



**ANÁLISE E AVALIAÇÃO MULTI-TEMPORAL DA MUDANÇA  
DA COBERTURA VEGETAL E USO DE SOLO NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DE BÚZI (1986-2016)**

**Relatório Final**

Universidade Católica de Moçambique|  
Centro de Informação Geográfica

15 De Março de 2017

António dos Anjos Luís  
Sérgio Niquisse  
Aly Atumane Puna

## INDICE

Lista de Figuras .....	iii
Lista de Tabelas.....	v
Lista de Abreviaturas ou Siglas .....	iv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJECTIVOS .....	3
2.1. OBJECTIVO GERAL.....	3
2.2. OBJECTIVOS ESPECIFICOS .....	3
2.3. RESULTADOS ESPERADOS.....	3
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	5
3.1. Bacias Hidrográficas.....	5
3.2. Uso e Cobertura da Terra ou do Solo.....	5
3.3. Detecção Remota.....	6
4. MÉTODOS E MATERIAIS.....	7
4.1. Fases do Projecto .....	7
4.1.1. Fase I: Preparação do estudo e revisão documental ( <i>Desk Review</i> ).....	7
4.1.2. Fase II: Análise das imagens dos diferentes intervalos seleccionados .....	7
4.1.3. Fase III: Preparação e elaboração do Relatório Final .....	7
4.2. Dados Cartográficos de Base .....	8
4.3. Imagens de satélite .....	8
4.4. Procedimentos Metodológicos .....	8
4.4.1. Pré-processamento das Imagens.....	9
4.4.2. Recorte das Cenas.....	10
4.4.3. Mosaico das Imagens.....	10
4.4.4. Visita de campo/Google Earth.....	10
4.4.5. Classificação das Imagens .....	12
4.4.6. Atualização ou Melhoramento dos Resultados .....	14
4.4.7. Detecção de Mudanças .....	14
4.4.8. Área Mínima Cartográfica .....	16
5. RESULTADOS OBTIDOS .....	17
5.1. Uso e Cobertura do Solo em 1986.....	17
5.2. Uso e Cobertura do Solo em 2000 .....	20
5.3. Comparação das Classes de uso e Cobertura entre 1986 e 2000.....	22

5.4.	Uso e Cobertura em 2016.....	23
5.5.	Evolução de uso e Cobertura do solo no período 1986,2000 e 2016.....	25
5.6.	Detecção de Mudanças de Uso e Cobertura do solo entre 1986 e 2016 .....	27
5.6.1.	Principais alterações de Uso e Cobertura de Solo .....	27
5.6.2.	Aumentos e Reduções entre 1986 e 2016.....	27
5.6.3.	Tipo de Mudanças ocorridas .....	32
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
	Anexo 1- Mapas de Uso e Cobertura do solo de 1986,2000 e 2016 .....	vi

## Lista de Figuras

Figura 1- Roteiro Metodológico da Pesquisa.....	9
Figura 2- Amostras recolhidas pelo trabalho de campo e Google Earth.....	11
Figura 3- Esquema de Construção de uma Nomenclatura .....	13
Figura 4- Percentagem das Classes de Uso e Cobertura de solo em 1986.....	18
Figura 5- Uso e Cobertura do Solo de 1986.....	19
Figura 6- Uso e Cobertura do Solo de 2000.....	21
Figura 7- Mapa de Uso e Cobertura do solo de 2016.....	24
Figura 8 Evolução das Classes de uso e cobertura nos últimos 30 anos .....	26
Figura 9 -Principais alterações no uso e cobertura entre 1986 e 2016 .....	27
Figura 10- Evolução dos mangais.....	28
Figura 11 -Evolução da Floresta sempre verde .....	29
Figura 12- Evolução da Floresta Aberta.....	29
Figura 13-Evolução da Classe das represas .....	30
Figura 14- Uso cobertura das áreas habitacionais .....	30
Figura 15- Evolução dos Campos de Cultivo .....	31
Figura 16 Fator contribuinte as alterações da classe dos mangais .....	32
Figura 17 Fator contribuinte para as mudanças da Área habitacional não urbanizada .....	33
Figura 18- Fatores contribuintes para as alterações das represas .....	34
Figura 19- Fatores contribuintes para as alterações na Floresta sempre verde.....	35

## Lista de Abreviaturas ou Siglas

AMC- Adaptação as Mudanças Climáticas

BH- Bacia Hidrográfica

CENACARTA- Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção

DR- Detecção Remota

Global Land cover Facility – GLCF

GPS- Global Position System

LCM- Land Change Modeler

NDVI- Índices de Vegetação Normalizada Diferenciada

SRTM- Shuttle Radar Topography Mission

## Lista de Tabelas

Tabela 1-Imagens Landsat utilizadas no estudo.....	8
Tabela 2-Matrix de Confusão do mapa de 2016.....	13
Tabela 3- Classes de Uso e Cobertura utilizadas.....	14
Tabela 4-Classes de Uso e Cobertura do Solo da Bacia do rio Buzi em 1986 e respectivas áreas de cobertura .....	17
Tabela 5-Classes e uso de Terra do ano 2000.....	20
Tabela 6 -Evolução do Uso e Cobertura do solo entre 1986 e 2000 .....	22
Tabela 7-Classes de Uso e Cobertura de solo em 2016.....	23
Tabela 8-Uso e cobertura para os anos 1986,2000 e 2016 .....	25

## 1. INTRODUÇÃO

A preocupação com o uso e alterações na cobertura do solo vem crescendo rapidamente no meio científico, pois, as formas como as quais esses dois fatores estão sendo manipulados influenciam muito o modo de vida humano. O conhecimento das dinâmicas de transformação do uso e cobertura do solo mostra-se cada vez mais importante para compreensão do espaço, possibilitando inferir tendências de cenários futuros (Antônio, Polonio, & Argentin, 2013).

Informações relativas as alterações no uso e cobertura do são de grande importância para que se possa entender e analisar em escalas globais, continentais e locais, os processos da superfície que impactam o meio ambiente, a sociedade e o setor econômico. Na escala local, estes estudos podem auxiliar na gestão de recursos hídricos e dentre outros (Andrade, Ribeiro, & Lima, 2015). Turetta (2011) argumenta que os referidos estudos permitem o entendimento de processos de alteração do espaço geográfico e são fundamentais devido à necessidade de conhecimento da fragilidade das terras e dos recursos naturais. Segundo o autor, nas áreas agrícolas, em particular, o estudo da mudança do padrão de uso e ocupação das terras se faz pertinente à medida que esta análise poderá ser utilizada para subsidiar processos de tomada de decisão e contribuir para o planejamento sustentável do meio rural, com melhor utilização dos recursos naturais e aumento da produção do pequeno agricultor e sua qualidade de vida. Segundo (Leite & Rosa, 2013) a informação atualizada sobre o uso e cobertura do solo é de grande importância ao planejamento e orienta à ocupação da paisagem, respeitando sua capacidade de suporte e/ou sua estabilidade/vulnerabilidade.

O uso do solo raramente permanece inalterado, existindo a necessidade de atualização constante dos registros de uso e cobertura do solo, para que suas tendências possam ser analisadas (Antônio et al., 2013).

De acordo com (Borges, Borges, & Costa, 2008), a bacia hidrográfica compreende uma unidade ideal para base de planejamento de uso do solo, pois fornece a noção da definição da dimensão da área de trabalho. A intensa e desordenada utilização dos recursos naturais nas bacias hidrográficas pode provocar diversos impactos no meio ambiente. Dessa forma, em virtude da exploração cada vez mais intensa desses recursos pelo ser humano, é essencial que sejam realizados estudos constantes no sentido de avaliar as condições ambientais de determinados locais frente à ocupação antrópica. Numa bacia hidrográfica, de acordo com (Faustino, Ramos, & Milton, 2014) todos os elementos pertencentes a ela como geologia, geomorfologia, cobertura vegetal, clima e rios estão integrados e interligados, de tal maneira que alterações em quaisquer desses componentes podem revelar fragilidades e vulnerabilidades.

Na área de mapeamentos, a detecção remota e os sistemas de informações geográficas (SIG) são fundamentais para auxiliar na interpretação do espaço geográfico, e constituem ferramentas computacionais que propiciam gerar novas informações espaciais através da análise e representação do espaço ou dos fenômenos espaciais. Estas técnicas, segundo (Faustino et al., 2014) tornaram-se ferramentas úteis e indispensáveis no monitoramento da dinâmica de uso

e ocupação das terras, pelo fato de propiciar maior frequência na atualização de dados, agilidade no processamento e viabilidade econômica.

O sensoriamento remoto é uma fonte de dados valiosa da qual informações de alteração no uso e cobertura podem ser extraídos de forma eficiente. O uso dos dados de detecção remota por satélites possibilita estudar as mudanças na cobertura da terra em menor tempo, com baixo custo e com maior precisão (Rawat & Kumar, 2015). Aliado aos SIG, que permitem a interpretação e o tratamento de imagens de satélite, é possível obter informações atualizadas inerentes a determinada área de forma precisa, possibilitando a elaboração de mapas temáticos atualizados das diferentes estruturas espaciais resultantes do processo de uso e ocupação do solo (BORGES, BORGES, COSTA, & NISHIYAMA, 2008)

A bacia hidrográfica do rio Buzi é uma área das áreas que tem vivenciado significativas mudanças de cobertura e uso da terra, que podem ser observadas principalmente ao longo das últimas quatro décadas. O presente trabalho tem como objetivo analisar a dinâmica da paisagem na bacia do Buzi ao longo dos últimos 30 anos através do mapeamento da evolução do uso e cobertura da Terra, utilizando as imagens de satélite Landsat dos anos 1986, 2000 e 2016 apoiadas pelas imagens históricas da ferramenta Google Earth.

Este estudo enquadra-se no indicador 2 do projeto de adaptação às mudanças climáticas (AMC) e surge da necessidade de buscar informações sobre a cobertura vegetal e uso de solo na bacia hidrográfica de Búzi em diferentes períodos de tempo.

Espera-se que o resultado da pesquisa possa contribuir na identificação e priorização de medidas de AMC na bacia hidrográfica de Búzi através do conhecimento da atual situação de cobertura vegetal bem como os diferentes usos de solo existente no território fazendo uma correlação com os aspectos socioeconômicos e culturais.



## 2. OBJECTIVOS

### 2.1. OBJECTIVO GERAL

- Analisar e avaliar a mudança da cobertura vegetal e de uso de solo na bacia hidrográfica do Búzi durante pelo menos 3 diferentes períodos temporais entre 1986 e 2016 aplicando as técnicas da Detecção remota para a análise de imagens do satélite e de fotografias aéreas.

### 2.2. OBJECTIVOS ESPECIFICOS

- Quantificar o uso do solo e a alteração da biomassa da área de estudo para cada imagem temporal aplicando o Método de Classificação Supervisionada usando dados de campo.
- Verificar a tendência da mudança do uso do solo (Detecção de mudanças) para os 3 diferentes períodos determinados;
- Verificar a evolução das vilas e assentamento humano dentro da Bacia do Búzi;
- Verificar a relação entre o uso de solo e a cobertura vegetal na Bacia Hidrográfica de Búzi.

### 2.3. RESULTADOS ESPERADOS

No fim da consultoria, deverão ser apresentados os seguintes produtos:

- Mapa de uso actual do solo na bacia do Rio Buzi.
- Mapas temáticos de mudanças do uso do solo na bacia do Rio Buzi para cada um dos intervalos analisados.
- Descrição da mudança de uso do solo com todas informações apresentadas em tabela.
- DVD com toda a informação digital gerada durante o estudo nos formatos do software aplicado (por exemplo em formato de ARCGIS e ERDAS Imagine, incluindo mapas digitais em formato \*.JPEG e/ou \*.shape e composições de mapas em ArcGIS (MapDocuments)).
- Relatório Final com as conclusões da pesquisa.
- Imagens satélites, fotos aéreas e todos dados brutos usados na pesquisa.
- Apresentação em MS Powerpoint® versão 2003 ou posterior feita ao Projecto AMC e a equipa técnica da ARA C.

Os produtos deverão ser entregues de acordo com o formato a seguir:

- Textos: MS Word® versão 2003 ou posterior; idioma português, em papel A4, devidamente numerados e encadernados, em três cópias impressas.
- Planilhas, Gráficos e Tabelas: MS Excel® versão 2003 ou posterior;
- Figuras em geral: JPG,GIF ou BMP;
- Os mapas temáticos deverão ser entregues em formato digital e impressa.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1. Bacias Hidrográficas

Segundo (Schiavetti & Camargo, 2002) o conceito de Bacia Hidrográfica (BH) tem sido cada vez mais expandido e utilizado como unidade de gestão da paisagem na área de planejamento ambiental. Na perspectiva de um estudo hidrológico, este envolve explicitamente o conjunto de terras drenadas por um corpo d'água principal e seus afluentes e representa a unidade mais apropriada para o estudo qualitativo e quantitativo do recurso água e dos fluxos de sedimentos e nutrientes.

Embora tecnicamente o conceito implícito no termo seja preciso, podem existir variações no foco principal, conforme a percepção dos técnicos que o utilizam em seus estudos. Do ponto de vista do planejador direcionado à conservação dos recursos naturais, o conceito tem sido ampliado, com uma abrangência além dos aspectos hidrológicos, envolvendo o conhecimento da estrutura biofísica da BH, bem como das mudanças nos padrões de uso da terra e suas implicações ambientais. Neste sentido, vários autores ressaltam a importância do uso do conceito de BH como análogo ao de Ecossistema, como uma unidade prática, seja para estudo como para a gestão ambiental.

A qualidade e a quantidade dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica são reflexos do uso e ocupação do seu solo (Vasconcelos & Filho, 2010).

#### 3.2. Uso e Cobertura da Terra ou do Solo

No processo de mapeamento da dinâmica do uso da terra é recomendado que se estabeleça a diferença entre as terminologias uso do solo e cobertura do solo.

(Brito, Leite, Ferreira, & Leite, 2013) definem cobertura da terra como estado biofísico imediato da superfície da terra e da sub- superfície, ou seja, trata do tipo de objeto que cobre a superfície num dado momento. Por seu turno, o uso da terra envolve a maneira pela qual os atributos biofísicos da terra são manipulados e a intenção relacionada a essa manipulação, isto é, a finalidade para a qual é usada a terra.

No processo de classificação de imagem de satélite é comum identificar tanto as classes de cobertura, quanto de uso, por isso, na literatura específica de mapeamento de mudança da paisagem, por produtos orbitais, é usual o termo classes de Uso/Cobertura da terra. Portanto, entende-se neste trabalho que a expressão "uso/cobertura da terra" denota atividades humanas de ocupação e exploração da superfície do planeta e dos seus recursos em função da necessidade de manutenção das sociedades humanas. Além disso, contempla a cobertura natural da terra, uma vez que essa é usada como reserva para exploração ou mesmo para conservação ambiental.

Segundo (Seabra & Cruz, 2013), as mudanças de Cobertura e Uso da Terra podem ocorrer de duas formas. A primeira seria a conversão de uma categoria de uso para outra. Como por exemplo, a mudança de cobertura florestal para

pastagem. A segunda forma estaria correlacionada ao manejo, e seria a mudança dentro da própria categoria, como uma área que passa de pequenos campos agrícolas para agricultura irrigada.

Além de fornecer as informações necessárias para o reconhecimento da estrutura da paisagem, da organização espacial dos elementos que compõem a paisagem e da análise das pressões socioeconômicas atuais, a evolução da Cobertura e Uso da Terra possibilita a compreensão da intensidade das mudanças e o período em que elas ocorreram; permite a compreensão de suas estruturas no passado; e, além disso, torna viável a determinação dos vetores e tendências das pressões sobre os espaços naturais.

### 3.3. Detecção Remota

Sousa & Silva( 2011) conceitua Detecção Remota (DR) ou Sensoriamento remoto como uma técnica que nos permite obter informação sobre um objeto ou fenômeno pela análise de dados recolhidos por um dispositivo que não está em contacto com o objeto ou fenômeno, ou seja sem contacto mecânico.

Segundo (Vasconcelos & Filho, 2010) esta tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície.

As imagens de satélite têm sido uma das principais fontes de informação para a produção de novos mapas, por melhor auxiliar a determinação do uso e da cobertura do solo, além de ter um custo relativamente baixo e periodicidade de informações. O sensoriamento remoto é uma fonte de dados valiosa da qual informações de alteração no uso e cobertura podem ser extraídos de forma eficiente. O uso dos dados de detecção remota por satélites possibilita estudar as mudanças na cobertura da terra em menor tempo, com baixo custo e com maior precisão(Rawat & Kumar, 2015).

Com a utilização das técnicas de geoprocessamento, que permitem a interpretação e o tratamento de imagens de satélite, é possível obter informações atualizadas inerentes a determinada área de forma precisa, possibilitando a elaboração de mapas temáticos atualizados das diferentes estruturas espaciais resultantes do processo de uso e ocupação do solo(Borges et al., 2008).

## 4. MÉTODOS E MATERIAIS

### 4.1. Fases do Projecto

O estudo de Análise e avaliação multi-temporal da mudança da cobertura vegetal e uso de Solo na Bacia Hidrográfica de Búzi obedeceu 3 fases distintas em cumprimento aso termos de referência, que a seguir se descreve.

#### 4.1.1. Fase I: Preparação do estudo e revisão documental (*Desk Review*)

- Revisão e análise de documentos relevantes para o tema do estudo;
- Determinação dos períodos da observação, seleção e aquisição das imagens;
- Descrição da abordagem com respeito aos procedimentos e processos da correção geométrica (georreferenciação) e radiométrica e do processamento digital de imagens;
- Identificação do software que será usado;
- Descrição da abordagem com respeito as técnicas da detecção remota a serem aplicadas para diferenciar entre os diferentes usos do solo (por exemplo: Índices de Vegetação Normalizada Diferenciada (NDVI), Componentes Principais de Análise (PCA1,2,3), e Análise de Textura);
- Preparação da cartografia básica (Rede rodoviária, rede hidrológica, municípios, etc.)
- Apresentação ao cliente.

#### 4.1.2. Fase II: Análise das imagens dos diferentes intervalos selecionados

Processamento e análise da informação:

- Interpretação das imagens de acordo com as técnicas especificadas na fase I;
- Calibração com os dados de campo (a classificação supervisionada se faz através de levantamento de dados reais sobre os principais usos de solo na área de estudo);
- Classificação supervisionada da área de estudo através pelo menos 8 categorias (uso do solo, vegetação. Depende das características biofísicas da área de estudo).
- Análise das mudanças detetadas.

#### 4.1.3. Fase III: Preparação e elaboração do Relatório Final

- Interpretação dos resultados da fase II;
- Elaboração do primeiro draft;
- Apresentação do primeiro draft ao cliente;
- Redação do relatório final.

#### 4.2. Dados Cartográficos de Base

Os dados cartográficos de base utilizados neste estudo como suporte as imagens de satélite obtidas foram: Divisão administrativa (limite dos distritos e postos dentro da bacia hidrográfica do Buzi), Limite da Bacia do Buzi, com área estimada em 2 862 318.9 hectares, Mapa de Uso e Cobertura de Solo, Altimetria, Rede Hidrográfica, Sede de Postos Administrativos e Estradas pertencentes ao Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção (CENACARTA).

#### 4.3. Imagens de satélite

O estudo foi baseado na classificação e análise das imagens do satélite Landsat com resolução espacial de 30 m e uma frequência temporal de 16 dias dos anos 1986, 2000 e 2016 obtidas na plataforma da Global Land cover Facility (GLCF)<sup>1</sup>, na página web da Earth Explorer<sup>2</sup> que se apresenta na tabela 1. Foram usadas imagens com uma cobertura de nuvens que variam de 0 a 3% que satisfizessem o critério do ano pretendido com menor área ardida possível.

Tabela 1-Imagens Landsat utilizadas no estudo

Ano	Sensor Landsat	Órbita/Ponto	Data da Imagem	Resolução Espacial
1986	LS7 ETM	167-74	04/08/1986	30 metros
		168-73	22/08/1986	
		168-74	29/08/1986	
2000	LS7 ETM	167-74	05/08/2000	30 metros
		168-73	30/08/2000	
		168-74	25/08/2000	
2016	LS8 OLI	167-74	04/08/2016	30 metros
		168-73	24/08/2016	
		168-74	23/08/2016	

#### 4.4. Procedimentos Metodológicos

Inicialmente, realizou-se um levantamento bibliográfico, que possibilitou obter a base teórica necessária para o desenvolvimento do presente trabalho.

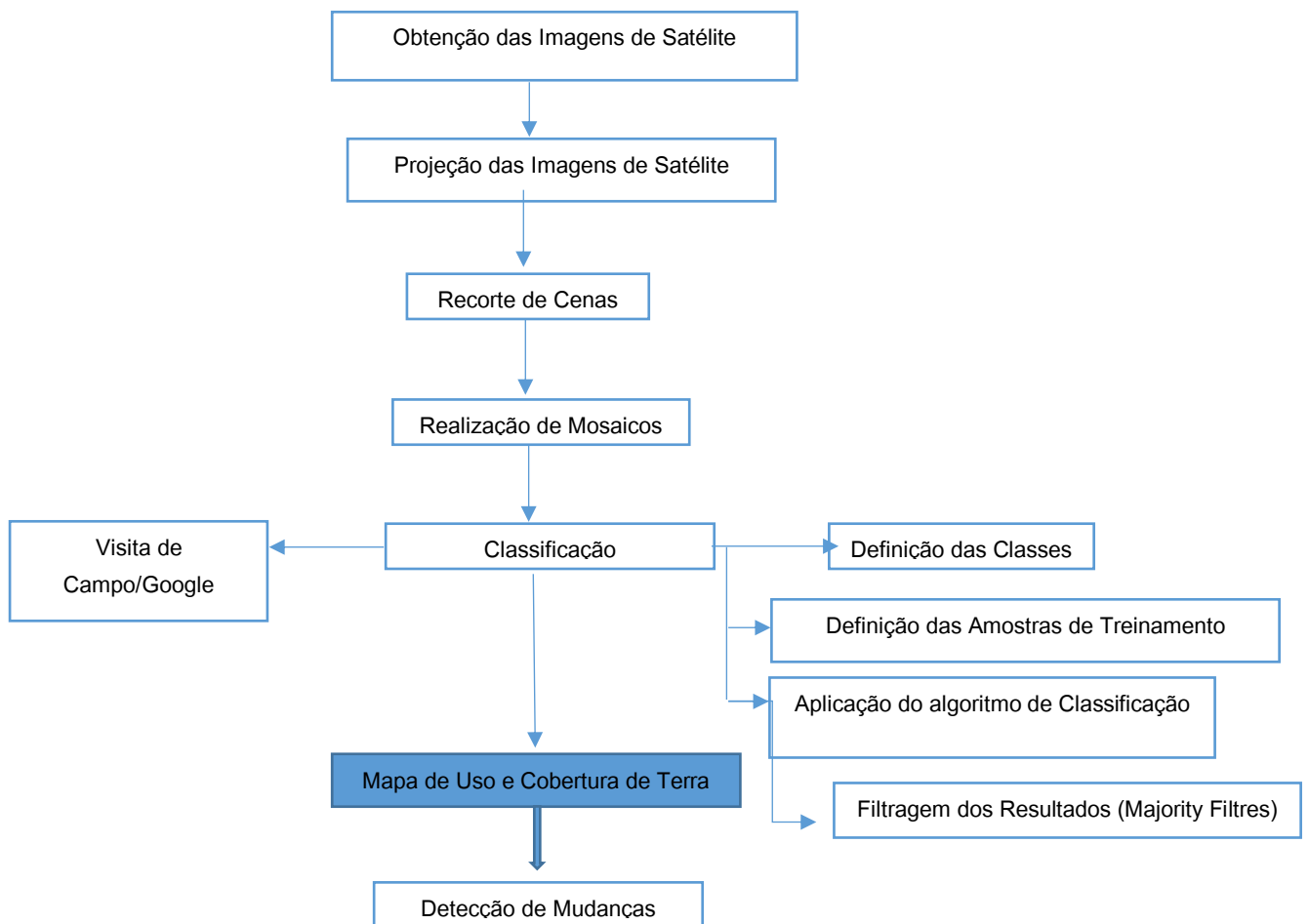
<sup>1</sup> <http://glcfapp.glc.f.edu:8080/esdi/>

<sup>2</sup> <http://earthexplorer.usgs.gov>

A pesquisa bibliográfica também se constituiu em um fundamental instrumento para a coleta de dados, importante para o mapeamento da área de estudo. Após esta etapa de revisão bibliográfica, elaborou-se uma base cartográfica georreferenciada da área de estudo, utilizando-se o software Arcgis 10.2.1.

A identificação do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Buzi ocorreu a partir da interpretação de imagens Landsat descritas na tabela 1. A sequência metodológica utilizada no estudo é apresentada na figura 2 e descrita pormenorizadamente a seguir.

Figura 1- Roteiro Metodológico da Pesquisa



#### 4.4.1. Pré-processamento das Imagens

As imagens obtidas foram projetadas para um sistema comum de projeção UTM, Zona 36 S e o datum definido foi o WGS-84. Depois que o sistema de projeção foi criado, cada imagem do Landsat foi aprimorada usando a equalização do histograma para melhorar a qualidade da imagem.

#### 4.4.2. Recorte das Cenas

A seguir a correção do problema da projeção que inicialmente continha referências do hemisfério Norte, com recurso a ferramenta Extract by Mask do ARCGIS 10.2.1., procedeu-se o recorte das bandas 1, 2, 3, 4, 5, 7 e 8, da área referente à bacia hidrográfica do Buzi, em cada cena, utilizando como referência o arquivo vetorial do limite da bacia hidrográfica do rio Buzi, criado com base do SRTM de 90m em ArcGIS e inclui a base hidrográfica juntos com as planícies de inundação. Para este estudo não foi usado a banda 6 do Landsat por ser uma faixa térmica, não importante para análise dos objetos.

#### 4.4.3. Mosaico das Imagens

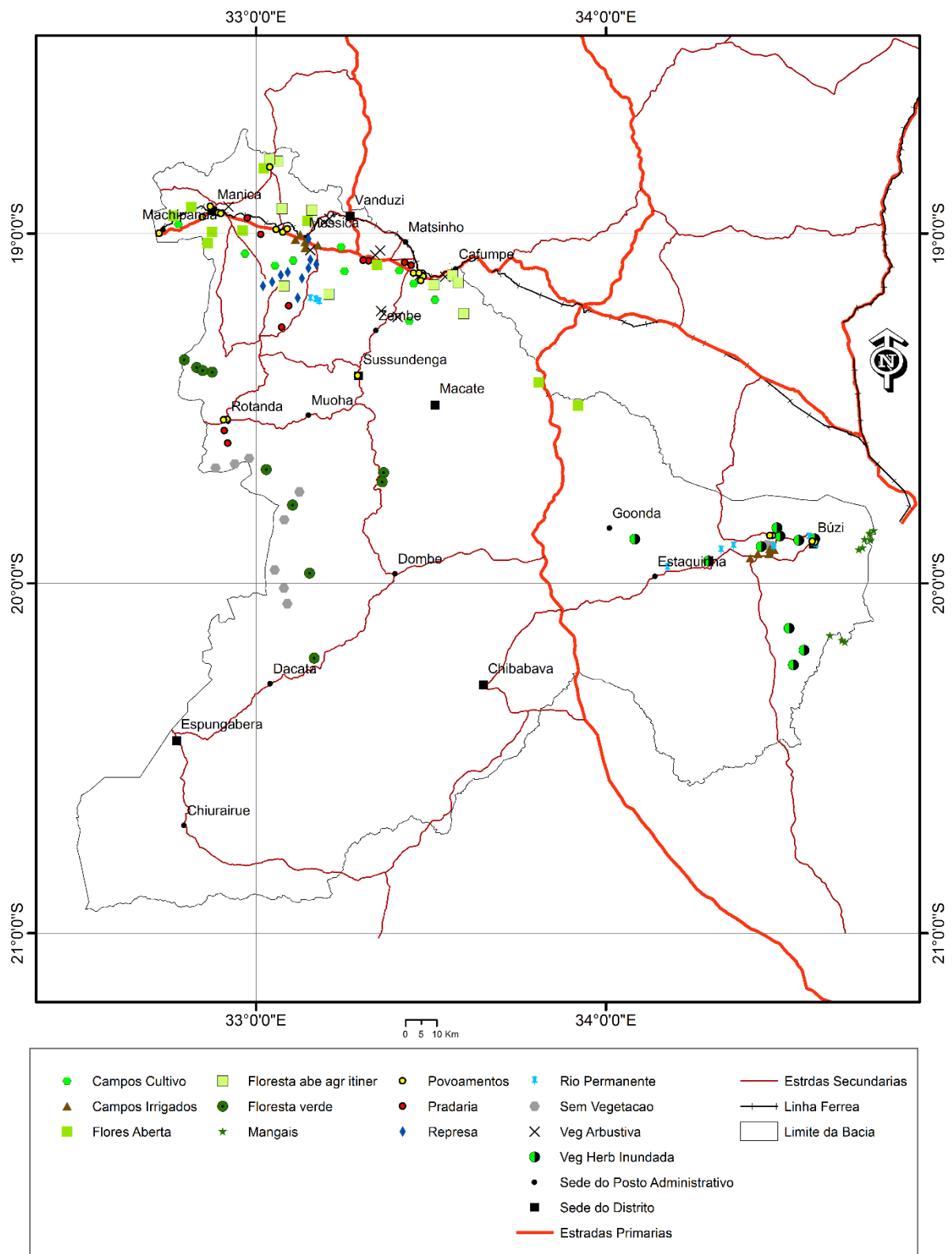
Após o recorte, foram produzidos mosaicos para cada uma das bandas espectrais e para a banda pancromática. O mosaico teve como objetivo unir os três recortes de cena vizinhos dentro do espaço geográfico, definido pela bacia hidrográfica do Rio Buzi. A banda pancromática por possuir uma resolução espacial de 15 metros foi usada para ser usada para clarificar e certificar algumas dúvidas na imagem de composição colorida.

#### 4.4.4. Visita de campo/Google Earth

Os dados de amostra para classificação foram levantados através de dois processos: recolha de dados com GPS e a partir do Google Earth, onde foram levantados um total de 140 pontos (Figura 2). O trabalho de campo foi realizado no mês de Outubro de 2016, onde percorreu-se vários lugares da bacia do Buzi com um aparelho de GPS Spectra Precision. Os resultados apresentados pela plotagem dos pontos coletados por ambos métodos, mostraram satisfatórios na medida em que se verificou que foram coletados pontos de todas as classes em vários lugares diferentes, auxiliando na verificação da classificação supervisionada feita na área da pesquisa.



Figura 2- Amostras recolhidas pelo trabalho de campo e Google Earth



#### 4.4.5. Classificação das Imagens

Após o mosaico das imagens, partiu-se para a classificação propriamente dita. De acordo com Rosa (2007), a classificação refere-se à interpretação de imagens de detecção remota auxiliada por um sistema de computador, e na sua maioria, baseia-se exclusivamente na detecção de assinaturas espectrais das classes de cobertura da terra. A classificação supervisionada realizada no âmbito desta pesquisa seguiu cinco etapas: a) sobreposição de bandas; b) definição da Nomenclatura (classes de mapeamento); c) escolha das amostras de treinamento; d) aplicação do algoritmo de classificação e; e) edição da classificação.

Primeiramente foram sobrepostas as sete bandas multiespectrais num só arquivo, utilizando a ferramenta “Composite Bands”, do software ARCGIS. As imagens foram classificadas pelo método de classificação supervisionada usando o método de máxima Verosimilhança com recurso a extensão de Análise espacial de ArcGIS 10.2.1. apoiadas pela interpretação visual da imagem de composição colorida criada. Portanto, todas as imagens Landsat foram classificadas usando as 10 classes de uso e cobertura da terra presentes na tabela 2.

Para todos os mapas foi feita uma avaliação da acurácia dos resultados da classificação com base em histogramas que facilitaram a identificação das classes em função dos seus números digitais. Em seguida foi criada uma tabela de exatidão global do mapa de 2016 (Tabela 2) a partir dos pontos coletados no campo com ajuda do Google Earth. Procedeu-se, deste modo, a verificação dos valores de precisão global e do índice kappa, na matriz de confusão do mapa de 2016 onde se obteve a precisão global de 80% (Tabela 2). Por fim, verificou-se o número de pixels atribuídos a cada classe no processo de classificação supervisionada e calculou-se a área total ocupada por cada classe de uso e ocupação do solo no interior da bacia hidrográfica do rio Buzi.

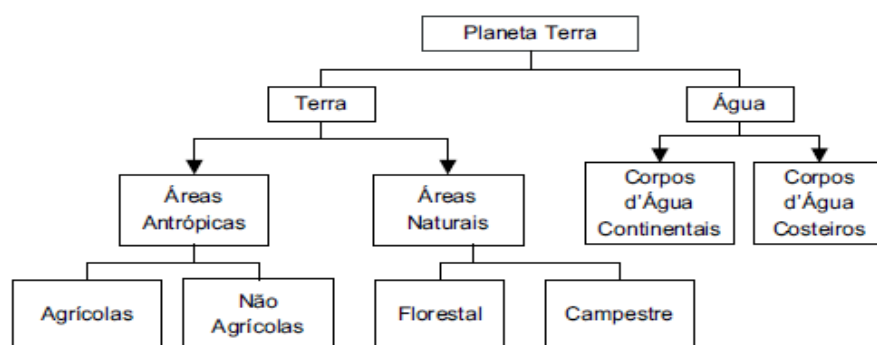
Tabela 2-Matrix de Confusão do mapa de 2016

Classes de Uso e Cobertura	Mangais	Rio Perm	Área hab não Urbaniz	Área hab Urb	Represas	Solos sem Vegetação	Campos Irrigados	Vegetação herbácea Inundada	Vegetação Arbustiva	Campos de Cultivo	Floresta Sempre Verde	Pradaria	Floresta Aberta com Agricultura Itinerante	Floresta Abe	Total	Exactidão do Utilizador
Mangais	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	10	80%
Rio Permanente	0	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	90%
Área habitacional não Urbanizada	0	0	8	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	80%
Área habitacional Urbanizada	0	0	1	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10	80%
Represas	0	1	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	90%
Solos sem Vegetação	0	0	1	0	0	7	1	0	0	1	0	0	0	0	10	70%
Campos Irrigados	0	0	0	0	0	0	8	0	0	2	0	0	0	0	10	80%
Vegetação herb Inundada	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	1	1	0	10	80%
Vegetação Arbustiva	0	0	0	0	0	0	0	1	8	0	0	1	0	0	10	80%
Campos de Cultivo	0	0	1	0	0	0	1	0	0	7	0	1	0	0	10	70%
Floresta Sempre Verde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9		0	1	10	90%
Pradaria	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0		8			10	80%
Floresta Aberta Agric Itinerante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7	1	10	70%
Floresta Aberta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	8	10	80%
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>140</b>	
<b>Exactidão do Produtor</b>	<b>89%</b>	<b>90%</b>	<b>73%</b>	<b>89%</b>	<b>90%</b>	<b>100%</b>	<b>73%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>70%</b>	<b>75%</b>	<b>67%</b>	<b>78%</b>	<b>80%</b>		
<b>Exactidão Global</b>	<b>80%</b>															

#### 4.4.5.1. Nomenclatura

Na escolha e definição da nomenclatura usada, considerou-se a terminologia corrente em diversas pesquisas, nacionais e internacionais, visando a sua compatibilização com os produtos disponíveis (Figura 3).

Figura 3- Esquema de Construção de uma Nomenclatura



Fonte:(IBGE, 2006)

Para o presente estudo, procurou-se agregar as categorias sugeridas pelo IBGE (2006), nomeadamente as áreas antrópicas não agrícolas, as áreas antrópicas agrícolas, as áreas de vegetação natural e água (Tabela 3)

#### 4.4.6. Atualização ou Melhoramento dos Resultados

Foi usado o Google Earth Pro para a refinação dos resultados da classificação supervisionada, muito particularmente das imagens de 2016 em virtude destas possuírem melhor resolução espacial e permitir a digitalização no ecrã das principais classes analisadas.

#### 4.4.7. Detecção de Mudanças

A detecção de mudanças do uso e cobertura da terra foi realizada usando o software Idrisi Selva, pela ferramenta Land Change Modeler (LCM). O LCM é um módulo integrado ao software IDRISI desenvolvido pela Clark Labs da Clark University, EUA que dispõe ferramentas para avaliação e projeção de mudanças de cobertura da terra e suas implicações para espécies, habitats e biodiversidade. O LCM apresenta-se em uma estrutura fixa que divide a modelagem em etapas como: análise das mudanças de cobertura da terra, cálculo dos potenciais de transição, simulação de mudanças futuras além de ferramentas para avaliação de intervenções planejadas no uso da terra e impactos para biodiversidade.

Portanto, a tabela de análise de mudanças no Land Change Modeler fornece ferramentas para rápidas para avaliações de mudanças, permitindo gerar uma série de testes de aumentos e redução, mudanças de rede, persistência e transições específicas tanto em mapas quanto em formulários gráficos.

Tabela 3- Classes de Uso e Cobertura utilizadas

<b>Categorias</b>	<b>Classes de Uso e Cobertura da Terra</b>	<b>Descrição</b>
Áreas antrópicas não agrícolas	Área habitacional não urbanizada	Agrupamento de população considerado a partir de um conjunto de edificações adjacentes e com características de permanência, situado em área legalmente definida como rural.
	Área habitacional Urbanizada	Legalmente definidas como urbanas, caracterizadas por construções, arruamentos e intensa ocupação humana.
Áreas antrópicas agrícolas	Campos de Cultivo (machambas)	Terreno agrícola para produção familiar
	Campos Irrigados	Campos agrícolas com fornecimento controlado de água para as plantas em quantidade suficiente e no momento certo, assegurando a produtividade e a sobrevivência da plantação

	Floresta Aberta com Agricultura Itinerante	Sistema agrícola tradicional, em que o ser humano faz o corte da floresta, queimando os resíduos como preparo da terra para o cultivo de subsistência. A produção de alimentos é feita por 2 a 3 anos e, posteriormente, essa área é abandonada, tornando-se assim improdutiva.
Áreas de vegetação natural	Floresta Aberta	As árvores estão largamente espaçadas, podendo atingir o diâmetro do topo, a cobertura da copa está entre 40 e 70%. A copa projeta pouca sombra e geralmente há uma cobertura terrestre constituída principalmente por um estrato herbáceo de tufos de capim, cuja altura dos colmos atinge 2 metros. É a dominância de árvores com uma copa aberta que permite entrada de luz combinada com a presença quase universal de capim heliófilo que distingue a floresta aberta de outros tipos de vegetação.
	Vegetação Arbustiva	Terra dominada por arbustos baixos que variam de 50 centímetros a 2 ou mais metros de altura.
	Pradaria	Planície vasta e aberta onde não há sinal de árvores nem arbustos, com capim baixo em abundância
	Mangais	Espécies de árvores com pneumatóforas (raízes aéreas), extensivamente representados nas zonas costeiras geralmente associados à vegetação halofítica (terrenos alagados salinos e salobros) ou solos sem vegetação lamacentos.
	Vegetação herbácea Inundada	Cobertura em que o capim está sob influência da água durante a maior parte do ano, ou quando permanece em água superficial mesmo durante a época da seca.
	Solos sem Vegetação	Solos lamacentos e salobros das zonas baixas, ou rochosos de montanhas, ou arenosos, ao longo da costa, dos cursos de rios, dos leitos menores dos rios etc.
	Vegetação sempre Verde (Densa)	Continuidade de árvores em pé, com uma altura mínima de 8 metros e a cobertura do topo é de 70% da superfície da terra ou mais. Estas zonas têm uma vegetação não decídua, composta por uma flora relativamente rica. Esta é usualmente intacta devida á sua inacessibilidade por razões físicas.
Água	Água	Rios Permanentes, Represas, lagoas ou reservatórios

Fonte: Autor (adaptado de CENACARTA)

#### 4.4.8. Área Mínima Cartográfica

O conceito de Área Mínima Cartográfica associado à cartografia define o tamanho da área que um determinado objeto deve conter para que seja representado num mapa ou carta geográfica (Motta, 2010). Tendo em consideração que a escala dos mapas produzidos é de 1:100 000 (recomendável para as imagens Landsat), a área mínima cartográfica para este estudo equivale a 16 ha (Priego, Bocco, Mendoza, & Garrido, 2008). Contudo, este aspecto foi ignorado por se achar importante incluir certas classes com menos de 16 hectares, nomeadamente o rio permanente e as áreas habitacionais. A classe de Rios permanentes foi resultante basicamente do processo de vectorização no ecrã, seguindo a trajetória do rio Buzi da foz até a albufeira de Chicamba Real.

## 5. RESULTADOS OBTIDOS

### 5.1. Uso e Cobertura do Solo em 1986

O resultado da classificação supervisionada da imagem de satélite Landsat de 1986 permitiu que fosse elaborado o mapa de uso e cobertura do referido ano (Figura 5). Tal como se pode observar na Tabela 4 e no gráfico da Figura 4, em termos de cobertura, as classes de uso de terra com maior expressão pertencentes a áreas de vegetação natural onde de ordem decrescente perfilam as classes da Floresta Aberta (30%) seguido da Floresta Aberta com Agricultura Itinerante e as Pradarias. Por sua vez, as classes como Mangais, Rios Permanentes e as Áreas habitacionais não urbanizadas são as que em termos espaciais tem menos representação na área em estudo.

Tabela 4-Classes de Uso e Cobertura do Solo da Bacia do rio Buzi em 1986 e respectivas áreas de cobertura

<b>Classes de Uso e Cobertura</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
Mangais	3608.4	0.13
Rio Permanente	4658.0	0.16
Área habitacional não Urbanizada	5918.7	0.21
Área habitacional Urbanizada	7755.0	0.27
Represas	10021.1	0.35
Solos sem Vegetação	25268.0	0.88
Campos Irrigados	38541.7	1.35
Vegetação herbácea Inundada	124572.0	4.35
Vegetação Arbustiva	157295.0	5.50
Campos de Cultivo	163968.0	5.73
Floresta Sempre Verde	218585.0	7.64
Pradaria	451091.0	15.76
Floresta Aberta com Agricultura Itinerante	791045.0	27.64
Floresta Aberta	859992.0	30.05
<b>Total</b>	<b>2862318.9</b>	<b>100</b>

Figura 4-Percentagem das Classes de Uso e Cobertura de solo em 1986

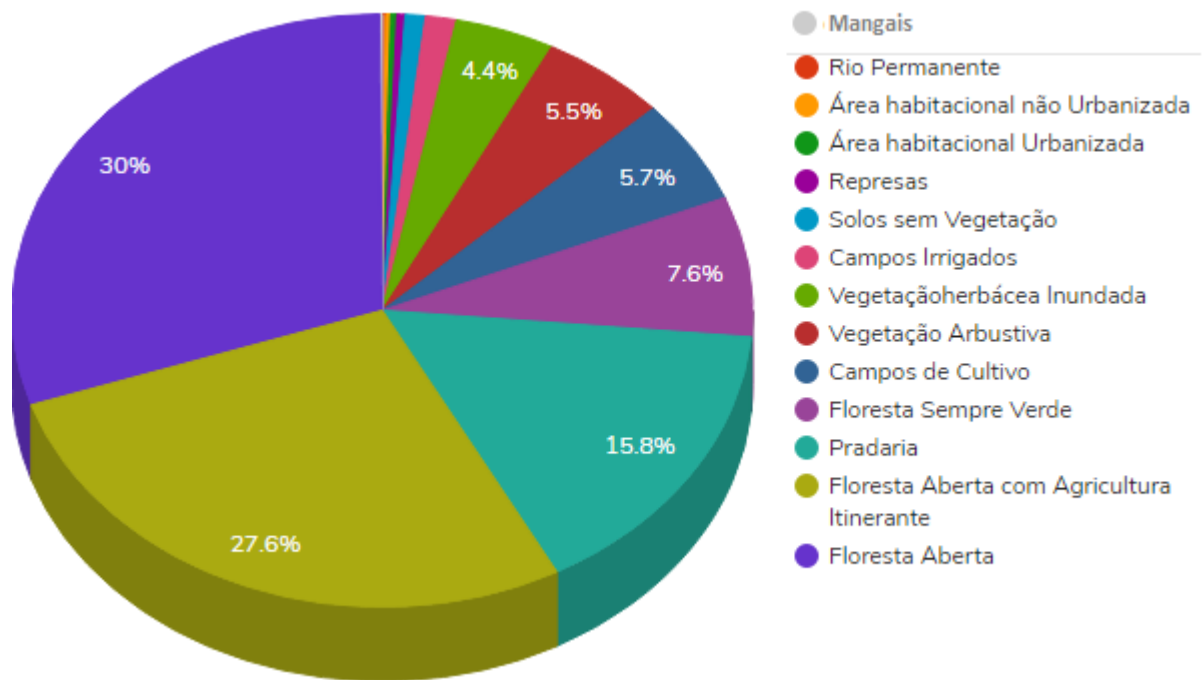
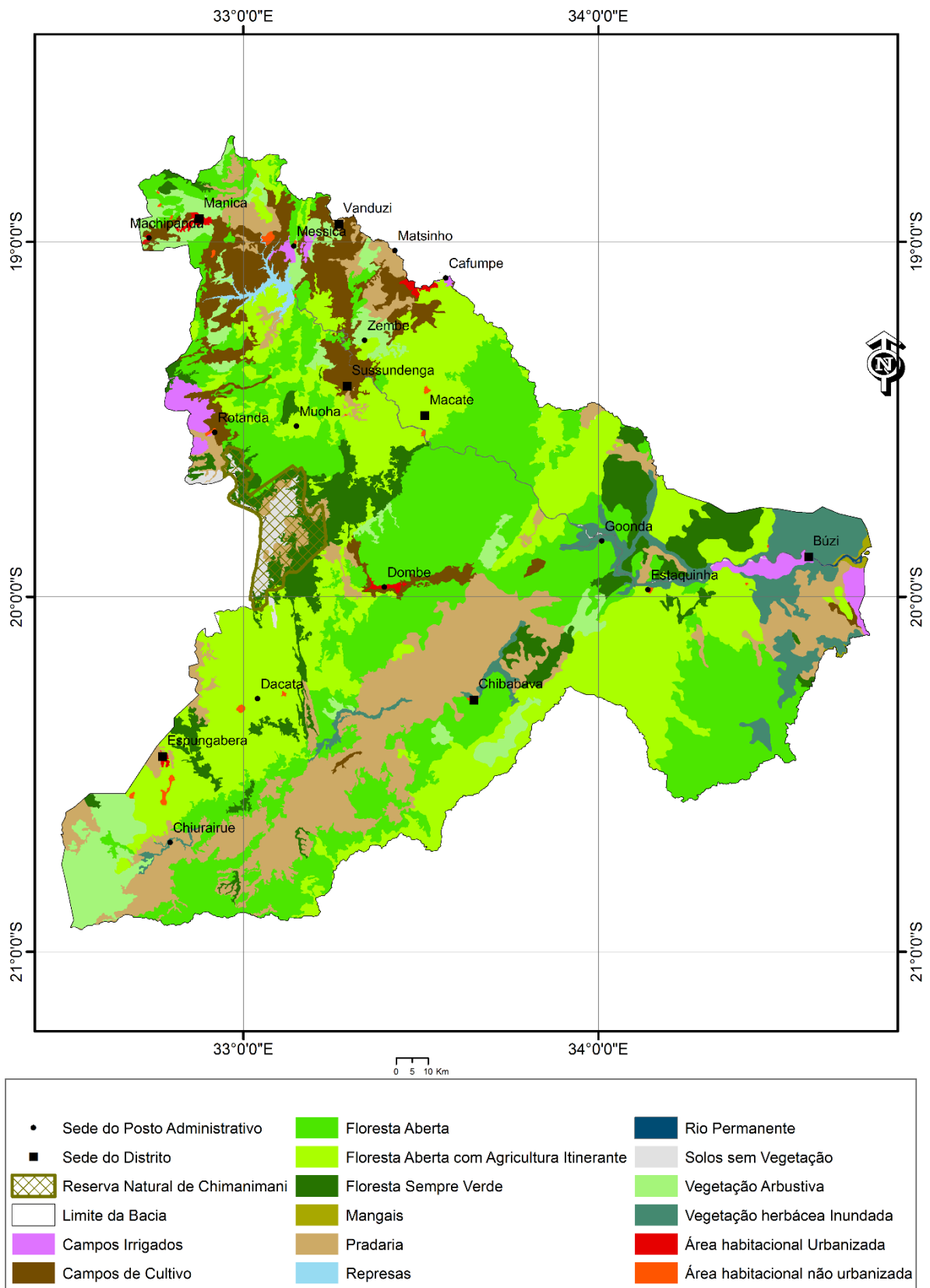




Figura 5- Uso e Cobertura do Solo de 1986



## 5.2. Uso e Cobertura do Solo em 2000

Tal como se observa na Tabela 5 e na Figura 6 em 2000 as classes que ocupam maior área na bacia do Buzi são a Floresta Aberta (30.05 %), Floresta aberta com agricultura itinerante (27.64%) e a pradaria (15.7 %).

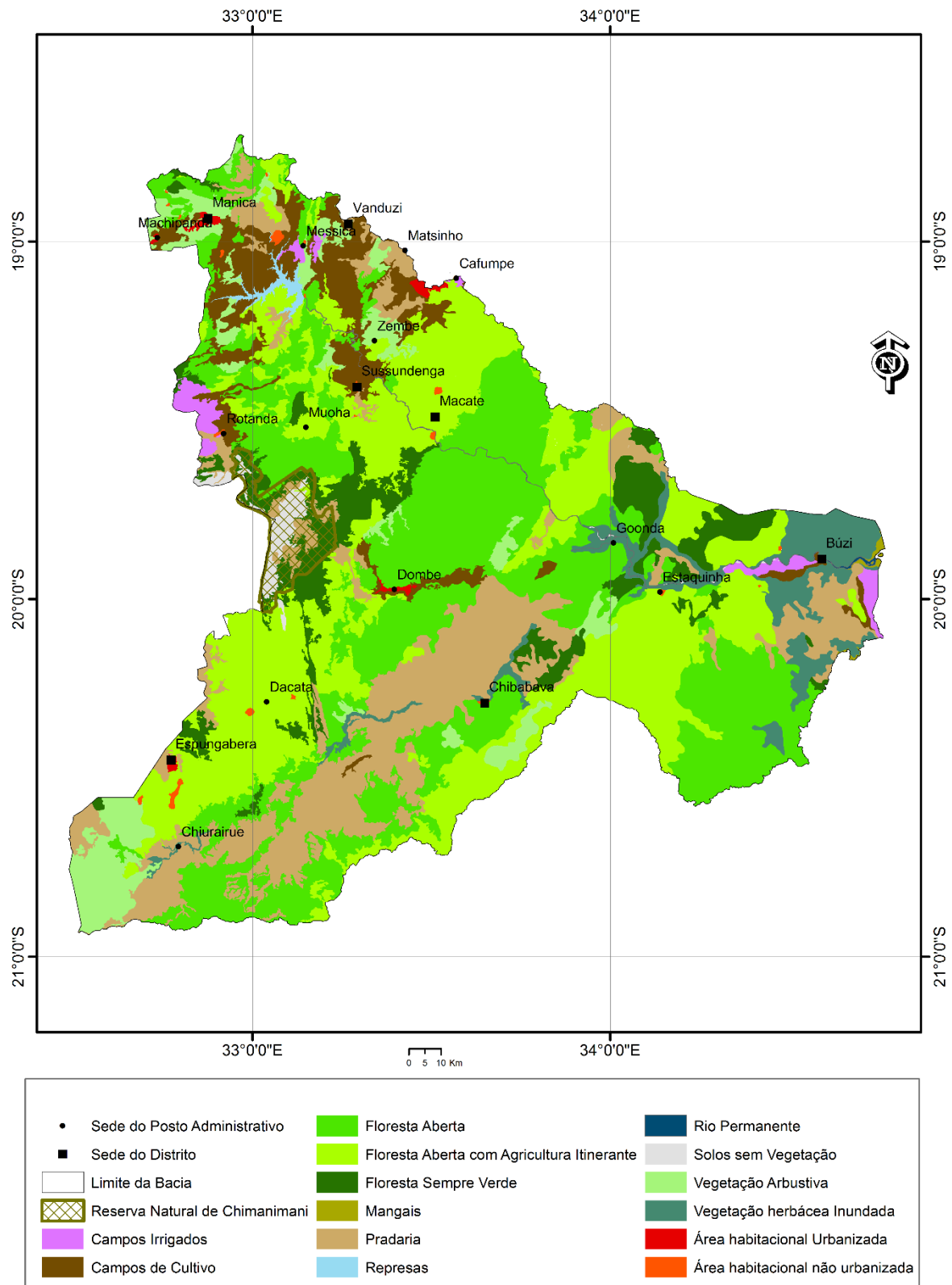
A observação minuciosa da figura 5 possibilita-nos concluir que em termos espaciais os campos de cultivo ocupam a maior parte do território e especialmente nas imediações dos rios e seus afluentes. A floresta aberta com agricultura itinerante ocupam a zona central e oriental da bacia. A vegetação regularmente inundada localizam-se basicamente nas áreas baixas, consideradas planícies de inundação.

Por outro lado, as classes de uso e cobertura de solo com menor espacialização são os mangais (0.13%), os rios permanentes (0.16%) e as áreas habitacionais não urbanizadas (0.21%).

Tabela 5-Classes e uso de Terra do ano 2000

<b>Classes de Uso e Cobertura</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
Mangais	3608.4	0.13
Rio Permanente	4658.0	0.16
Área habitacional não Urbanizada	5918.7	0.21
Área habitacional Urbanizada	7755.0	0.27
Represas	10021.1	0.35
Solos sem Vegetação	25268.0	0.88
Campos Irrigados	38541.7	1.35
Vegetação herbácea Inundada	124572.0	4.35
Vegetação Arbustiva	157295.0	5.50
Campos de Cultivo	163968.0	5.73
Floresta Sempre Verde	218585.0	7.64
Pradaria	451091.0	15.76
Floresta Aberta com Agricultura Itinerante	791045.0	27.64
Floresta Aberta	859992.0	30.05
<b>Total</b>	<b>2862318.9</b>	<b>100</b>

Figura 6-Uso e Cobertura do Solo de 2000



### 5.3. Comparação das Classes de uso e Cobertura entre 1986 e 2000

A análise comparativa do uso e cobertura do solo entre 1986 e 2000 permiti-nos observar o fenómeno de aumento e de redução das classes de uso e cobertura de terra tal como se observa na tabela 6.

Verificam-se redução de 682.1 ha das áreas cobertas por de mangais,82.2 das represas,5475.3 há dos campos irrigados,2447 da vegetação arbustiva,16612 há da floresta sempre verde e 4203 há da floresta aberta.

As classes de uso e cobertura de terra com aumentos são: Área habitacional não Urbanizada (1002.6 ha), Área habitacional Urbanizada (1032.6 ha), Vegetação herbácea Inundada (592 ha),Campos de Cultivo (7267 ha),Pradaria (8735 ha) e Floresta Aberta com Agricultura Itinerante (12873 ha).

Por seu turno, as classes como os rios permanentes e as áreas sem vegetação não sofreram quaisquer alterações

Tabela 6 -Evolução do Uso e Cobertura do solo entre 1986 e 2000

Classes de Uso e Cobertura	2000		1986		Diferença
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	
Mangais	2926.3	0.13	3608.4	0.13	-682.1
Rio Permanente	4658.0	0.16	4658.0	0.16	0.0
Área habitacional não Urbanizada	6921.3	0.21	5918.7	0.21	1002.6
Área habitacional Urbanizada	8787.6	0.27	7755.0	0.27	1032.6
Represas	9938.2	0.35	10021.1	0.35	-82.9
Solos sem Vegetação	25268.0	0.88	25268.0	0.88	0.0
Campos Irrigados	33066.4	1.35	38541.7	1.35	-5475.3
Vegetação herbácea Inundada	125164.0	4.35	124572.0	4.35	592.0
Vegetação Arbustiva	154848.0	5.50	157295.0	5.50	-2447.0
Campos de Cultivo	171235.0	5.73	163968.0	5.73	7267.0
Floresta Sempre Verde	199973.0	7.64	218585.0	7.64	-18612.0
Pradaria	459826.0	15.76	451091.0	15.76	8735.0
Floresta Aberta com Agricultura Itinerante	803918.0	27.64	791045.0	27.64	12873.0
Floresta Aberta	855789.0	29.90	859992.0	30.05	-4203.0
<b>Total</b>	<b>2862318.9</b>	<b>100</b>	<b>2862318.9</b>	<b>100</b>	

#### 5.4. Uso e Cobertura em 2016

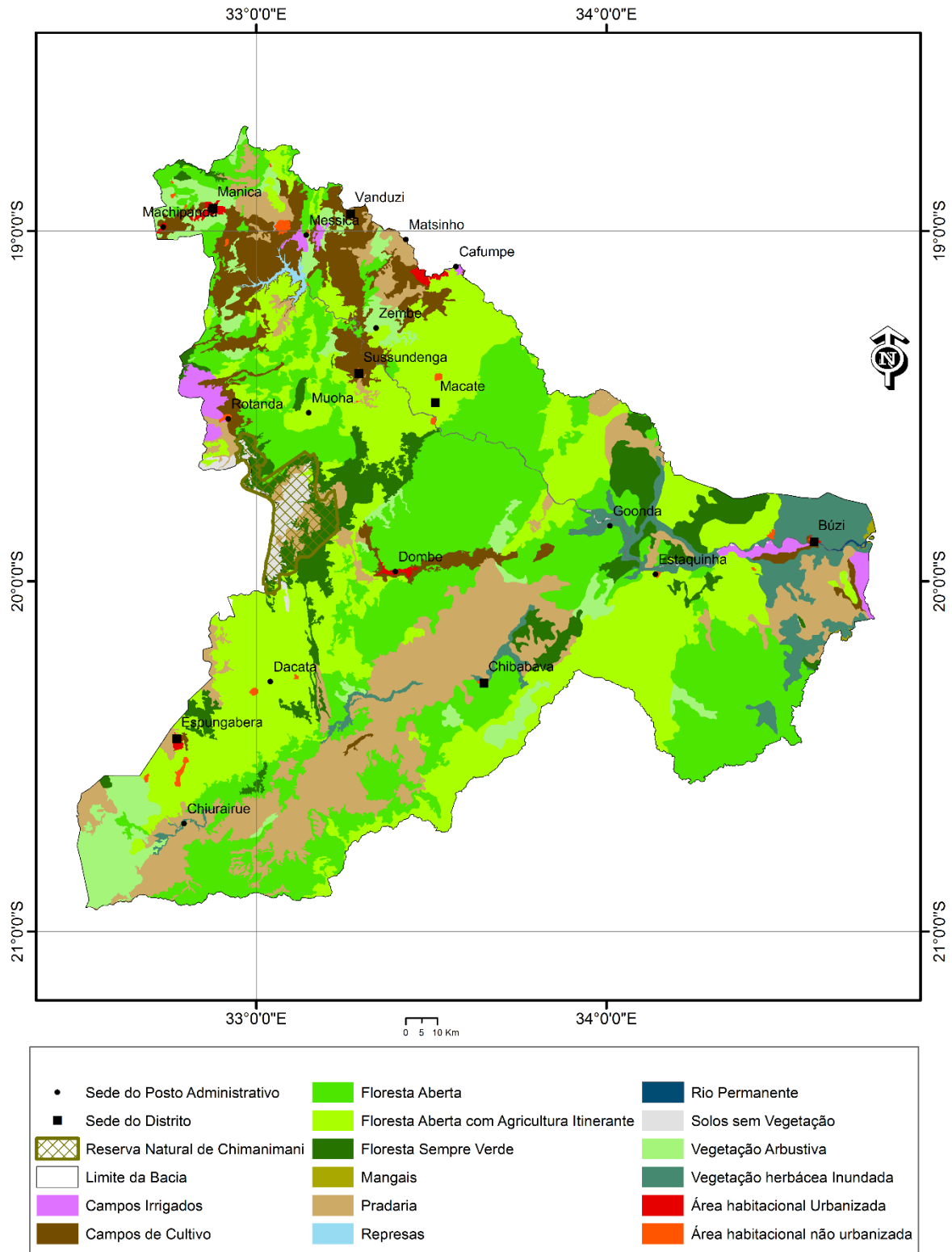
O resultado da classificação da imagem da área de estudo para o ano de 2016 resultou na discriminação das diferentes classes de uso e cobertura da terra por áreas e a sua percentagem no território Tabela 7 e Figura 7.

Tal como nos dados da imagem anterior as classes com maior área de uso e cobertura são a floresta aberta, a floresta aberta com agricultura itinerante e as pradarias. As áreas de mangais, rios permanentes e as áreas habitacionais ocupam por sua vez as menores áreas da bacia.

Tabela 7-Classes de Uso e Cobertura de solo em 2016

Classes de Uso e Cobertura	Área (ha)	%
Mangais	1838.7	0.13
Rio Permanente	4645.0	0.16
Área habitacional não Urbanizada	8207.8	0.21
Área habitacional Urbanizada	9301.6	0.27
Represas	5329.6	0.35
Solos sem Vegetação	26170.7	0.88
Campos Irrigados	33066.4	1.35
Vegetação herbácea Inundada	126149.0	4.35
Vegetação Arbustiva	165363.0	5.50
Campos de Cultivo	179620.0	5.73
Floresta Sempre Verde	193671.0	7.64
Pradaria	456594.0	15.76
Floresta Aberta com Agricultura Itinerante	803529.0	27.64
Floresta Aberta	848817.0	29.66
<b>Total</b>	<b>2862302.7</b>	<b>100</b>

Figura 7- Mapa de Uso e Cobertura do solo de 2016



### 5.5. Evolução de uso e Cobertura do solo no período 1986,2000 e 2016

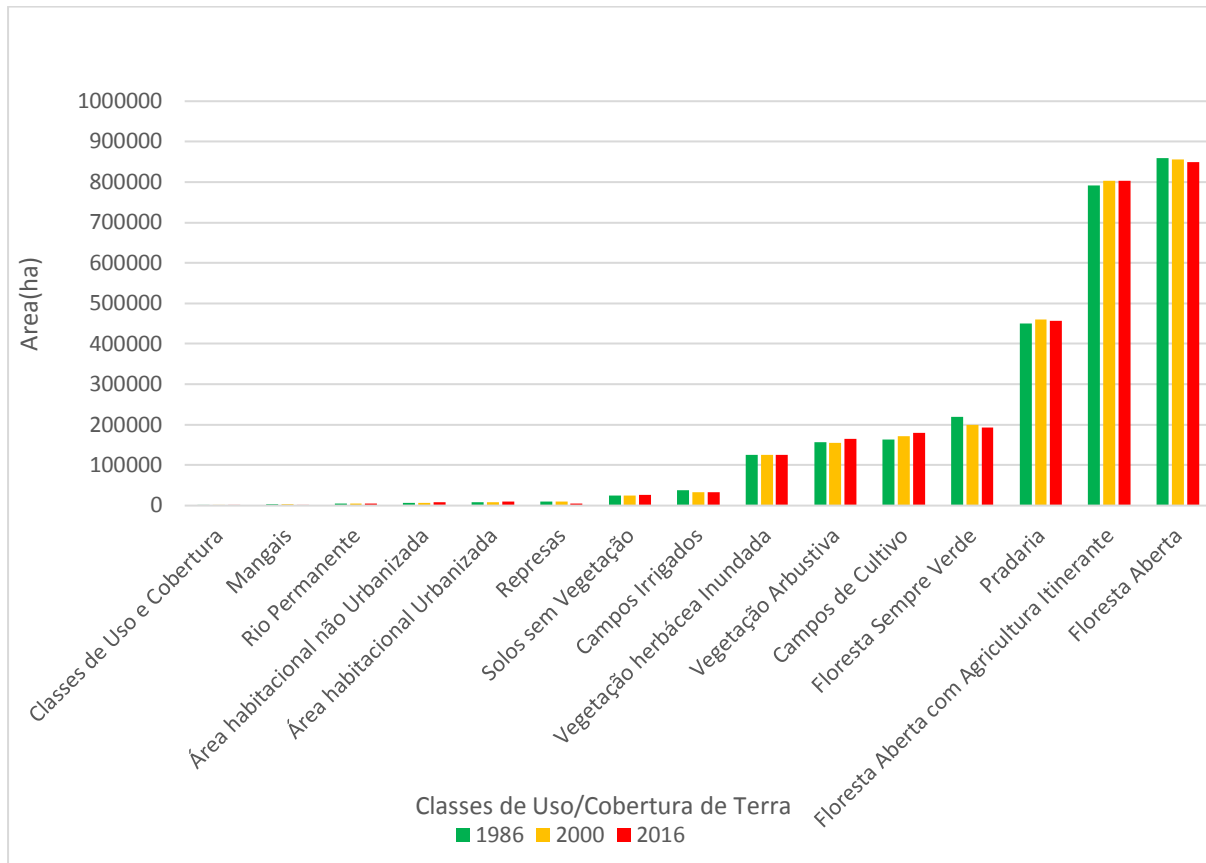
De modo a perceber a evolução das classes de uso e cobertura de terra para os 30 anos em análise foi desenhado a tabela 8 e a figura 8. Através dela, observa-se que houve redução das classes dos mangais, rio permanente, campos irrigados, floresta sempre verde a e a floresta aberta.

Os aumentos verificaram-se para as classes dos Assentamentos habitacionais (urbanizada e não urbanizada), Solos sem vegetação, Vegetação herbácea Inundada, Vegetação Arbustiva, Campos de Cultivo, Pradaria e Floresta Aberta com Agricultura Itinerante.

Tabela 8- Uso e cobertura para os anos 1986,2000 e 2016

Classes de Uso e Cobertura	1986	2000	2016
Mangais	3608.4	2926.3	1838.7
Rio Permanente	4658.0	4658.0	4645.0
Área habitacional não Urbanizada	5918.7	6921.3	8207.8
Área habitacional Urbanizada	7755.0	8787.6	9301.6
Represas	10021.1	9938.2	5329.6
Solos sem Vegetação	25268.0	25268.0	26170.7
Campos Irrigados	38541.7	33066.4	33066.4
Vegetação herbácea Inundada	124572.0	125164.0	126149.0
Vegetação Arbustiva	157295.0	154848.0	165363.0
Campos de Cultivo	163968.0	171235.0	179620.0
Floresta Sempre Verde	218585.0	199973.0	193671.0
Pradaria	451091.0	459826.0	456594.0
Floresta Aberta com Agricultura Itinerante	791045.0	803918.0	803529.0
Floresta Aberta	859992.0	855789.0	848817.0

Figura 8 Evolução das Classes de uso e cobertura nos últimos 30 anos





## 5.6. Detecção de Mudanças de Uso e Cobertura do solo entre 1986 e 2016

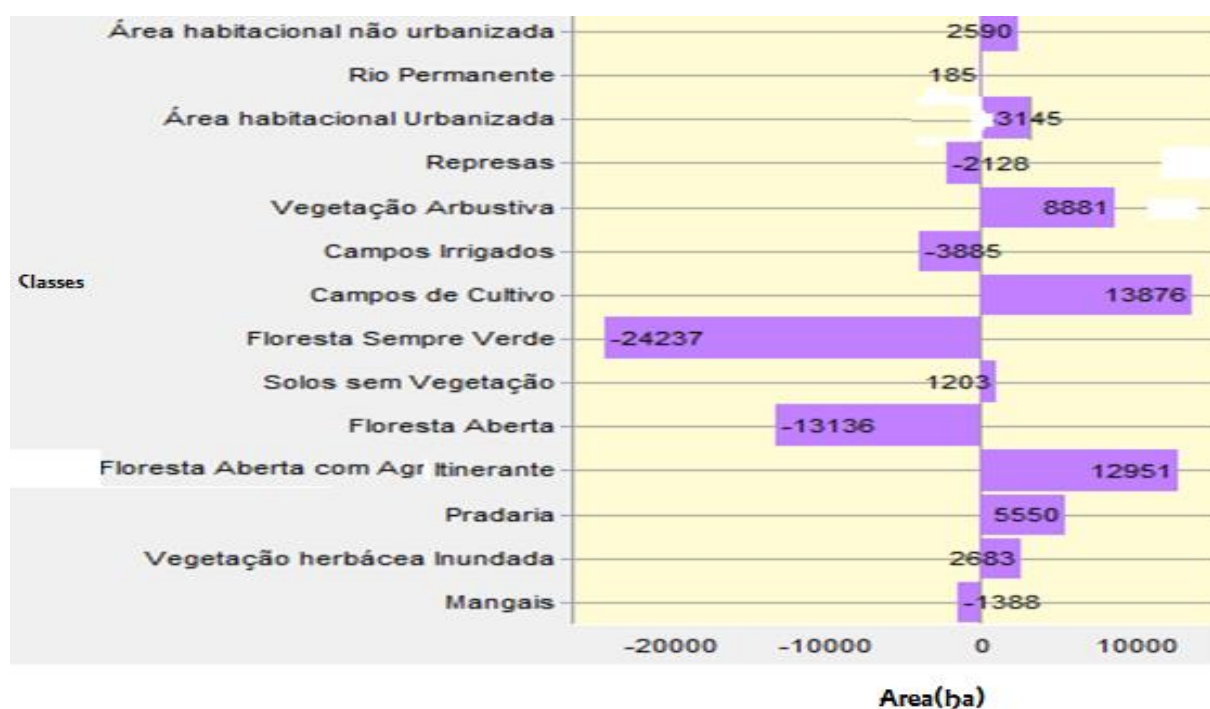
Esta secção apresenta as principais alterações ocorridas, os aumentos e reduções e os fatores contribuintes para as alterações ocorridas na bacia do rio Búzi no período de 1986 e 2016.

### 5.6.1. Principais alterações de Uso e Cobertura de Solo

As principais alterações ocorridas nos 30 anos em estudo pode ser observado na figura 9. Percebe-se através do gráfico que houve significativos aumentos para classes de campos de cultivo, Floresta aberta com agricultura itinerante, vegetação arbustiva, Pradaria, área Habitacional urbanizada e não urbanizada e vegetação herbácea inundada.

Por seu turno, as reduções ocorreram especialmente para as áreas de floresta sempre verde, floresta aberta, campos irrigados, represas e os mangais.

Figura 9 -Principais alterações no uso e cobertura entre 1986 e 2016

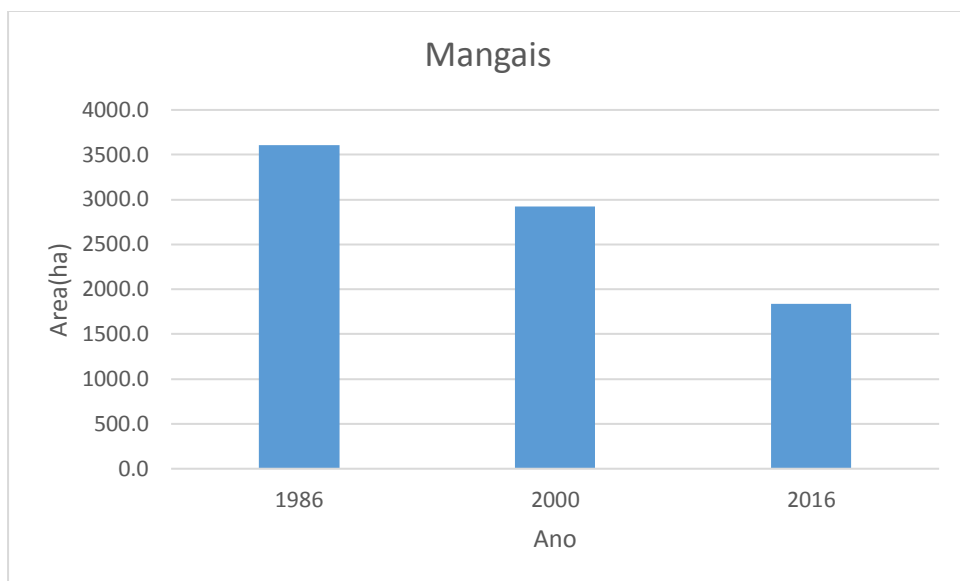


### 5.6.2. Aumentos e Reduções entre 1986 e 2016

O gráfico da Figura 8 traduz melhor as mudanças ocorridas na bacia do Buzi em termos de aumentos e diminuições nas áreas de uso e cobertura de Terra. Através dela é possível verificar as diminuições e os aumentos de uso e cobertura de terra como a seguir se ilustra:

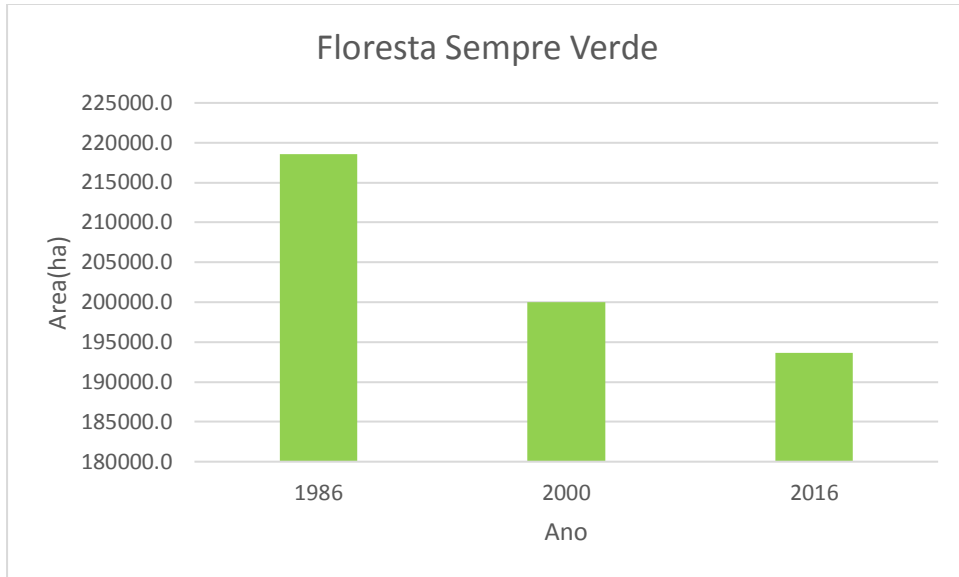
- Tendência de redução das áreas cobertas por mangais denso (Figura 10)

Figura 10- Evolução dos mangais



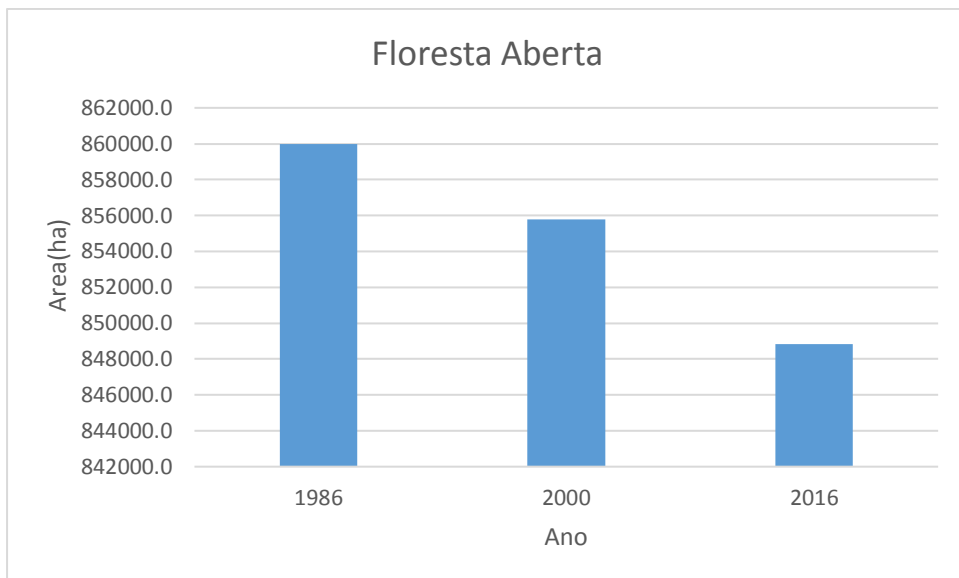
- Redução das classes de Florestas sempre verde (Figura 11)

Figura 11 -Evolução da Floresta sempre verde



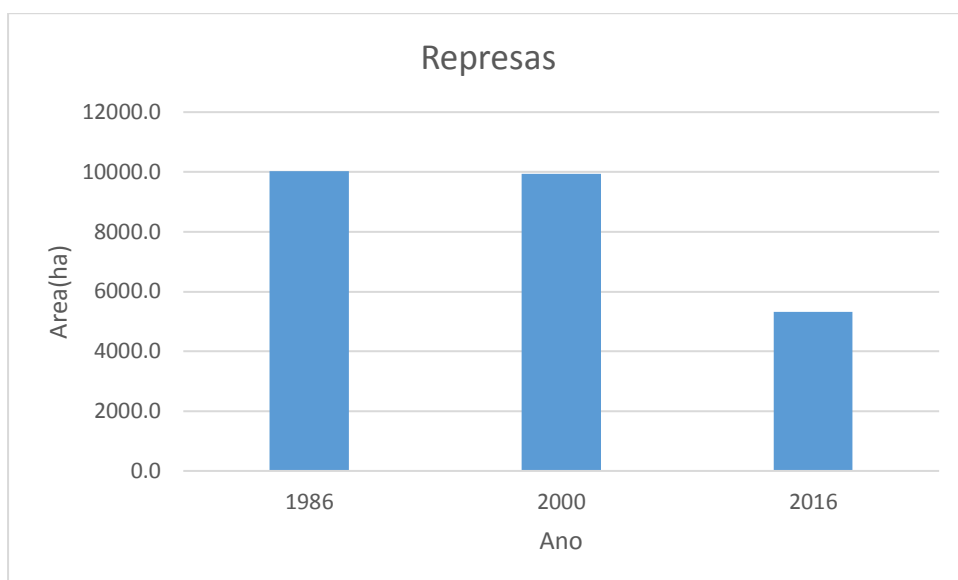
- Redução da Floresta aberta (Figura12)

Figura 12- Evolução da Floresta Aberta



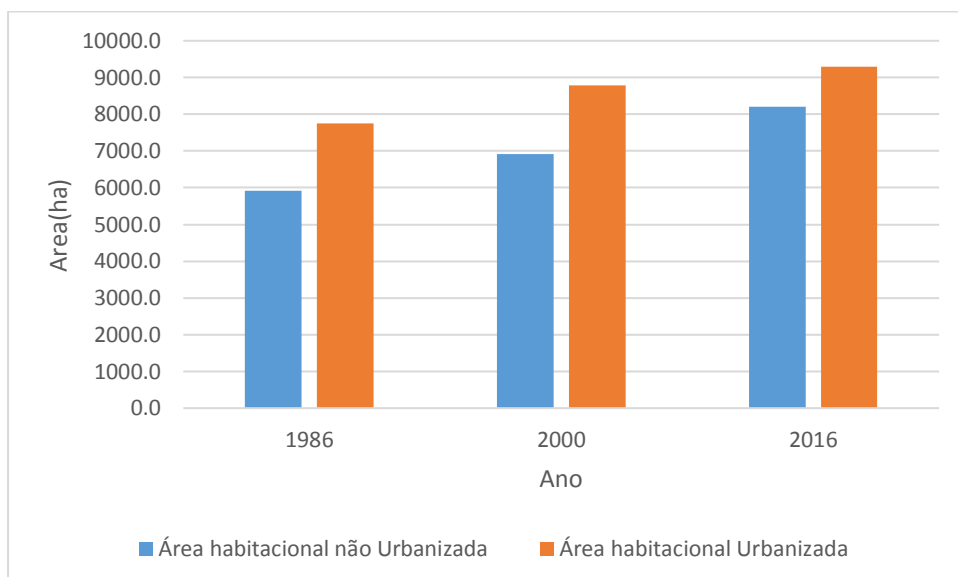
- Redução da Classe das represas, representado basicamente pela barragem de Chicamba Real (Figura 13)

Figura 13-Evolução da Classe das represas



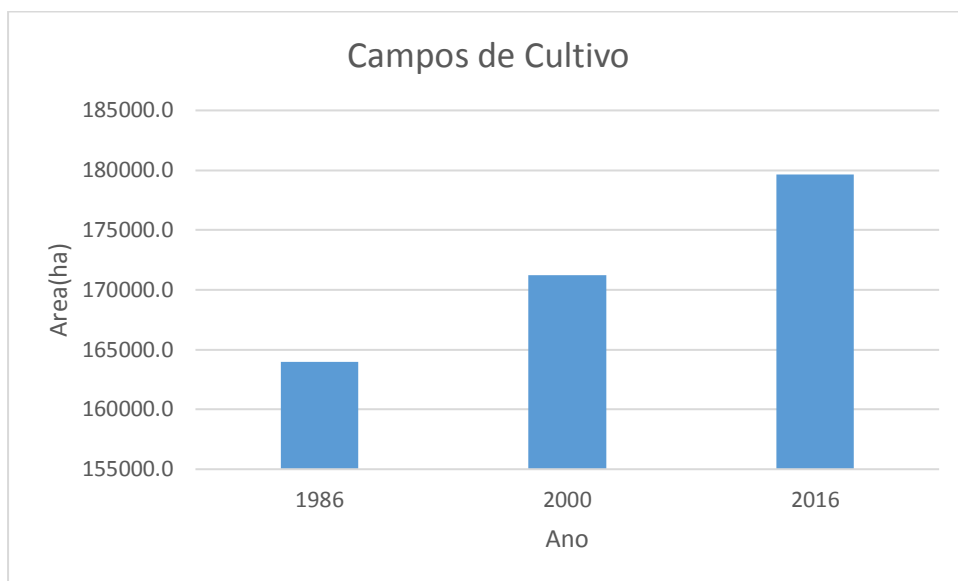
- Aumentos da Classe dos Assentamentos, tantos urbanizados como não urbanizados (Figura 14)

Figura 14- Uso cobertura das áreas habitacionais



- Aumento dos campos de Cultivo (Figura 15)

Figura 15- Evolução dos Campos de Cultivo

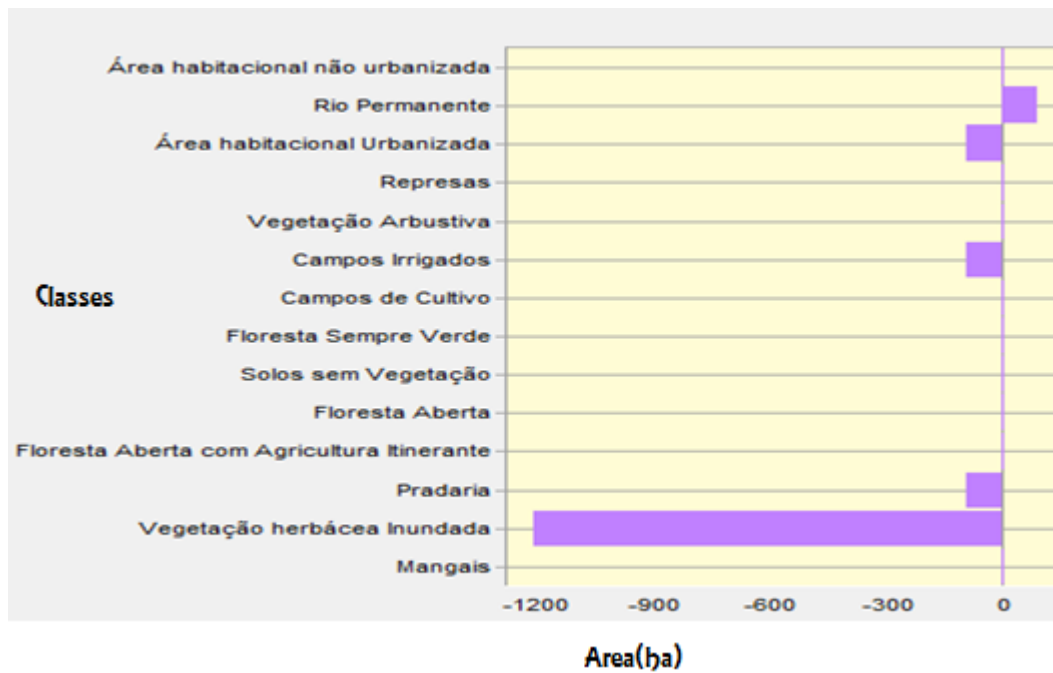


### 5.6.3. Tipo de Mudanças ocorridas

Foi igualmente analisado para que tipo de classe de uso e cobertura de terra certa área foi alterada.

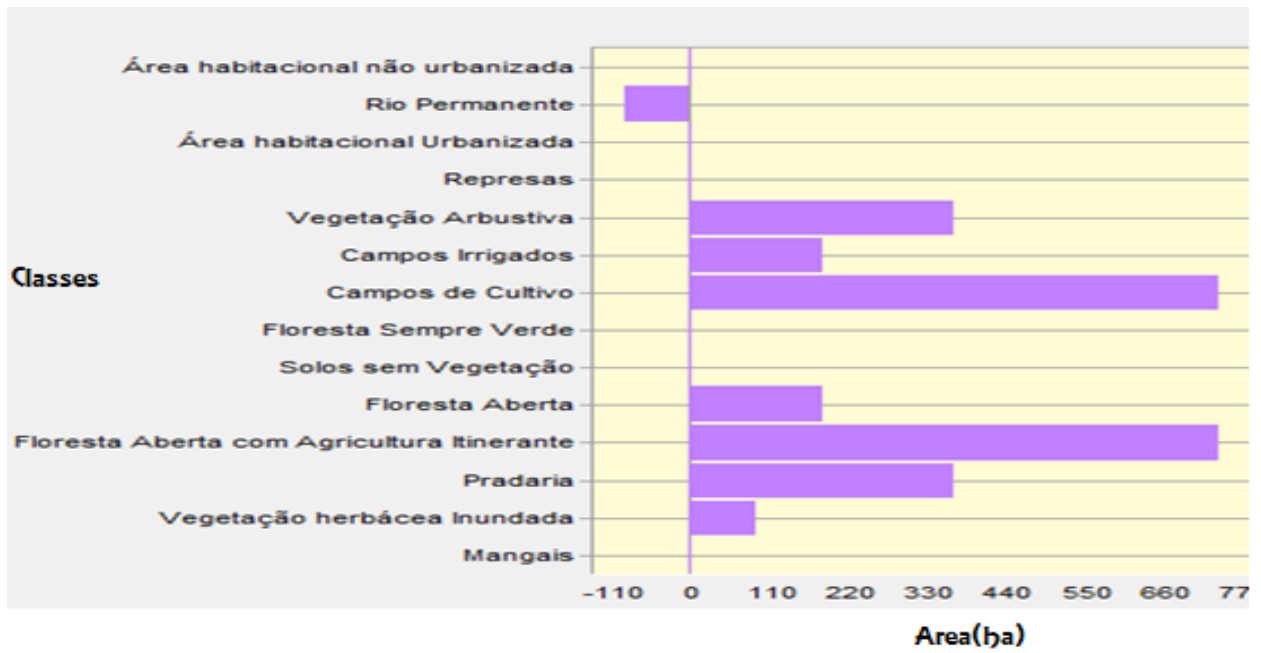
Tal como a Figura 16 ilustra, as áreas cobertas por mangais reduziram bastante e passaram basicamente para a vegetação herbácea inundada.

Figura 16 Fator contribuinte as alterações da classe dos mangais



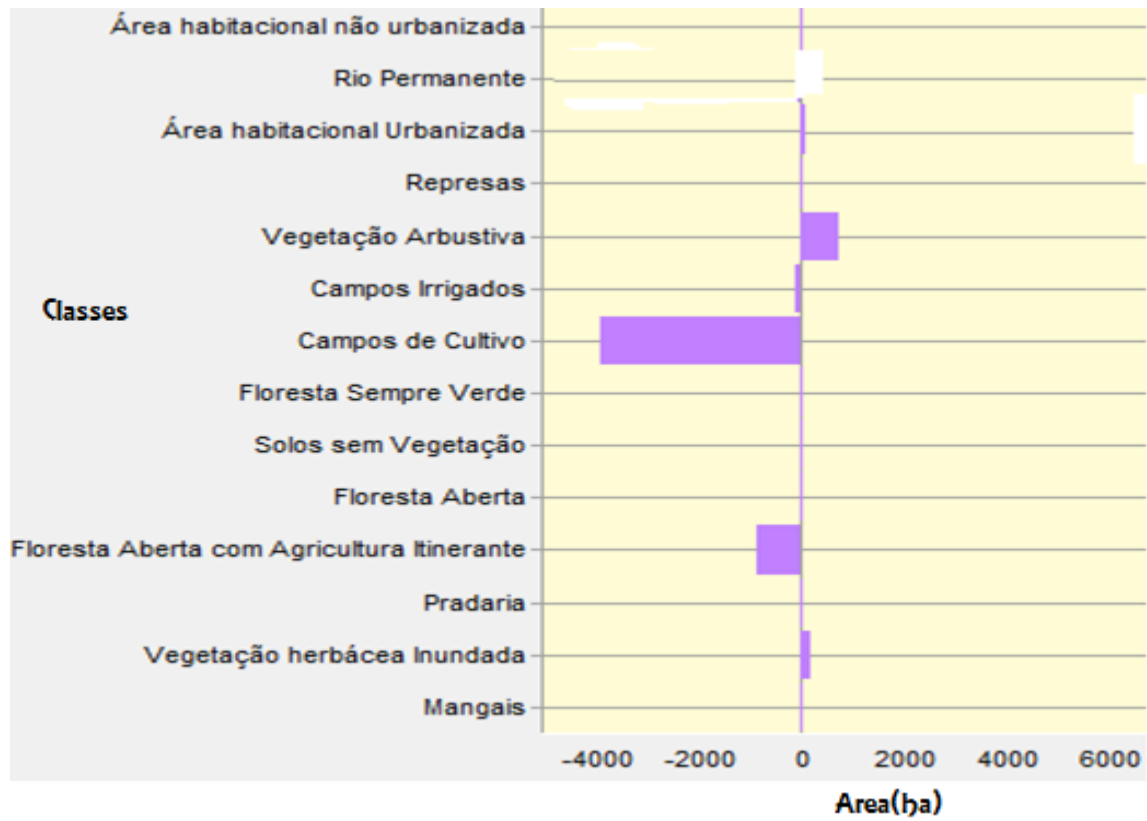
Por sua vez, a classe as contribuições para as mudanças da Área habitacional não urbanizada foram várias (Figura 17), com destaque para vegetação arbustiva, campos de cultivo e a floresta aberta com agricultura itinerante.

Figura 17 Fator contribuinte para as mudanças da Área habitacional não urbanizada



Já as alterações para a classe de represas (Figura 18) indicam que a classe que mais contribui para a sua redução foi os campos de cultivo, seguido da floresta aberta com agricultura itinerante.

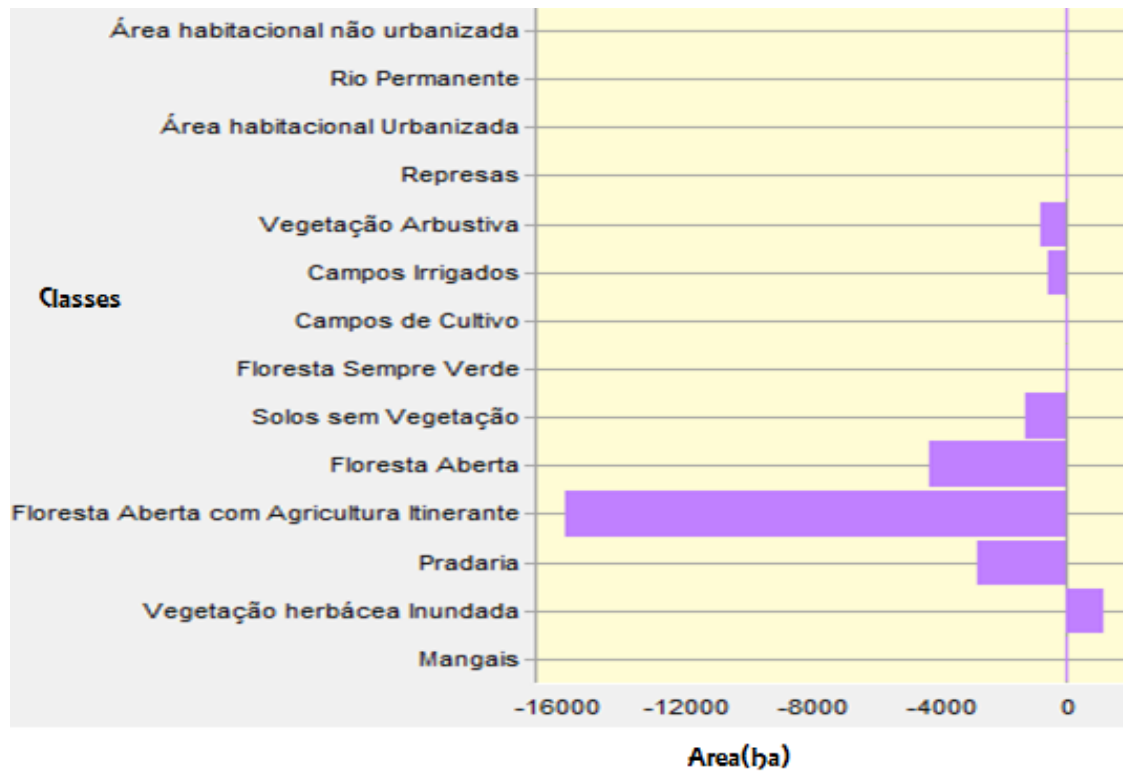
Figura 18- Fatores contribuintes para alterações das represas



Por sua vez a classe de floresta sempre verde foi alterada basicamente para as florestas aberta com agricultura itinerante, floresta aberta, pradarias e solos sem vegetação (Figura 19)



Figura 19- Fatores contribuintes para as alterações na Floresta sempre verde



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A detecção de mudanças no uso e cobertura da terra na bacia do Buzi para os últimos 30 anos mostram uma clara dedução dos elementos paisagísticos como floresta sempre verde, floresta aberta, campos irrigados, represas e os mangais.

A redução da vegetação tem sido causada essencialmente devido a vários fatores como a desflorestação para a exploração de madeira, a expansão das áreas de assentamento e de áreas agrícolas e as queimadas descontroladas.

A redução dos corpos de água pode estar relacionado aos efeitos das mudanças climáticas nos últimos anos, que tem provocado um aumento de temperatura e uma redução da precipitação e consequente redução dos caudais dos rios ou lagos, ficando estas áreas ocupadas pelos campos de cultivo.

Por seu turno, os principais aumentos verificaram-se nas classes de campos de cultivo, Floresta aberta com agricultura itinerante, vegetação arbustiva, Pradaria, área Habitacional urbanizada e não urbanizada e vegetação herbácea inundada.

Portanto, no período em estudo, verifica-se na bacia do Buzi um aumento das áreas habitacionais tanto urbanizadas como não urbanizadas como resultado do aumento da população. Registou-se, nos últimos 30 anos um aumento na ordem de 72% da área habitacional não urbanizada, contra 83% das áreas habitacionais urbanizada.

Na maioria dos casos, as mudanças tanto causadas por causas naturais ou antropogénicas seguem a lógica de sucessão ecológica. Verifica-se, por exemplo uma tendência de redução das florestas densa para a floresta aberta; a floresta aberta para as pradarias ou áreas arbustivas. Por seu turno, a redução dos caudais dos rios motivados pela redução da precipitação tem levado a que os rios tenham um regime periódico apenas com água considerável no período chuvoso, atraindo a população local para as atividades agrícolas nestas áreas ou nas suas imediações. Verifica-se atualmente desvios de maior parte dos cursos de água nas regiões montanhosas para fins de agricultura e para garimpo

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, M. P. de, Ribeiro, C. B. de M., & Lima, R. N. de S. (2015). Avaliação do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul na primeira década do século XXI a partir de imagens MODIS – Land Cover (p. 1961–1968).
- Antônio, A., Polonio, V. D., & Argentin, R. N. (2013). Modelagem da dinâmica do uso e ocupação do solo (1985–2011) na sub-bacia hidrográfica do Rio Novo-SP: Land Change Modeler-LCM, 6222–6229.
- Borges, R. F., Borges, F. A., & Costa, F. P. M. (2008). Mapeamento Do Uso Do Solo E Cobertura Vegetal Da Porção De Alto Curso Da Bacia Do Rio Uberabinha – Mg. *II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias de Geoinformação*, (Figura 01), 8–11.
- BORGES, R. F., BORGES, F. A., COSTA, F. P. M., & NISHIYAMA, L. (2008). MAPEAMENTO DO USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL DA PORÇÃO DE ALTO CURSO DA BACIA DO RIO UBERABINHA – MG. Recuperado 30 de maio de 2016, de [https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOII\\_CD/Organizado/cart\\_sig/227.pdf](https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOII_CD/Organizado/cart_sig/227.pdf)
- Brito, J. L., Leite, M. R., Ferreira, E. J., & Leite, M. E. (2013). Evolução Geográfica Do Uso/Cobertura Da Terra Na Bacia Do Rio Vieira No Norte De Minas Gerais. *Geography Department, University of Sao Paulo*, 26(2013), 169–194. <http://doi.org/10.7154/RDG.2013.0026.0009>
- Faustino, A. B., Ramos, F. F., & Milton, S. (2014). Dinâmica temporal do uso e cobertura do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Doce ( RN ) com base em Sensoriamento Remoto e SIG : uma contribuição aos estudos ambientais, 18–30.
- IBGE. (2006). *Manual Técnico de Uso da Terra. Rio de Janeiro*. <http://doi.org/ISSN 0101-4234>
- Leite, E. F., & Rosa, R. (2013). Análise Do Uso, Ocupação E Cobertura Da Terra Na Bacia Hidrográfica Do Rio Formiga, Tocantins. *Revista Eletrônica de Geografia*, 4. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Motta, T. O. (2010). Area mínima mapeável : qualidade da cartografia ambiental. *Image (Rochester, N.Y.)*. Recuperado de <http://www.biblioteca.uesc.br/biblioteca/btdtd/200860029d.pdf>
- Priego, A., Bocco, G., Mendoza, M., & Garrido, A. (2008). Propuesta para la geracion semiautomatizada de unidades de paisajes. Secretaria de Medio ambiente y recursos Naturales.
- Rawat, J. S., & Kumar, M. (2015). Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18(1), 77–84. <http://doi.org/10.1016/j.ejrs.2015.02.002>
- Schiavetti, A., & Camargo, A. F. M. (2002). *Conceitos de Bacias Hidrográficas. Teorias e Aplicações*. (UESC, Org.).

Bahia, Brasil.

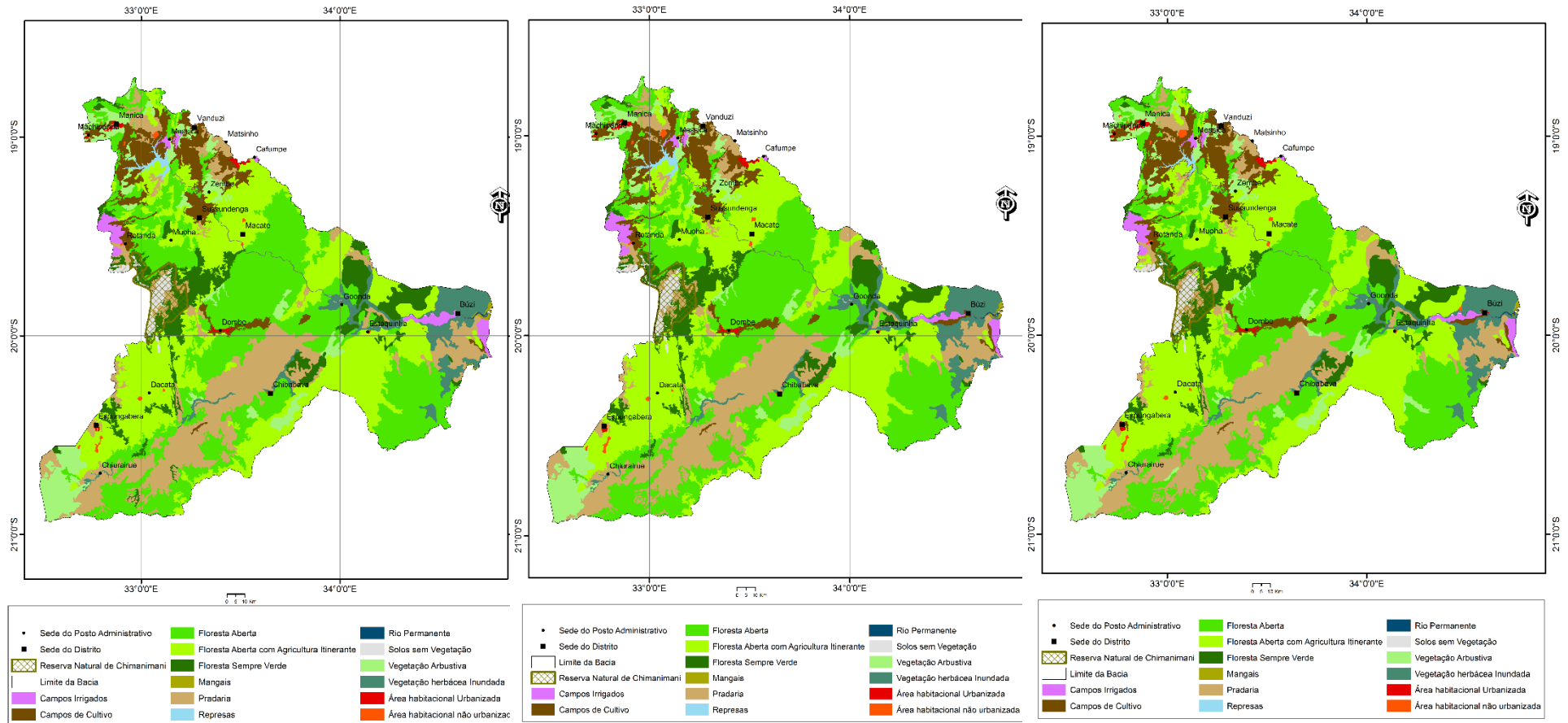
Seabra, V. da S., & Cruz, C. M. (2013). Mapeamento da Dinâmica da Cobertura e uso da terra na bacia Hidrográfica do rio São João, 25(1975), 411–426. Recuperado de [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1982-45132013000200015&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1982-45132013000200015&script=sci_arttext)

Sousa, A. M. O. de, & Silva, J. R. M. da. (2011). Fundamentos Teóricos de Detecção Remota.

Turetta, A. P. D. (2011). *Mudanças de Uso da Terra em Bacias Hidrográficas* (Embrapa So). Rio de Janeiro. Recuperado de < <http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes>

Vasconcelos, B. R. de, & Filho, A. C. P. (2010). Sensoriamento Remoto na Cobertura do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Amambai – MS. Campo Grande.

Anexo 1- Mapas de Uso e Cobertura do solo de 1986,2000 e 2016



1986

2000

2016

