$ (Rouse, *et al.* 1973), ou seja, é a razão entre a diferença e somatório das faixas do Infravermelho Próximo (b5) e do Vermelho (b4) resultando em valores máximos entre 1 e -1. Os valores positivos indicam vegetação fotossinteticamente ativa e maior densidade de vegetação verde saudável. Os valores negativos mostram respostas contrárias, sem atividade fotossintética sobre a superfície (Myneni *et al.*, 1995; Pettorelli *et al.*, 2005).

Com as imagens NDVI geradas para os anos de 1987 e 2007, subtraímos a imagem de 2007 da imagem de 1987, gerando o NDVI da diferença, (*DiffNDVI_0787*) adaptando o que já foi feito por alguns autores (Silva *et al.* 2010; Thiago *et al.* 2011; Ferrari *et al.* 2011; Costa *et al.* 2011). Rodrigo Kiel (2008), em sua tese de Mestrado pela UFRGS descreve vários métodos de detecção de mudança na cobertura vegetal, dentre eles a Subtração de Imagens.

Esta imagem foi reprojeta da do *Datum WGS 1984* na *Projeção UTM zona 24 Norte* para o *Datum SIRGAS 2000* na *Projeção UTM zona 24 Sul*. Então, a recortamos a partir dos limites

espaciais do Parque do Sagui e das Zonas de Amortecimento obtidos a partir dos pontos de GPS contidos no Plano de Manejo da UC e da plataforma virtual do Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais, respectivamente. Outros dois limites foram usados para recortar a imagem *DiffNDVI_0787*. Um se refere à Zona de Amortecimento conforme a Lei Municipal que cria o Parque do Sagui que considerada a APA de Manhumirim, *LIM_APA*, como tal (ONG FORÇA VERDE, 2009). O segundo se refere a Zona de Amortecimento segundo a Resolução do CONAMA 428/10, alterada pela Resolução 473/15, obtida a partir da geração de um *buffer* do *LIM_PEMSS_ZEE* em 3 Km.

Está previsto no SNUC, em seu Art. 2º inciso XVIII, que a zona de amortecimento como sendo “o entorno de uma unidade e conservação onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade” (BRASIL, 2002). Estabelece também que fica a cargo da administração da UC definir as normas específicas de ocupação das zonas de amortecimento. A resolução do CONAMA regulamenta esta questão e estabelece em seu artigo 1º § 2 um limite de até 3 km para que atividades de “significativo impacto ambiental” sejam licenciadas (BRASIL, 2010; BRASIL, 2015).

Com os resultados dos cortes sob os limites da UC e da ZA, as imagens obtidas *DiffNDVI_0787_PEMSSONG*, *DiffNDVI_0787_PEMSSZEE*, *DiffNDVI_0787_APA*, *DiffNDVI_0787_ZA* foram reclassificadas pela ferramenta *Classify* no ArcGIS obtidas pelo método *Standard Deviation* para um intervalo de 6 classes: Alta, Média e Baixa Re-vegetação; Alta, Média e Baixa Antropização. Assim, montou-se os Mapas e reprojeteu-se as imagens *DiffNDVI_0787_PEMSSONG*, *DiffNDVI_0787_PEMSSZEE*, *DiffNDVI_0787_APA* e *DiffNDVI_0787_ZA* do Datum *SIRGAS 2000* na *Projeção UTM zona 24 Sul* para a projeção *South_America_Albers_Equal_Area_Conic* para calcular as áreas em hectares e as porcentagens relativas a cada Classe.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

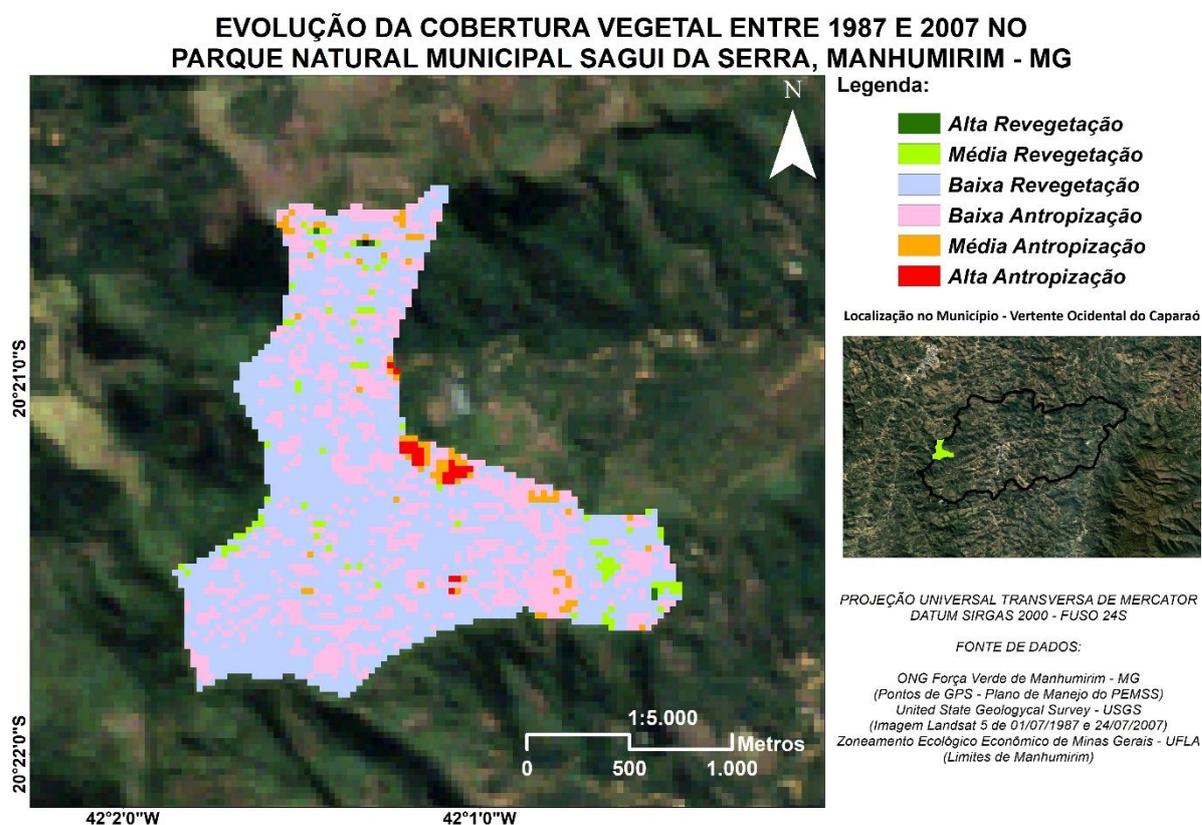


Figura 2 – Evolução da Cobertura Vegetal entre 1987 e 2007 no PNMSS (ONG). **Fonte:** Elaboração própria.

Tabela 1 – Resultados obtidos sobre os limites do PNMSS (ONG).

NÍVEL DE EVOLUÇÃO	NDVI DA DIFERENÇA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Alta Revegetação	-0,388284862 a -0,258856574	0,45	0,20
Média Revegetação	-0,258856574 a -0,129428287	7,82	2,81
Baixa Revegetação	-0,129428287 a 0	172,61	62,0
Baixa Antropização	0 a 0,1042219	87,88	31,58
Média Antropização	0,1042219 a 0,2084438	7,09	2,54
Alta Antropização	0,2084438 a 0,312665701	2,42	0,87
TOTAL	-2,0 a 2,0	278,27	100%

**EVOLUÇÃO DA COBERTURA VEGETAL ENTRE 1987 E 2007 NO
PARQUE NATURAL MUNICIPAL (ZEE-MG) SAGUI DA SERRA, MANHUMIRIM - MG**

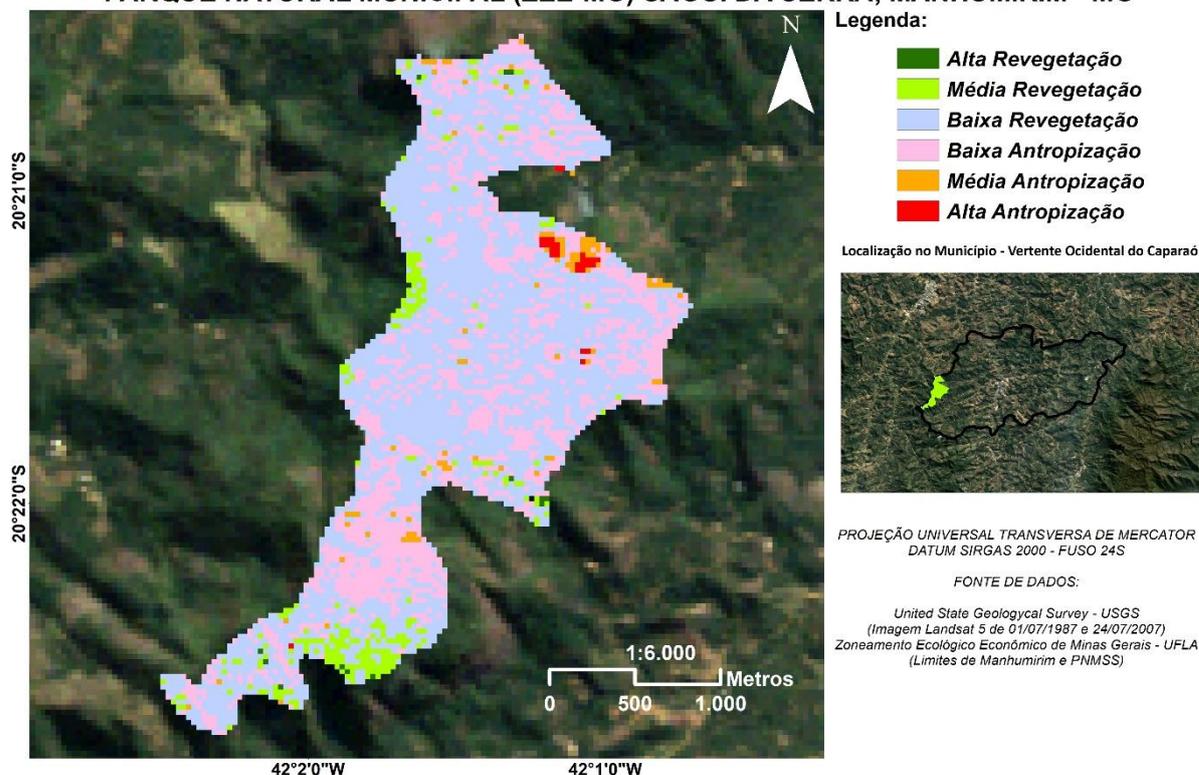


Figura 3 – Evolução da Cobertura Vegetal entre 1987 e 2007 no PNMSS (ZEE-MG). **Fonte:** Elaboração própria.

Tabela 2 – Resultados obtidos sobre os limites do PNMSS (ZEE-MG).

NÍVEL DE EVOLUÇÃO	NDVI DA DIFERENÇA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Alta Revegetação	-0,43276086 a -0,28857243	1,17	0,30
Média Revegetação	-0,28857243 a -0,14425621	22,73	5,22
Baixa Revegetação	-0,14425621 a 0	259,67	59,67
Baixa Antropização	0 a 0,1042219	140,62	32,31
Média Antropização	0,1042219 a 0,2084438	8,44	1,93
Alta Antropização	0,2084438 a 0,312665701	2,52	0,57
TOTAL	-2,0 a 2,0	435,15	100%

**EVOLUÇÃO DA COBERTURA VEGETAL ENTRE 1987 E 2007 NA
ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE MANHUMIRIM - MG**

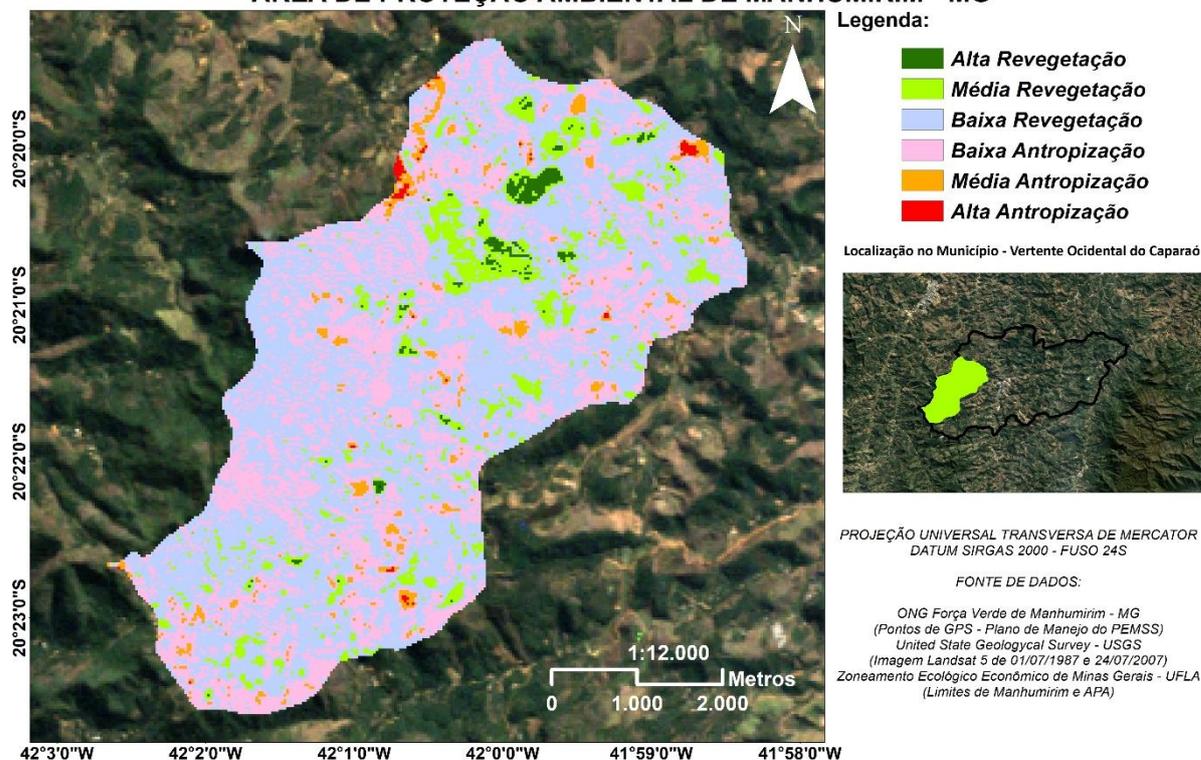


Figura 4 – Evolução da Cobertura Vegetal entre 1987 e 2007 no APA de Manhumirim. **Fonte:** Elaboração própria.

Tabela 3 – Resultados sobre os limites da APA de Manhumirim.

NÍVEL DE EVOLUÇÃO	NDVI DA DIFERENÇA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Alta Revegetação	-0,715249181 a -0,476832787	31,71	1,12
Média Revegetação	-0,476832787 a -0,238416393	236,41	8,20
Baixa Revegetação	-0,238416393 a 0	1594,56	55,32
Baixa Antropização	0 a 0,179859856	929,2	32,24
Média Antropização	0,179859856 a 0,35971971	80,59	2,79
Alta Antropização	0,35971971 a 0,53957957	9,61	0,33
TOTAL	-2,0 a 2,0	2882,08	100%

**EVOLUÇÃO DA COBERTURA VEGETAL ENTRE 1987 E 2007 NA
ZONA DE AMORTECIMENTO (CONAMA 428/10) DO PNMSS, MANHUMIRIM - MG**

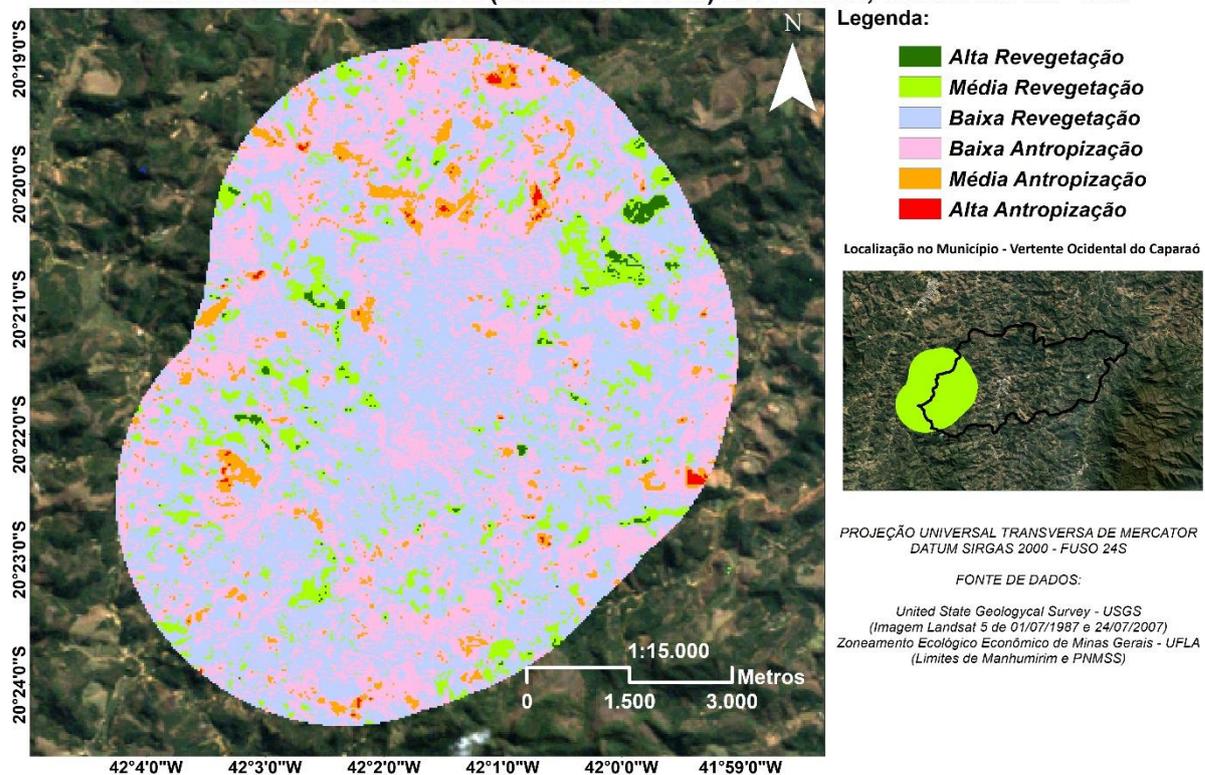


Figura 5 –Evolução da Cobertura Vegetal entre 1987 e 2007 na Zona de Amortecimento. **Fonte:** Elaboração própria.

Tabela 4 – Resultados sobre os limites da Zona de Amortecimento.

NÍVEL DE EVOLUÇÃO	NDVI DA DIFERENÇA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Alta Revegetação	-0,715249181 a -0,476832787	48,88	0,74
Média Revegetação	-0,476832787 a -0,238416393	532,55	7,88
Baixa Revegetação	-0,238416393 a 0	3449,05	51,05
Baixa Antropização	0 a 0,202524999	2431,48	35,99
Média Antropização	0,202524999 a 0,40504999	275,21	4,07
Alta Antropização	0,40504999 a 0,607574999	18,33	0,27
TOTAL	-2,0 a 2,0	6755,5	100%

É preciso esclarecer que foram usados 4 limites para efetuar a detecção de mudanças na cobertura vegetal, pois há incongruência entre os dados fornecidos pelo Governo de Minas e pelos co-gestores do PNMSS para os limites da UC em si. Sobre as Zonas de Amortecimento é preciso dizer que os objetivos específicos dos estudos eram de analisar o entorno do Parque do Sagui de forma plena, foi necessário realizar a partir de Resoluções do CONAMA uma Zona de Amortecimento que circundasse totalmente a UC, visto que a Lei de Criação da Unidade e o Plano de Manejo estabelecem a APA de Manhumirim como Zona de Amortecimento do PNMSS, contudo esta não envolve todo o Parque do Sagui.

Os primeiros resultados são sobre dois os limites do PNMSS. Na Figura 1 e Tabela 1 podemos observar alguns valores de re-vegetação em áreas isoladas em recuperação natural e algumas áreas de antropização estão concentradas na área de acesso à UC devido as edificações da portaria do Parque, a instalação de calçamentos, guaritas, área de camping entre outras melhorias que constam no Plano de Manejo.

Na Figura 2 e Tabela 2 pode-se notar os mesmos valores de re-vegetação em recuperação natural, que devem ser mantidas como estão, e também as áreas de antropização concentradas na área de acesso à UC. Contudo, a um acréscimo de área no setor sul da UC, fato que diferencia os valores observados na Tabela 1.

Os outros resultados dizem respeito as duas Zonas de Amortecimento. Na Figura 3 e Tabela 3 os valores de re-vegetação apresentam um padrão geométrico das áreas com os maiores níveis registrado até mesmo dentro do Parque e representam a monocultura, portanto, são áreas de uso e ocupação das terras e não de fragmento florestal remanescente. Também é observado que as áreas de antropização são pontos isolados dentro APA caracterizando núcleos populacionais rurais em processo de uso e ocupação das terras nesses 20 anos analisados. Podemos dizer que nesta área é considerável a ameaça de cultivos monocultores se aproximando do Parque.

A Figura 4 e Tabela 4 possuem um decréscimo nas áreas revegetadas em relação ao mapa da Zona de Amortecimento, segundo a Lei Municipal 1.545/99 de criação da UC e APA. Esta ZA abrange áreas dos municípios Manhuaçu e Luisburgo que são fronteiriços à Manhumirim e à UC. Contudo, não são incluídas suas terras para a definição de Zona de Amortecimento instituída como APA de Manhumirim. Os valores de antropização agrupam-se nas áreas do município de Manhuaçu, quadrante Norte/Oeste e em algumas áreas isoladas ao Sul por se tratar

de um município menos economicamente ativo, Luisburgo, é observado uma antropização é menor.

As informações levantadas mostram que em 20 anos pouco mudou na Paisagem, sob a perspectiva da regeneração da cobertura vegetal. Porém, é observado algumas áreas nucleadas de antropização indicando, como consta no Plano de Manejo (ONG Força Verde, 2009), certa urbanização rural do entorno. Pode-se dizer que os processos de fragmentação florestal (MMA, 2003^a) sob a Paisagem (Bertrand, 1968; Ab'Sáber, 2007) do entorno do Parque Natural Municipal Sagui da Serra encontram-se estagnados, visto grande parte da área com poucas modificações, mas que as pastagem e monoculturas devem ser manejadas adequadamente que em conjunto com outras ações de assistência técnica e extensão rural poderão tornar a ZA do PNMSS realmente efetiva, garantindo as funções ecológicas e serviços ambientais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados alcançados demonstram que 87,04% da Zona de Amortecimento não possui mudanças substanciais na cobertura vegetal e que 96,59% do Parque do Sagui mantem-se sem mudanças ou, em algumas áreas específicas, com regeneração da vegetação. Nesses 20 anos observados por monitoramento orbital bi temporal, podemos considerar que a área da ZA se encontra em processo de conservação aceitável, apesar de apresentarem certas atividades agrícolas em demasia como as monoculturas. A área do Parque do Sagui se encontra em estágio avançado de regeneração e num processo bem conduzido de preservação e manejo mantendo a UC protegida. O que aqui se traduz é o primeiro esforço para se trabalhar este objeto de pesquisa. A utilização de imagens de sensores remotos nos permitiu analisar o tema proposto de forma eficaz, as aplicações das informações geradas podem auxiliar os planejamentos ambientais e tomadas de decisão tomada pela Unidade de Conservação a conduzir a Zona de Amortecimento com a efetiva proteção necessária.

6. REFERÊNCIAS

AB’SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil**. São Paulo: Ateliê Editorial 4ª ed. 2007 Disponível em: <http://200.132.139.11/aulas/Educa%C3%A7%C3%A3o%20do%20Campo/Intera%C3%A7%C3%A3o%20entre%20Serres%20Vivos/Dominios_de_Naturea.pdf> Acessado em: 30 de novembro de 2017.

ALMEIDA, R. V. J. *et al.* **Comparação entre os métodos de correção atmosférica: “6S” e “DOS” processadas em dados do sensor TM/Landsat 5 e correspondentes a região de ocorrência da Turfeira P-d-F**. In: Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, João Pessoa, PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1503.pdf>> Acessado em: 22 de fevereiro de 2017

ANDRADE, R. C. *et al.* **Análise de metodologias para a correção atmosférica e estimativa de albedo da superfície usando imagens landsat 5, TM**. In: Anais do 3º Simpósio de Geotecnologias do Pantanal, Cárceres, MT, 16 a 20 de outubro de 2010, Embrapa Informática Agropecuária/INPE. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/monitoramento-por-satelite/busca-de-publicacoes/-/publicacao/876001/analise-de-metodologias-para-correcao-atmosferica-e-estimativa-do-albedo-da-superficie-usando-imagens-landsat-5-tm>> Acessado em: 22 de fevereiro de 2017

ARONOFF, S. **Geographical information system: a management perspective**. Ottawa: WDL Publications, 1991

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. Toulouse, França. Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, 1968. Tradução Olga Cruz, 1972. Caderno de Ciência da Terra IGEO/USP, 1973

BEZERRA, M. C. V.; SILVA, B. B.; BEZERRA, B. G. **Avaliação dos efeitos atmosféricos no albedo e NDVI obtidos com imagens de satélite.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Vol.15 No.7, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n7/v15n07a09.pdf>> Acessado em: 22 de fevereiro de 2017

BOTELHO, Pe. D. A. **História de Manhumirim: município e paróquia Vol. 1 (1808-1924).** Minas Gerais: Lutador, 2011.

BRASIL. Resolução CONAMA 428 de 17 de dezembro. **Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências.** 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=641.htm>> Acessado em: 4 de abril de 2017

BRASIL. Resolução CONAMA 473 de 17 de dezembro. **Prorroga os prazos previstos no §2º do art. 1º e inciso III do art. 5º da Resolução nº 428, de 17 de dezembro de 2010, que dispõe no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências.** 2015. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=719>. Acessado em: 4 de abril de 2017

CHAVES, M. E. D. *et al.* **Análise comparativa do NDVI estimado a partir de valores de níveis digitais originais e de reflectância aparente e de superfície.** In: Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0823.pdf>> Acessado em: 22 de fevereiro de 2017

COSTA, M. F. **Utilização de subtração de imagem e NDVI na avaliação da cobertura vegetal da RPPN Cafundó, Cachoeiro do Itapemirim, ES.** In: Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Curitiba, PR, Brasil. INPE P.1918. 2011. Disponível em: Acessado em: 30 de novembro de 2017

DEAN, W. **A ferro e fogo – a história e a devastação da mata atlântica brasileira.** São Paulo: Companhia das Letras, 1997

DIEGUES, A. C. **O mito moderno da natureza intocada.** São Paulo: HUCITEC, 2001.

FERRARI, J. L. *et al.* **Análise da vegetação por meio da subtração de imagem ndvi na subbacia do correjo horizonte, Alegre, ES.** Revista Engenharia Ambiental – Espírito Santo. Ed. Pinhal vol. 8 n. 3 p. 3-18. 2011. Disponível em: Acessado em: 30 de novembro de 2017

FERNANDES, M. R. **Minas Gerais: caracterização de unidade de paisagem.** Belo Horizonte: EMATER-MG, 2013.

FERREIRA, C. C. M. **Zoneamento agroclimático para implantação de sistemas agroflorestais com eucaliptos, em Minas Gerais.** Viçosa: UFV, 1997. Disponível em: Acessado em: 4 de abril de 2017

FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLÂNTICA. **Aqui tem mata?** São Paulo. Fundação S.O.S. Mata Atlântica, 2016. Disponível em: Acessado em: 30 de novembro de 2017

FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLÂNTICA. **Unidades de Conservação Municipais da Mata Atlântica.** São Paulo. São Paulo. Fundação S.O.S. Mata Atlântica, 2017. Disponível em: Acessado em: 30 de novembro de 2017

FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLÂNTICA & INPE. **Atlas dos Remanescentes florestais da Mata Atlântica. Período 2015-2016. Relatório Técnico.** Ministério da Ciência e Tecnologia. São Paulo. 2017. Disponível em: Acessado em: 30 de novembro de 2017

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **A geografia do café.** IBGE, Brasil, 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPCIAIS. **Introdução ao Sensoriamento Remoto.** INPE, Brasil. 2017. Disponível em: <<http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm#bernardo>> Acessado em: 30 de novembro de 2017.

KIEL, R. **Detecção de mudanças no uso e cobertura do solo em uma série temporal de imagens da região da Campanha do Rio Grande do Sul.** UFRGS. Porto Alegre, 2008. Disponível em: Acessado em: 30 de novembro de 2017

MANHUMIRIM. Decreto Municipal 1.545 de 5 de junho de 1999. Dispõem sobre a criação do **Parque Natural Municipal do Sagui da Serra e da Área de Proteção Ambiental – APA no município de Manhumirim – Minas Gerais e dá outras providências**. 1999

MENDES, C. A. B. **Planejamento nacional de recursos hídricos baseado no uso de técnicas de geoprocessamento**. Porto Alegre, 1997.

MODENESI-GUATTIERI, et al. **A obra de Aziz Ab’Sáber**. São Paulo: Beca-Ball edições, 2010. Disponível em: <http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio_Attila/2s2017/excursos/A_Obra_de_Aziz_Ab%27Saber.pdf>. Acessado em: 30 de novembro de 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Fragmentação de ecossistemas: causa, efeito sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília, MMA. 2003. Disponível em: Acessado em: 30 de novembro de 2017.

MYNENI, R. B. *et al.* **The interpretation of spectral vegetation indexes**. IEEE - Transactions on geoscience and remote sensing, Vol. 33, No. 2, 1995. Disponível em: <<http://sites.bu.edu/cliveg/files/2013/12/myneni-tgars-1995.pdf>> Acessado em: 4 de abril de 2017

ONG FORÇA VERDE. **Plano de manejo do Parque Natural Municipal da Sagui da Serra**. Manhumirim, Minas Gerais. 2009.

PASSOS, M. M. **Biogeografia e paisagem**. São Paulo: UNESP, 1988.

PETTORELLI, N. *et al.* **Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change.** ELSEVIER - TRENDS in Ecology and Evolution, Vol.20 No.9, 2005. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S016953470500162X/1-s2.0-S016953470500162X-main.pdf?_tid=3c361f8e-5d90-11e6-afdd-00000aab0f26&acdnt=1470678654_2baa28ff083197d45081b88dc721c3aa> Acessado em: 4 de abril de 2017

PINTO, A. R. et al. **Manual de normalização de trabalhos acadêmicos.** Viçosa, MG, 2010. Disponível em: <<http://www.bbt.ufv.br/>>. Acessado em: 30 de novembro de 2017

PONZONI, F. J. **Capítulo 8 – Sensoriamento remoto no estudo da vegetação; diagnosticando a mata atlântica.** INPE, 2002. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/lepac/bie5759/CAP8_FJPonzoni.pdf > Acessado em: 4 de abril de 2017

RODRIGUES, E. L. *et al.* **Avaliação da cobertura vegetal por meio dos índices de vegetação SR, NDVI, SAVI, EVI na sub-bacia do Vale do Rio Itapeçerica, Alto São Francisco, em Minas Gerais.** In: Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0059.pdf>> Acessado em: 22 de fevereiro de 2017

SANTOS, A. R. **ARCGIS 9.3 total: aplicações de dados espaciais.** Alegre, ES: CAUFES, 2010. Disponível em: Acessado em: 15 de março de 2017

SEOANE, C. E. S. **Conservação da diversidade florestal. In: Anais VIII Semana de Estudos Florestais. Irati, PR, Brasil, 23 a 27 de outubro.** UNICENTRO. 2006. Disponível em: Acessado em: 30 de novembro de 2017

SILVA, A. B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos.** Campinas, 1999.

SILVA, K. R. et al. **Subtração de imagens para detecção de mudanças na cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio alegre – Alegre/ES.** In: Anais do XIV Encontro latino-americano de Iniciação Científica e X Encontro latino-americano de Pós-graduação e Iniciação Científica Junior. Universidade do Vale do Paraíba. 2010 Disponível em: Acessado em: 30 de novembro de 2017

TABARELLI, M. *et al.* **Desafios e Oportunidades para a Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica.** In: MEGADIVERSIDADE, Vol. 1 Num. 1. 2005. Disponível em: http://www.caranguejo.org.br/wp/contents/images/2013/05/Desafios_e_oportunidades_para_a_conserva%C3%A7%C3%A3o_da_biodiversidade_na_Mata_Atlantica_brasileira.pdf Acessado em: 15 de março de 2017

THIAGO, C. R. L et al. **Utilização de subtração de imagens e NDVI na avaliação da cobertura vegetal do município de Guaçuí.** In: Anais do XV Encontro latino-americano de Iniciação Científica e XI Encontro latino-americano de Pós-graduação e Iniciação Científica Junior. Universidade do Vale do Paraíba. 2011. Disponível em: Acessado em: 30 de novembro de 2017

UNITED STATE GEOLOGICAL SURVEY. **About Landsat** Disponível em: <https://landsat.usgs.gov/about-landsat>. Disponível em: Acessado em: 15 de março de 2017