



**UNILASALLE**  
**CENTRO UNIVERSITÁRIO LA SALLE**



**PRÓ-REITORIA ACADÊMICA**

**PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM AVALIAÇÃO DE IMPACTOS  
AMBIENTAIS EM MINERAÇÃO**

**PRISCILA MENEGHETTI EGER**

**ANÁLISE DA DINÂMICA DA PAISAGEM A PARTIR DA VEGETAÇÃO NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO ARROIO CANDIOTA - RS**

**CANOAS, 2012**

PRISCILA MENEGETTI EGER

**ANÁLISE DA DINÂMICA DA PAISAGEM A PARTIR DA VEGETAÇÃO NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO ARROIO CANDIOTA - RS**

Dissertação apresentada à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Avaliação de Impactos Ambientais em Mineração do Centro Universitário La Salle, como requisito para obtenção do título de Mestre em Avaliação de Impactos Ambientais em Mineração.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Dias Forneck.

CANOAS, 2012

PRISCILA MENEGHETTI EGER

**ANÁLISE DA DINÂMICA DA PAISAGEM A PARTIR DA VEGETAÇÃO NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO ARROIO CANDIOTA - RS**

Dissertação aprovada como requisito parcial  
para obtenção do título de Mestre em Avaliação  
de Impactos Ambientais em Mineração do  
Centro Universitário La Salle - UNILASALLE.

Aprovada pela banca examinadora em 07 de dezembro de 2012.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Flavia Cristiane Farina  
UFRGS

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Maria Luiza Porto  
UFRGS

---

Prof. Dr. Paulo Roberto Fitz  
Unilasalle

CANOAS, 2012

A minha avó Dileta, meu amor Léo  
pela paciência e amor que me dedicam  
*Ofereço*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Msc. Heinrich Hasenack, pela dedicação no enriquecimento de meus conhecimentos, sem você isso não seria possível. Obrigado por acreditar em mim!

Ao Prof. Dr. Paulo R. Fitz que me orientou desde o início e sempre me incentivou a continuar, mesmo quando parecia ser impraticável. Obrigada por sua amizade e dedicação.

Ao Prof. Dr. Eduardo Dias Forneck que além de aceitar ser meu orientador em um momento conturbado do projeto, me mostrou o “Norte”, e me ajudou a finalizar este trabalho que em muitos momentos parecia ser impossível de concluir.

Agradeço também a bibliotecária Melissa Martins, que me auxilia desde a graduação e a quem tenho um grande carinho.

## RESUMO

A avaliação, caracterização e quantificação de classes de uso do solo permitem realizarmos um planejamento “racional” sobre o território, ou seja, pode-se quantificar o desenvolvimento de uma área e ainda traçar medidas de proteção e preservação. O presente estudo visa analisar a dinâmica da vegetação na paisagem da bacia hidrográfica do Arroio Candiota/RS. A dinâmica temporal de paisagem revela padrões, processos e mecanismos, onde podemos fazer projeções futuras para os ambientes naturais e antrópicos. Esta dissertação teve como base as geotecnologias como o sensoriamento remoto e o geoprocessamento. O uso dessa metodologia é de extrema importância para entender e monitorar as mudanças no meio ambiente. Serão utilizadas três imagens do sensor TM/Landsat 5 do Município, cujas datas compreenderam 24 anos de alterações do uso e ocupação do solo. Foi empregada a base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul, na escala 1:50.000. Pode-se concluir que ao longo do tempo ocorreram mudanças significativas na paisagem da bacia hidrográfica do arroio Candiota, principalmente com relação à silvicultura. A expansão da silvicultura, aliada à retração da mata ciliar impõe uma pressão negativa sobre os processos ecológicos vigente nesta bacia, comprometendo a manutenção da diversidade da biota em médio e longo prazo.

Palavras-Chave: Dinâmica da Paisagem. Classes de uso e ocupação do solo. SIG.

## **ABSTRACT**

The analysis of the classes of use of the soil allows to accomplish the “rational” planning on the territory, in other words, to quantify the development of an area and still to trace protection measures and preservation. The dynamics landscape temporal reveals patterns and possible processes to do future projections of the natural atmospheres and anthropics. The present study seeks to analyze the dynamics of the vegetation in the landscape of stream Candiota/RS's basin hydrographic. This project will have as base the geotechnologies as the remote sensing and the geoprocessing. Three images of sensor TM/Landsat 5 of the Municipal district were use, whose dates will understand 24 years of possible use alterations and occupation of the soil. The methodology used for the accomplishment of this study it was it divides in three phases. In the first he/she took place the georeferencing of the images, the second interpretation was destined in screen and in the third in the analysis of the changes in the analyzed period. The use of that methodology is of extreme importance to understand and to monitor the changes in the environment. The vectorial cartographic base continuous of Rio Grande do Sul was used, in the scale 1:50.000. It can be concluded that along the time they happened significant changes in the landscape of the basin hydrographic of the stream Candiota, mainly with relationship to the forestation. The dynamics of the landscape is determined by phenomena anthropics that alter the expected natural patterns for the landscape. The expansion of the sylviculture, allied to the retraction of the ciliary forest it imposes a negative pressure on the effective ecological processes in this basin, committing the maintenance of the diversity of the biota in medium and long period.

Key-words: Landscape dynemics. Land-use types. Vegetation. GIS.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Elementos da estrutura da paisagem.....	21
Figura 02	Efeito da forma e da borda em algumas características ecológicas.....	23
Figura 03	Esquema representativo dos quatro elementos fundamentais do S.R.....	27
Figura 04	Fonte de sensor passivo - Sol. ....	28
Figura 05	Fonte de sensor ativo: produzido pelo satélite. ....	28
Figura 06	Comprimento de onda do espectro eletromagnético.....	29
Figura 07	Comprimento de onda do espectro eletromagnético.....	29
Figura 08	Partes do sistema de sensor.....	30
Figura 09	Composição colorida - modelo RGB.....	39
Figura 10	Diferença entre as composições coloridas nos modelos RGB e IHS.....	39
Figura 11	Elementos fundamentais do Sistema de Informação Geográfica – SIG.....	41
Figura 12	Etapas da elaboração de um Sistema de Informação Geográfica – SIG.....	41
Figura 13	Imagem do satélite GEOEYES da área urbana de Candiota. ....	42
Figura 14	Modelo de classificação climática de Köppen.....	45
Figura 15	Hierarquia dos cursos de água.....	46
Figura 16	Mapa de distribuição das unidades geomorfológicas do Rio Grande do Sul.	48
Figura 17	Mapa de distribuição dos Biomas encontrados no Rio Grande do Sul.....	53
Figura 18	Etapas realizadas para a construção do mapa do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Arroio Candiota.....	58
Figura 19	Mapa de uso e ocupação do solo em 1985. ....	65
Figura 20	Mapa de uso e ocupação do solo em 2000. ....	72
Figura 21	Mapa de uso e ocupação do solo em 2009. ....	78
Figura 22	Mapa das áreas ocupadas por silvicultura em 1985 e ampliação até 2009...	86
Figura 23	Mapa das áreas ocupadas por mata ciliar em 1985 e redução até 2009.....	87
Figura 24	Mapa das áreas mineradas em 1985 e a ampliação até 2009.....	91



## LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Censo Populacional da região carbonífera do RS.....	43
Tabela 02	Relação de erros médios em cada imagem georreferenciada.....	59
Tabela 03	Valores absolutos e percentuais das diferentes classes de uso e ocupação do solo mapeados a partir da interpretação da imagem Landsat 5TM em 1985.....	66
Tabela 04	Valores absolutos e percentuais das diferentes classes de uso e ocupação do solo mapeados a partir da interpretação da imagem Landsat 5TM em 2000.....	73
Tabela 05	Valores absolutos e percentuais das diferentes classes de uso e ocupação do solo mapeados a partir da interpretação da imagem Landsat 5TM em 2009.....	79
Tabela 06	Evolução temporal dos biótopos de interesse entre os anos de 1985 a 2009.....	92

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Comparação entre a interpretação visual e a classificação digital.....	36
Quadro 02	Biótopos de interesse mapeados nas imagens Landsat 5TM.....	63
Quadro 03	Análise meteorológica de outubro de 1984 a outubro de 1985, em negrito o mês de captura da imagem de 1985.....	68
Quadro 04	Análise meteorológica de novembro de 1999 a novembro de 2000, em negrito o mês de captura da imagem de 2000.....	75
Quadro 05	Análise meteorológica de outubro de 2008 a outubro de 2009, em negrito o mês de captura da imagem de 2009.....	81

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01	Percentual dos biótopos identificados da a partir da interpretação da imagem Landsat 5TM em 1985.....	67
Gráfico 02	Percentual dos biótopos identificados da a partir da interpretação da imagem Landsat 5TM em 2000. ....	73
Gráfico 03	Percentual dos biótopos identificados da a partir da interpretação da imagem Landsat 5TM em 2009. ....	79
Gráfico 04	Comparativo de cobertura vegetal entre 1985 a 2009. ....	89
Gráfico 05	Comparativo entre os biótopos de interesse entre 1985 a 2009....	92

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Ecologia da Paisagem.....</b>	<b>16</b>
3.1.1	<i>Estrutura da Paisagem.....</i>	17
3.1.1.1	Mancha.....	17
3.1.1.2	Matriz.....	18
3.1.1.3	Corredores.....	19
3.1.2	<i>Índices Descritores da Estrutura da Paisagem.....</i>	21
<b>3.2</b>	<b>Geoprocessamento na Ecologia da Paisagem.....</b>	<b>25</b>
3.2.1	<i>Sensoriamento Remoto.....</i>	26
3.2.2	<i>Sistema de Sensores.....</i>	30
3.2.3	<i>Satélite Landsat.....</i>	31
3.2.4	<i>Processamento Digital de Imagens.....</i>	32
3.2.4.1	Georreferenciamento.....	32
3.2.4.2	Classificação de Imagens.....	33
3.2.4.2.1	Interpretação de Imagens.....	33
3.2.4.2.2	Classificação Digital.....	35
3.2.4.2.3	Sistema de Classificação para uso e cobertura do solo.....	36
3.2.4.3	Composição Colorida.....	38
3.2.4.4	Sistema de Informação Geográfica.....	40
<b>4</b>	<b>FISIOGRAFIA REGIONAL.....</b>	<b>42</b>
<b>4.1</b>	<b>Área de Estudo.....</b>	<b>42</b>
<b>4.2</b>	<b>Climatologia.....</b>	<b>44</b>
<b>4.3</b>	<b>Hidrografia.....</b>	<b>46</b>
<b>4.4</b>	<b>Geologia.....</b>	<b>47</b>
<b>4.5</b>	<b>Geomorfologia.....</b>	<b>49</b>
<b>4.6</b>	<b>Solos.....</b>	<b>49</b>
<b>4.7</b>	<b>Formação Vegetal.....</b>	<b>52</b>

<b>5</b>	<b>MATERIAL E PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....</b>	<b>56</b>
<b>5.1</b>	<b>Área de Estudo.....</b>	<b>56</b>
<b>5.2</b>	<b>Material.....</b>	<b>56</b>
5.2.1	<i>Base Cartográfica.....</i>	56
5.2.2	<i>Seleção de Imagens .....</i>	56
5.2.3	<i>Software.....</i>	57
<b>5.3</b>	<b>Metodologia Aplicada.....</b>	<b>57</b>
5.3.1	<i>Georrefereciamento.....</i>	58
5.3.2	<i>Recorte da Imagem.....</i>	59
5.3.3	<i>Realce e Contraste.....</i>	60
5.3.4	<i>Composição Colorida.....</i>	60
5.3.5	<i>Vetorização.....</i>	61
5.3.6	<i>Interpretação em tela.....</i>	62
<b>6</b>	<b>RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>	<b>64</b>
<b>6.1</b>	<b>Uso e Ocupação do solo em 1985.....</b>	<b>64</b>
6.1.1	<i>Superfície de Água.....</i>	67
6.1.2	<i>Mata ciliar.....</i>	68
6.1.3	<i>Silvicultura.....</i>	69
6.1.4	<i>Núcleo Urbano.....</i>	70
6.1.5	<i>Mineração.....</i>	70
<b>6.2</b>	<b>Uso e Ocupação do solo em 2000.....</b>	<b>71</b>
6.2.1	<i>Superfície de Água.....</i>	74
6.2.2	<i>Mata ciliar.....</i>	75
6.2.3	<i>Silvicultura.....</i>	75
6.2.4	<i>Núcleo Urbano.....</i>	76
6.2.5	<i>Mineração.....</i>	76
<b>6.3</b>	<b>Uso e Ocupação do solo em 2009.....</b>	<b>77</b>
6.3.1	<i>Superfície de Água.....</i>	80
6.3.2	<i>Mata ciliar.....</i>	81
6.3.3	<i>Silvicultura.....</i>	82
6.3.4	<i>Núcleo Urbano.....</i>	83
6.3.5	<i>Mineração.....</i>	83
<b>6.4</b>	<b>Análise da dinâmica da paisagem no período entre 1985 a 2009.....</b>	<b>84</b>
6.4.1	<i>Formações Vegetais: Silvicultura e Mata ciliar.....</i>	84

6.4.2	<i>Mineração</i> .....	90
7	<b>CONCLUSÃO</b> .....	94
	<b>REFERENCIAS</b> .....	97
	<b>APÊNDICE A: Dados meteorológicos de 1981 até 2011 da estação de monitoramento atmosférico de Bagé/RS.</b> .....	113

## 1 INTRODUÇÃO

Os ambientes naturais na região de Candiota/RS potencializam recursos minerais passíveis de utilização para a geração de energia e cimenteiras. O subsolo rico em minérios como o calcário e o carvão, além da instalação de empresas voltadas à sua exploração têm transformado a região em um centro de geração de energia termelétrica e de produção de cimento. No entanto, a qualidade ambiental também se tornou foco de interesse, devido às alterações ocasionadas por tais atividades econômicas, sobretudo aquelas oriundas da exploração do carvão.

Empreendimentos da cadeia da mineração de carvão, principalmente a de energia, necessitam discutir os efeitos ambientais e antrópicos gerados, pois o uso dessas reservas ao longo da história tem gerado inúmeras polêmicas. De acordo com estudos realizados por Teixeira e Pires (2004) há impactos em todas as etapas dessas atividades: extração, processamento e uso desses minérios. Cabe ressaltar as péssimas condições de salubridade dos trabalhadores envolvidos, bem como dos habitantes residentes nas áreas de influência desses empreendimentos.

Neste sentido, deve-se levar em consideração a influência desses empreendimentos sobre grandes áreas geográficas, que envolvem conhecimentos de comportamento nas diferentes esferas ambientais: física, biótica e antrópica.

Fica evidente a mudança da paisagem de Candiota/RS de 1985 até os dias de hoje. O crescimento econômico e populacional não leva em conta as diversas variáveis sustentáveis, uma vez que a primeira barreira a ser removida é a vegetação, que muitas vezes é vista como empecilho para o crescimento urbano.

O estudo da dinâmica da vegetação fornece uma visão integrada do meio ambiente e do meio antrópico. Para Pillar (1994) o conhecimento da dinâmica temporal da vegetação revela padrões, processos e mecanismos, onde podemos fazer projeções futuras para os ambientes naturais e antrópicos.

O presente estudo visa analisar a dinâmica da vegetação na paisagem da bacia hidrográfica Candiota/RS com o objetivo de quantificar a evolução do uso e ocupação do solo.

Para alçar os objetivos propostos serão utilizadas técnicas de sensoriamento remoto, uma vez que a utilização de imagens para monitoramento da superfície apresenta importantes características, destacando-se:

- a) Rapidez: permite obtenção de informações em curto espaço de tempo;
- b) Repetitividade: permite comparação tanto da área como das condições do alvo imageado (áreas vegetadas, áreas agrícolas etc.) e,
- c) Visão global da área levantada: permite obtenção de informações acerca de grandes áreas em única tomada de dados, conforme Rosendo e Rosa (2005).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O presente estudo visa analisar a dinâmica da paisagem a partir da vegetação na bacia hidrográfica do arroio Candiota–RS e com possível influência direta ou indireta da usina termoeletrica Presidente Médici com o uso de sensoriamento remoto/geotecnologias.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Detectar as alterações ocorridas na paisagem da bacia hidrográfica do Arroio Candiota/RS durante 30 anos com técnicas de sensoriamento remoto.
- Caracterizar as formações vegetais existentes na bacia e o grau de impacto a essas áreas ao longo do tempo.
- Elaborar mapas temáticos do uso e cobertura de solo do Município em estudo.



### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Ecologia da Paisagem

A primeira noção do que seria paisagem está presente na memória do ser humano antes mesmo da elaboração de seu conceito, ou seja, pode-se dizer que a ideia embrionária deste estava baseada nas observações dos elementos naturais e não naturais em seu meio (MAXIMIANO, 2004).

A origem do conceito científico de paisagem ocorreu na Alemanha no século XVIII por Von Humboldt. Este a definiu como “a totalidade das características de uma região do planeta”, em outras palavras, pode-se dizer que a paisagem é formada através dos aspectos: vegetais, climatológicos, geológicos, geomorfológicos e sua influencia sobre os seres, conforme Valente (2001) e Maximiano (2004).

A paisagem é definida como uma superfície heterogênea, composta por um conjunto de ecossistemas que aqui e ali se repetem, sob as formas idênticas e que estão em interação (Dajoz, 2005). Segundo o autor o homem atualmente transforma radicalmente as paisagens diferentemente do que ocorria no passado. Os grandes ecossistemas<sup>1</sup> como os maciços florestais encontram-se fragmentados, isolados uns dos outros, fazendo com que a heterogeneidade espacial torne-se cada vez maior.

Conforme Valente (2001) foi Carl Troll, em 1939, que criou o termo “ecologia da paisagem”, sendo este definido como uma ciência básica para o desenvolvimento, manejo, conservação e planejamento da paisagem. Para Metzger (2001) ecologia da paisagem é entendida como o estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogenias composta por ecossistemas interativos. O autor resgata a abordagem deste conceito sob o ponto de vista de diversos autores e cita-se: Forman e Godron (1986), Pojar *et. al.* (1994), Turner (1989), Wiens *et. al.* (1993), Risser *et. al.* (1983) e Naveh e Lieberman (1994). Sendo assim, Metzger (2001) concluiu que há uma nítida bifurcação sobre o foco de interesse da ecologia da paisagem, porem fica evidente que há duas visões: uma centrada na ecologia humana de paisagem, onde

---

<sup>1</sup> É o conjunto formado pelo meio ambiente físico, ou seja, formado por fatores abióticos (solo, água, ar, etc.) e por fatores bióticos (plantas, animais, microorganismos) que com o meio se relaciona, conforme Cassini, (2005).

a paisagem é fruto das interações da sociedade e a outra a ecologia espacial de paisagem, onde há uma preocupação na compreensão das consequências do padrão espacial.

Com isso conclui-se que as paisagens são essenciais para o reconhecimento das identidades territoriais.

### 3.1.1 Estrutura da paisagem

O conceito de estrutura da paisagem é relativamente novo. Segundo Lang *et.al.* (2009) trata-se do estudo do mosaico da paisagem que aparece como o padrão e o ordenamento espacial específico das unidades da paisagem numa determinada seção da pesquisa. O autor menciona ainda que este conceito foi fortemente determinado por ferramentas apoiadas em computador e por métodos de processamento de informações geográficas, bem como o processamento digital de imagens.

Ao descrevermos uma paisagem, torna-se fundamental a caracterização dos seus três elementos: a) a matriz envolvente b) as ilhotas ou manchas e os c) corredores (SOARES, 1998; DAJOZ, 2005).

#### 3.1.1.1 Mancha

A mancha é o menor elemento individual observado na paisagem. Na bibliografia este pode ser denominado como *patch*, fragmento, ecótopo, biótopo<sup>2</sup>, entre outros.

Valente (2001) descreve-a como uma parcela da superfície não linear que difere por sua aparência ao entorno, podendo variar em relação ao tamanho, forma, tipo de heterogeneidade e limites.

As manchas resultam de diferentes ecossistemas compostos por comunidades de plantas e animais (LANG *et.al.*, 2009). Entretanto há determinadas manchas que podem não conter vida ou apenas na forma de microorganismos, como no caso de

---

<sup>2</sup> O termo Biótopo significa a expressão das relações que determinam o nível de equilíbrio entre os elementos bióticos e abióticos da paisagem, a partir da mediação da interferência antrópica (Antunes, 2012 e Figueiredo, 2012).

serem formadas pela presença de rochas, solo, pavimentos ou edifícios. Este elemento divide-se em quatro categorias de manchas comuns na literatura que podem ser reconhecidas baseadas na sua origem ou mecanismo de causa Soares (1998). As quatro categorias são:

- *Manchas de perturbação ou distúrbio*: originam-se a partir de uma pequena perturbação dentro de uma matriz. Consiste em um evento que causa uma mudança significativa no padrão normal de uma paisagem. Os eventos de perturbação podem ter diversas causas naturais (fogo, tempestades de vento, regime forte de chuvas, etc.) ou antrópicas (uso do solo, extração de madeira, etc);
- *Manchas remanescentes*: são consideradas opostas às manchas de perturbação, uma vez que são originadas através de um evento de perturbação. Esta mancha representa uma fase de transição e outros mecanismos de equilíbrio do ecossistema. Cita-se como exemplo manchas de vegetação poupadas pelo fogo e que servirão como pequenas ilhas de sementes necessárias para processo de regeneração florestal, conforme Lang *et.al*, (2009) e Soares, (1998);
- *Manchas de regeneração ou de recurso*: assemelham-se às manchas remanescentes, porem sua origem é distinta. Estas ocorrem quando há repouso no local de uma perturbação, ou seja, lentamente naquele local ocorre o processo de sucessão vegetal;
- *Manchas antrópicas*: são áreas naturais alteradas pelos seres humanos para seu uso. Estas podem ser para fins de cultivo, pastagens, entre outros. Cita-se como exemplo manchas de habitações onde os atributos naturais são deixados de lado em função das atividades econômicas ali estabelecidas.

Segundo Saunders *et. al.* (1991) pode-se analisar a estrutura da paisagem através dos seguintes parâmetros: tamanho, forma, número, conectividade e distância entre as manchas.

### 3.1.1.2 Matriz

A matriz é a parte mais extensa da paisagem, a que determina a fisionomia da paisagem e que desempenha papel dominante, seus elementos são contínuos ou

conectados entre si. Segundo Forman e Godron (1986) a distinção entre as manchas e a matriz de uma paisagem consiste em um desafio a um estudo de ecologia da paisagem. Os referidos autores mencionam que há três critérios por meios dos quais a matriz é determinada: a) componente de área: são elementos que compõem mais de 50% da área e que contêm elementos menores distinguíveis; b) grau de conectividade; e c) a condição de controle sobre a dinâmica da paisagem.

De acordo Valente (2001) as matrizes que permitem maior conectividade entre as manchas são consideradas as de maior porosidade, fator que terá influência direta na conservação e preservação dos remanescentes florestais.

### 3.1.1.3 Corredores

De acordo com a Lei nº 9.985/2000 Art.2º, Inc. XIX entende-se por corredor ecológico como:

porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais (BRASIL, 2000).

Em outras palavras pode-se dizer que os corredores ecológicos ou corredores de biodiversidade são elementos de extrema importância na paisagem, uma vez que seu principal objetivo é possibilitar a dispersão do fluxo genético de plantas e animais dentro das manchas (ODUM e BARRETT, 2007).

Os referidos autores comentam que os corredores podem ter efeitos positivos ou negativos sobre a paisagem. Para Seoane *et.al.* (2010) os efeitos negativos podem ser agrupados aos efeitos de borda, sendo um facilitador de movimento de espécies invasoras, transmissão de doenças, entre outros.

Cabe salientar que a maioria das matrizes das paisagens encontram-se, ao mesmo tempo, divididas e unidas por corredores ecológicos (LANG *et.al.*, 2009). Estes variam no comprimento e na função.

De acordo com Forman (1995) (*apud* ANJOS, 2008), há seis objetivos sociais para os corredores:

- a) Proteção da biodiversidade;
- b) Gerenciamento de recursos hídricos, aumentando a proteção da qualidade da água;

- c) Aumento da produtividade agro-florestal;
- d) Recreação; Coesão cultural e de comunidades e
- e) Diversificação de rotas para espécies isoladas em reservas naturais.

Para Dajoz (2005) há dois tipos de corredores: os lineares (estreitos) que não permitem a dispersão de espécies do interior do ecossistema, mas apenas a dispersão na borda, e os corredores em faixa (mais largos) que permitem a manutenção da fauna do interior do ecossistema.

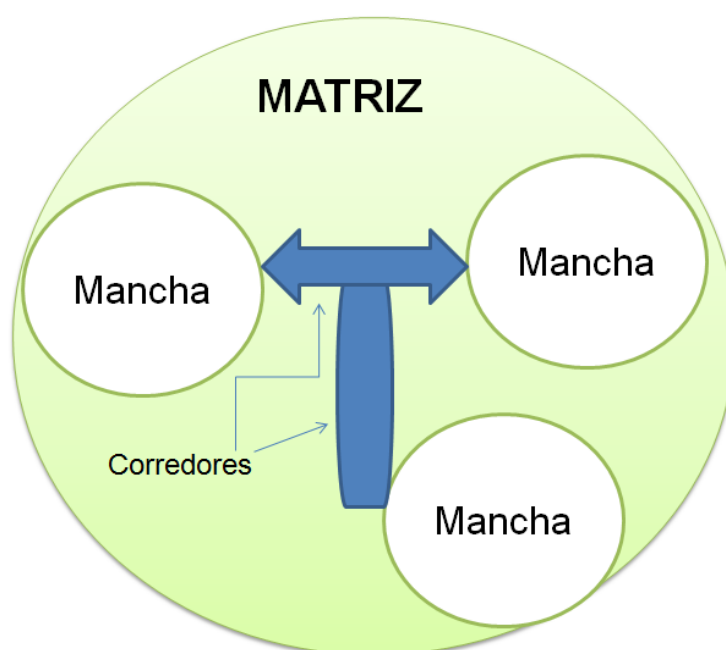
De acordo com Odum e Barrett, (2007) os corredores podem ser classificados da seguinte maneira:

- *Corredores remanescentes*: ocorrem quando a maior parte da vegetação original é removida de uma área restando apenas uma faixa de vegetação nativa. Essa faixa existente localiza-se entre remanescentes de vegetação primária em estágio médio e avançado de regeneração, sendo capaz de servir de zona de transito para a fauna resistente (CONAMA, nº9/1996);
- *Corredores de perturbação*: são originados através de uma perturbação linear na matriz da paisagem. Esses corredores interrompem a homogeneidade da paisagem, porem propiciam importantes habitats para espécies nativas oportunistas, que são adaptadas a perturbações encontradas durante os estágios iniciais da sucessão ecológica;
- *Corredores plantados*: são faixas de vegetação plantadas por seres humanos por várias razões econômicas e ecológicas;
- *Corredores de recurso ou corredor de ripários* são faixas estreitas de vegetação natural que se estendem por longas distâncias na paisagem, como por exemplo, o curso de água. Esses corredores possuem inúmeros benefícios ao ambiente, dentre este cita-se: proteção das margens, bem como da fauna e flora, qualidade da água, entre outros (HERZOG, 2008);
- *Corredor regenerado*: é uma faixa da vegetação que se reestabeleceu sobre a matriz da paisagem.

De acordo com Metzger *et. al.* (1999) os corredores com vegetação nativa são uma das formas de amenizar as perdas causadas pelas manchas. Eles favorecem o fluxo genético entre as manchas e servem como refúgio para a fauna.

Ao estudarmos a paisagem necessitamos reconhecer as mudanças ocorridas ao longo do tempo, posto que a mesma consiste, em um dado momento, de um estágio no qual o processo dinâmico está ocorrendo. Por isso qualquer estudo quantitativo das dimensões da paisagem requer a compreensão do relacionamento de padrões aos processos naturais e antropogênicos que os originaram ao longo do tempo (SOARES - FILHO, 1998). A figura 01 apresenta a relação de cada elemento sob o ecossistema.

Figura 01 - Elementos da estrutura da paisagem.



Fonte: Autoria própria, (2012), adaptada de Marenzi e Roderjan, (2005).

### 3.1.2 Índices Descritores da Estrutura da Paisagem

A caracterização da estrutura da paisagem visa investigar as origens ou mecanismos causais das texturas ou padrões, para com isso desenvolver modelos de paisagem. Para realizar a caracterização são necessários métodos quantitativos que liguem os padrões espaciais aos processos ecológicos em amplas escalas temporais ou espaciais (TURNER e GARDEN, 1991; LUCAS, 2011). Com esta finalidade ecologistas desenvolveram uma variedade de métodos e índices para a descrição da paisagem, cita – se: Forman e Godron, 1986; O'Neil *et al.*, 1998; Turner, 1990; Turner e Gardner, 1990; Gustafson e Parker, 1992; Li & Reynolds, 1993; Mc Garigal & Marks, 1995, conforme Valente, (2001). Em função desta

diversidade McGarigal e Marks (1995) agruparam esses índices nas seguintes categorias: índices de área; índices de densidade, tamanho e variabilidade métrica dos fragmentos; índices de forma; índices de borda; índices de área central ou nuclear; índices de métricos de vizinho mais próximo; índice de diversidade; e índices métricos de contágio e espalhamento. (LUCAS, 2011). A seguir serão apresentadas as aplicações desses índices para que sejam selecionados os mais importantes em termos ecológicos.

Os **índices de área** quantificam a composição das paisagens. Esse índice é considerado o mais completo, uma vez que agrega outros índices de área como: área de cada fragmento; índice de similaridade da paisagem; área da classe; porcentagem da paisagem; e índice do maior fragmento.

De acordo com Lang *et.al.*, (2009) a fragmentação de habitats é um processo por meio do qual grandes áreas contínuas de biótopos são divididas em dois ou mais fragmentos. Essa redução do tamanho populacional de espécies perturba os processos e serviços ecológicos, comprometendo assim, a biodiversidade (FORMAN e GODRON, 1986, VETTORAZZI *et.al.*, 2002). O processo de fragmentação pode ocorrer de forma natural, como no caso de avalanches de neve, deslizamentos, enchentes, etc; bem como através de ações humanas. Lang *et.al.* (2009) salientam que as alterações antrópicas na paisagem nos últimos decênios, alcançaram dimensões históricas, por isso não podem ser confundidas com ocorrências naturais.

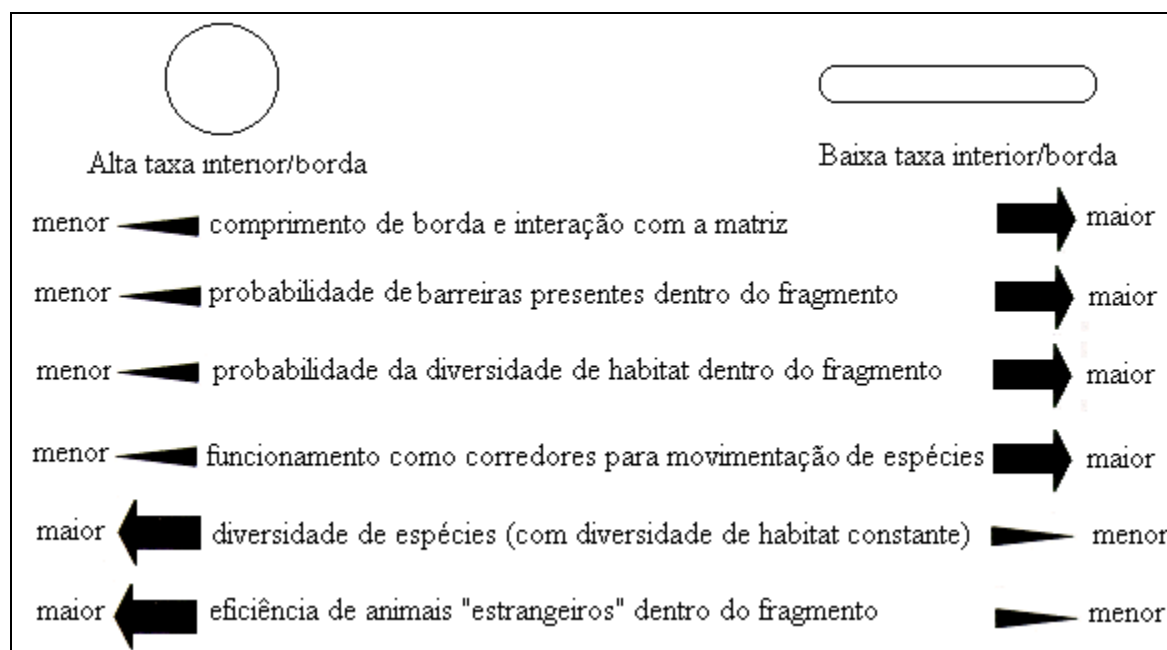
De acordo com McGarigal e Marks (1995) o tamanho mínimo necessário para a estabilidade do fragmento de floresta semidecídua é de 25 ha, já em área de floresta de Mata Atlântica o mínimo é de 1.500 ha conforme Viana *et. al.* (1997). Para Farina (1998) o tamanho dos fragmentos aos quais a maioria das espécies de insetos, mamíferos e pássaros torna – se sensíveis são respectivamente 1 ha, 10 ha e 100 ha.

Os **índices de densidade, tamanho e variabilidade métrica dos fragmentos** são medidas da configuração da paisagem, contribuem para o entendimento da espacialização dos fragmentos de florestas e do processo de fragmentação florestal (VALENTE e VETTORAZZI, 2002). Como exemplos desses índices têm-se: o número de fragmentos; o tamanho médio dos fragmentos nas suas respectivas classes; o desvio padrão e o coeficiente de variação do tamanho (MCGARIGAL e MARKS, 1995).

Os **índices de forma** são indicadores da configuração da paisagem. Este índice pode influenciar processos entre fragmentos, como a migração de pequenos mamíferos e a colonização de plantas de médio e grande porte, também influenciam as estratégias de fuga de certos animais (LUCAS, 2011).

Para Piovani (2010) a relação entre o perímetro e a área de um fragmento florestal está relacionado à forma desse fragmento. Conforme Almeida (2008) fragmentos de habitats mais próximos ao formato circular possuem a borda-área minimizada e, portanto, o centro da área está equidistante das bordas. Assim sendo, a área central encontra-se “protegida” dos fatores externos. Áreas mais recortadas têm maior proporção de bordas que as menos recortadas, então, fragmentos com área maiores e menos recortadas são preferíveis, porque apresentam menor proporção de borda /área (figura 02).

Figura 02: Efeito da forma e da borda em algumas características ecológicas.



Fonte: Forman e Godron, (1986).

De acordo com Valente (2001) a análise da forma de um fragmento não pode ser feito isoladamente, uma vez que devem ser observados também os aspectos como sua vizinhança e efeito de borda.

Os **índices de borda** são considerados como representantes da configuração da paisagem, porém nem sempre sua distribuição espacial é explícita. A borda é o



fragmento de maior influência da matriz e, por consequência, das ações antrópicas que contribuem para o processo de fragmentação florestal (LUCAS, 2011). De acordo com McGarigal & Marks (1995) são considerados índices de borda: o perímetro; o índice de contraste de borda; o total de borda (perímetro) de uma classe e a densidade de borda, entre outros.

De acordo com Pirovani (2010) o efeito de borda é uma consequência ecológica da fragmentação florestal, representando diferenças de fatores bióticos e abióticos que existem ao longo da borda de um fragmento em relação ao seu interior. Conforme o autor, esse efeito em uma floresta resulta em diferentes intensidades de vento e intensidade e qualidade de iluminação solar, produzindo microclimas e taxas de distúrbio.

Os **índices de diversidade** são importantes para quantificar a composição de uma paisagem e baseiam-se na teoria de informação de Shannon e Weaver (1975) que combinam os componentes de riqueza e igualdade. Este índice expressa o grau que dada variedade de elementos de paisagem está representada no mapa em proporção. Quanto maior o índice, maior a variedade de elementos da paisagem (SOARES - FILHO, 1998; VALENTE, 2001).

Os **índices de área central ou nuclear** refletem tanto a composição quanto a configuração de uma paisagem e, na maioria dos casos, dependem de outros índices (densidade, número de fragmentos, índices de borda e de forma) para serem mais bem interpretados (MCGARIGAL e MARKS, 1995). A área central é definida como a área dentro de um fragmento separada da borda por uma distância pré-definida (ou uma operação de buffer), sendo afetada pela forma e borda dos fragmentos. Dessa maneira, um fragmento pode ter bastante área, o suficiente para manter uma dada espécie; mas não ter área central capaz de permitir a manutenção de uma dada espécie (VOLOTÃO, 1998). Conforme Turner e Gardner, (1990) este é um indicativo de avalia melhor qualidade dos fragmentos, uma vez que, este é afetado diretamente pela borda e pela forma do fragmento. Os autores descrevem ainda que o fragmento pode ser largo o suficiente para suportar algumas espécies, mas não conter área nuclear suficiente para suportar essas espécies e, sobretudo, manter a integridade de sua estrutura natural.

Os **índices métricos de vizinho mais próximo** referem-se às métricas que se baseiam na distância do vizinho mais próximo nos três níveis: fragmento, classe e paisagem. Essa distância é definida como a distância de um fragmento para outro

que esteja em suas proximidades, baseado na distância borda–a–borda (VALENTE, 2001; PIROVANI, 2010). Cabe ressaltar que a proximidade entre os fragmentos é importante para os processos ecológicos, e tem implícito em seus valores o grau de isolamento dos fragmentos (VOLOTÃO, 1998; FORMAN; GODRON, 1986). De acordo com McGarigal e Marks (1995) esse índice tem como limitação o fato de não considerar a heterogeneidade da vizinhança, visto que, ao nível de classe, só são computadas manchas da mesma classe.

Os **índices métricos de contágio e espalhamento** permitem quantificar a paisagem quanto a sua configuração. Através do índice de contágio é possível ter-se a extensão na qual os fragmentos estão agregados ou dispersos em uma paisagem. Com o índice de espalhamento é possível quantificar a distribuição espacial de um tipo de fragmento na paisagem (VALENTE, 2001). De acordo com estudos de Metzger (1997) a conectividade dos fragmentos é um importante fator físico relacionado às variações na riqueza e nas espécies arbóreas.

Conforme Valente (2001) e Lucas (2011) pode-se concluir que a caracterização das paisagens fragmentadas e a quantificação de suas estruturas, através de índices ou métricas da ecologia da paisagem, possibilitam contextualizar a distribuição espacial de seus elementos e determinar as alterações resultantes desse processo que, por sua vez, permitem o melhor direcionamento das ações de conservação e preservação dos recursos florestais,

### 3.2 Geoprocessamento na Ecologia da Paisagem

De acordo com Fitz, (2008):

Muitas dúvidas e dificuldades enfrentadas no decorrer dos trabalhos levam a perguntas como: qual o melhor caminho a ser seguido para minimizar custos e maximizar resultados? Que tipo de solo é mais adequado a determinado cultivo e qual a interferência deste na sua produtividade? Qual o local mais adequado para a implementação de determinado empreendimento e que impactos este determinará na área?  
(FITZ, 2008, p. 139).

O Sensoriamento Remoto (SR) possibilita o levantamento, monitoramento ou mapeamento através de imagens de satélites. O geoprocessamento surge para responder algumas das dúvidas levantadas por Fitz, (2008), uma vez que, baseia-se

em diversas técnicas de coleta, armazenamento, processamento, análise e representação de dados com expressão espacial.

Como visto anteriormente; o conceito de estrutura da paisagem é relativamente novo e foi fortemente determinado por ferramentas apoiadas em computador e por métodos de processamento de informações geográficas, bem como o processamento digital de imagens (LANG *et.al*, 2009). Para Valente, (2001) os Sistemas de Informações Geográficas são ferramentas fundamentais para a ecologia da paisagem, uma vez que permitem a manipulação de modelos e dados reais e a transferência de informações implícitas para explícitas.

Conforme Turner e Carpenter (1998) e Valente (2001) pode-se afirmar que as geotecnologias tornaram-se essenciais em estudos da ecologia da paisagem, porque tem a capacidade de caracterizar no espaço e no tempo, os padrões de uso e cobertura do solo, que são a base para posterior quantificação da estrutura e definição dos padrões da paisagem.

Figueiredo (2005) salienta que para a realização de estudos com esta técnica é necessário seguir as seguintes etapas:

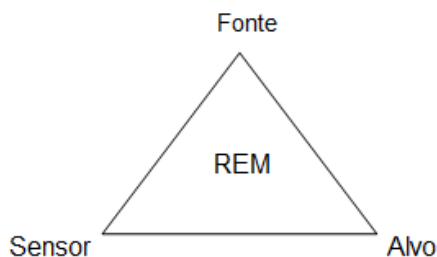
- a) definição dos objetivos e da área de estudo;
- b) revisão bibliográfica;
- c) coleta de dados;
- d) escolha do sensor e das bandas espectrais;
- e) definição da escala;
- f) aquisição de imagens;
- g) *softwares*;
- h) processamento das imagens
- i) análise e interpretação visual preliminar;
- j) trabalho de campo
- k) processamento, análise e interpretação visual final e
- l) elaboração e impressão de mapas e relatório.

### 3.2.1 Sensoriamento Remoto

Sensoriamento Remoto é definido como um conjunto de tecnologias que permitem a aquisição de informações sobre objetos ou fenômeno sem contato físico com eles, ou seja, coletam informações sobre objetos ou fenômenos através da energia refletida desses, a qual é gravada e processada para ser analisada nas mais diversas áreas, conforme Florenzano (2002) e Novo (1992).

Para Novo e Ponzoni (2001) a melhor maneira de compreender o S.R é através da análise dos quatro elementos fundamentais, conforme a figura 03:

Figura 03: Esquema representativo dos quatro elementos fundamentais do S.R.

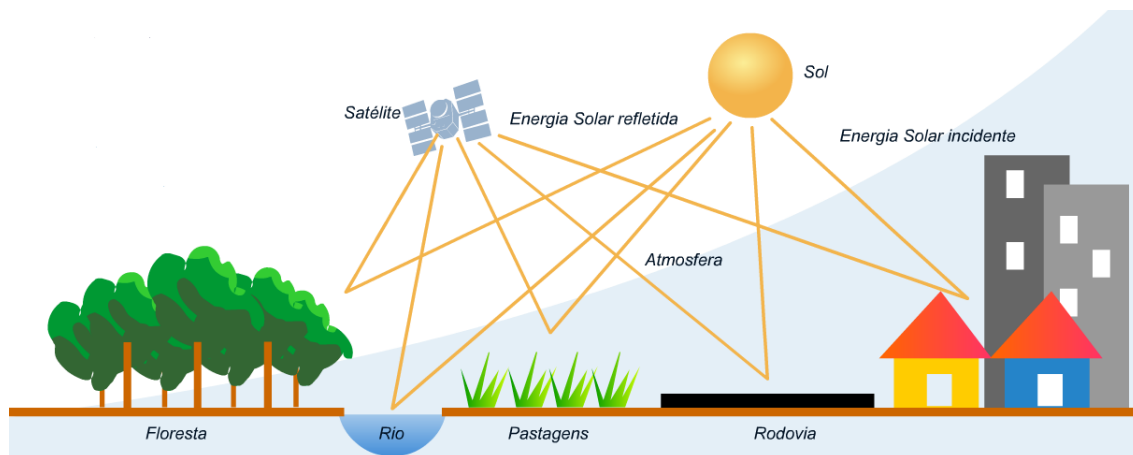


Fonte: Novo e Ponzoni, 2001

O esquema apresenta os quatro elementos fundamentais, a saber: sensor, fonte e alvo. Estes serão descritos a seguir:

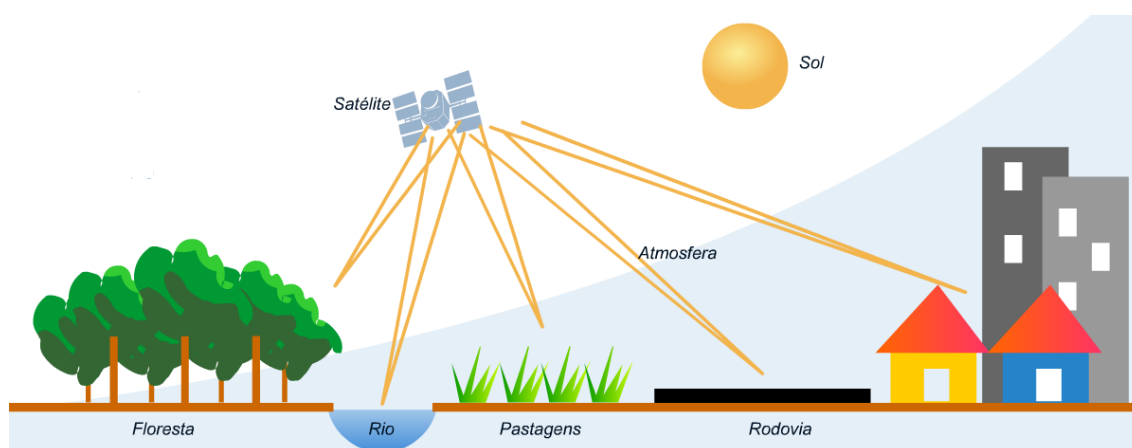
- a) **Sensores e Fontes:** há dois tipos de sensores e consequentemente dois sistemas de fontes de energia:
- **Sensores Passivos:** ao incidir na superfície terrestre, parte desta radiação é refletida e retorna para o espaço onde pode ser captada por um sensor remoto a bordo de um satélite que por sua vez retransmite o sinal gravado para uma antena terrestre e o calor emitido pela superfície da Terra, cita-se como exemplo de sensor passivo a luz do Sol, conforme a figura 04;
  - **Sensores Ativos:** geram e enviam um sinal em direção ao alvo a ser analisado e recebem e registram o sinal de retorno após sua interação com o alvo (FEIJO, 2001). Cita-se como exemplo: flash das câmeras fotográficas e o sinal produzido por um radar ou satélite, conforme a figura 05;

Figura 04 – Fonte de sensor passivo - Sol.



Fonte: IBGE, 2012.

Figura 05: Fonte de sensor ativo: produzido pelo satélite.

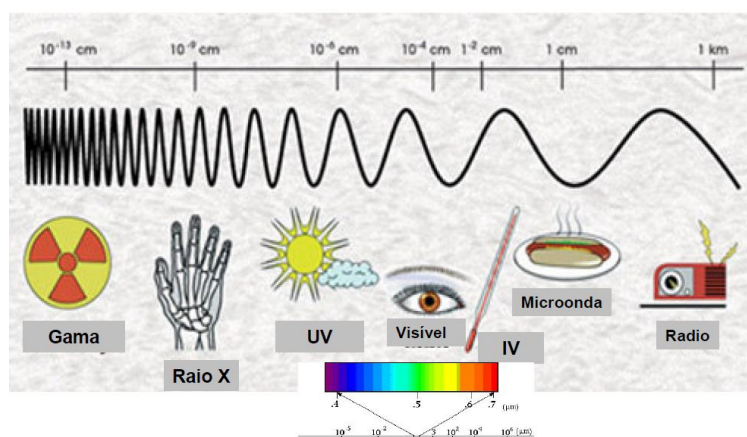


Fonte: IBGE, 2012.

- b) **Radiação eletromagnética (REM):** é o meio pelo qual a informação é transferida do objeto ao sensor. Pode ser definido como uma propagação de energia em formas de ondas eletromagnéticas com a velocidade da luz (300.00km por segundo), conforme as figuras 06 e 07. A faixa de comprimento da onda é a distância entre dois picos de ondas sucessivas, ou seja, maior à distância, maior é o comprimento; menor à distância, menor o comprimento, medida em unidades de metro e de frequência ( $n^\circ$  de vezes que uma onda se repete por unidade de tempo, medida em unidades hertz-Hz) da REM é chamada de espectro eletromagnético. O

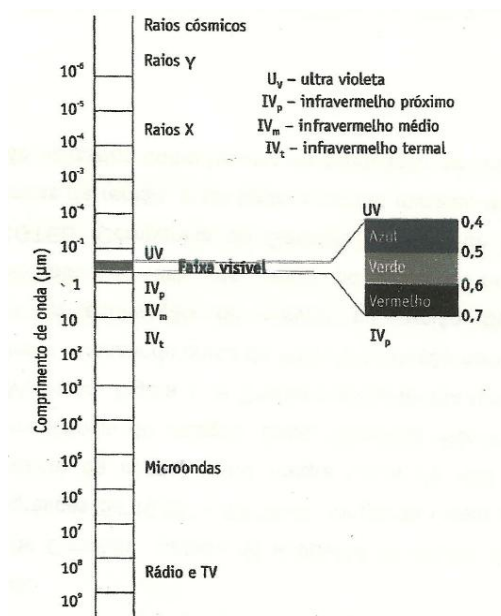
espectro abrange desde comprimentos de ondas curtos, como os raios cósmicos e os raios gamas, de alta frequência, até longos comprimentos de onda como as ondas de rádio e TV, de baixa frequência, conforme Florenzano (2002); Figueiredo (2005).

Figura 06: Comprimento de onda do espectro eletromagnético.



Fonte: Rudorff, 2008

Figura 07: Comprimento de onda do espectro eletromagnético.



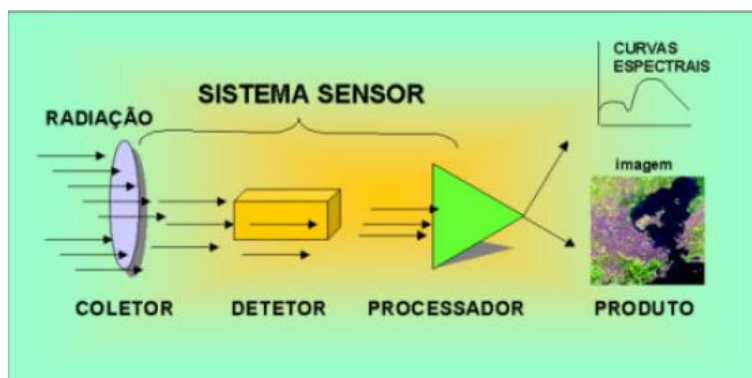
Fonte: Fitz, 2008

- c) Alvo: Objeto, área, espaço, ambiente entre outros a ser estudado/analísado.

### 3.2.2 Sistemas de Sensores

De acordo com Moreira (2005) um sistema de sensor é composto por um coletor, como conjunto de lentes, espelhos ou antenas, um sistema de registro–detector (filme ou outros dispositivos) e um processador, conforme demonstra a figura 08.

Figura 08: Partes do sistema de sensor.



Fonte: Moreira, 2005.

As características dos sistemas de sensores (não fotográficos) em geral são expressas por quatro domínios de resolução. Essas são apresentadas detalhadamente a seguir:

- **Resolução espectral:** é o princípio básico do S.R é a REM. Essa é decomposta pelos sensores, em faixas espectrais de larguras variáveis. Quanto maior for o número de bandas espectrais captadas pelo sensor, maior é a resolução espectral da imagem (FIGUEIREDO, 2005).
- **Resolução Radiométrica:** está relacionada à faixa de valores numéricos associados aos pixels. Este valor numérico representa a intensidade da radiância proveniente da área do terreno correspondente ao pixel e é chamado de nível de cinza.
- **Resolução Temporal:** está relacionada ao período de tempo em que o satélite volta a revistar uma mesma área, ou seja, mede o tempo de passagem do satélite sobre a vertical do lugar (FIGUEIREDO, 2005).
- **Resolução Espacial:** refere-se à resolução do sensor; é o menor elemento ou superfície que pode ser distinguida por um sistema sensor,

conhecido com pixel, conforme Moreira (2005). Quanto menor for o tamanho do pixel, maior será a resolução espacial da imagem (FIGUEIREDO, 2005).

### 3.2.3 Programa Landsat

O Programa Landsat<sup>3</sup> é composto por sete satélites. Esses foram desenvolvidos e lançados pela *National Aeronautics and Space Administration*–NASA (Estados Unidos da América). Sua finalidade é a exploração dos recursos naturais do planeta Terra. De acordo com Liu (2007) os dados fornecidos por este programa são os mais longos e completos registros das superfícies do Planeta a partir do espaço. Cabe ressaltar que esse grupo de satélites conta com um imenso arquivo histórico de imagens; são mais de 30 anos dando subsídios para inúmeros projetos de pesquisa (BATISTELLA *et al.*, 2008).

O **Landsat 5** foi lançado em 1984, com os sensores seguintes sensores:

- **Multispectral Scanner** (MSS) era um instrumento de varredura que usava um espelho plano que oscilava para varrer uma faixa de 185 km da superfície perpendicular a órbita do satélite. Este instrumento deixou de enviar dados em 1995 (EMBRAPA, 2012). Ele contava com quatro bandas espectrais, cuja resolução espacial era de 80 metros e o
- **Thematic Mapper** (TM): semelhante ao sensor MSS, entretanto conta com sete bandas espectrais, cobrindo assim o espectro eletromagnético da região do visível ao infravermelho termal. Sua resolução espacial é de 30 metros no multiespectral.

Este está inserido em uma órbita circular, quase polar, síncrona com o Sol, com altitude aproximada de 705 km, conforme Batistella *et. al.* (2008). O ângulo de inclinação da órbita em relação ao plano do Equador é de 98,2°. Levando 98,2 minutos por órbita imageada. Cobrindo a cada 17 dias a mesma área (LIU, 2007).

---

<sup>3</sup> Primeiramente o Programa era denominado de Earth Resources Technology Satellite (1972) e teve como primeiro lançamento o satélite ERTS 1, entretanto após o lançamento o programa foi rebatizado como Landsat (1975).



Atualmente o Landsat 5 satélite segue em funcionamento. Para Batistella *et.al.* (2008) este é o satélite que produziu o arquivo de dados mais utilizado em aplicações de média escala.

### 3.2.4 Processamento Digital de Imagens

Processar uma imagem consiste em transformá-la sucessivamente com o objetivo de extrair mais facilmente as informações contidas nela (ALBUQUERQUE e PORTES, 2012).

#### 3.2.4.1 Georrefenciamento

Conforme Figueiredo (2005), as imagens de satélites na forma como são originalmente recebidas (imagens brutas) apresentam degradações radiométricas, devido a desajustes na calibração dos detectores, erros esporádicos na transmissão dos dados, influências atmosféricas, e distorções geométricas. Se não corrigidas essas imperfeições podem comprometer os resultados dos produtos derivados da imagem. Dependendo da preferência do usuário e o recurso financeiro a ser investir, o fornecedor se encarrega de proceder esta tarefa.

Os dois tipos mais utilizados de processamento de imagens são:

- Correção radiométrica: a energia eletromagnética, ao atravessar a atmosfera, é parcialmente absorvida, refletida ou espalhada. O espalhamento ou dispersão é a re-irradiação da energia em todas as direções pelas partículas na atmosfera (IBGE, 2001). Esse fenômeno acaba interferindo no S.R. De acordo com Lang e Blaschke e Tommaselli (2008) esse efeito pode ser eliminado ou minimizado colocando um filtro em frente ao sistema de lentes, o qual impedirá a passagem de pequenos comprimentos de onda, tais filtros são denominados como filtros de absorção.
- Correção Geométrica: as imagens geradas através de satélites estão sujeitas a uma série de distorções que podem ser corrigidas através de técnicas denominadas correção geométrica. Isso ocorre devido à oscilação do satélite em torno de eixos definidos por um sistema cartesiano posicionado no mesmo (eixos x,y,z). Essas oscilações entre os três eixos

provocam desalinhamento no processo de varredura da superfície terrestre, feita pelo sensor. Estas distorções podem ser corrigidas, pelo menos parcialmente, por meio de modelos matemáticos que descrevem as distorções existentes. O método mais utilizado para a correção é por meio de pontos de controle no terreno. Esses pontos são feições bem definidas e claramente identificáveis que podem ser colocados no mapa ou imagem de referencia e a imagem de ajuste (IBGE, 2001 e FIGUEIREDO, 2005).

#### 3.2.4.2 Classificação de Imagens

A classificação de imagem é um processo de reconhecimento de classes ou grupos, cujos membros exibem características comuns. O objetivo desta função no SR é a extração de feições das imagens brutas por meio do processo de classificação ou categorização dos pixels, por meio de amostragem estatística. Sendo assim a classificação é implementada com base nas diferenças de comportamento dos materiais ao longo do espectro eletromagnético (IBGE, 2001; ANTUNES, 2012 e FIGUEIREDO, 2005).

##### 3.2.4.2.1 Interpretação de Imagens

A fotointerpretação ou interpretação de imagens é uma investigação profunda, fundamentada no princípio de que os fenômenos possuem relações espaciais entre si e que a presença invisível de um fenômeno pode ser perfeitamente deduzida da presença visível de outro (SPOHR, 2009).

Este processo que utiliza um raciocínio lógico, indutivo e dedutivo, para compreender e explicar objetos, feições ou condições presentes numa imagem fotográfica. Em outras palavras pode-se dizer o fator humano ou interprete será o responsável por identificar e delinear os objetos precisamente. Sendo assim para a interpretação visual o usuário utiliza os elementos básicos de leitura de imagem como um guia de fatores, em outras palavras como um passo a passo (Antunes, 2012).

De acordo com Luchiari *et.al.* (2005); Machado e Quintanilha (2008) e Antunes (2012) os elementos básicos da leitura de uma fotografia ou imagem são:

- *tonalidade/cor* está relacionada com a intensidade de energia eletromagnética emitida ou refletida por um tipo de alvo na superfície terrestre, em uma determinada banda do espectro eletromagnético. Esta consiste nos níveis de cinzas que variam do preto para o branco. O olho humano é mais sensível a cores que a tons de cinza, sendo assim associamos as cores aos tons de cinza;
- *forma* está relacionada aos contornos das feições (geometria do objeto). Através deste elemento é possível identificar as feições naturais como: rios, rochas, vegetações e feições antrópicas como: estradas, praças, edificações, plantações, etc;
- *tamanho* deve ser considerado em função da escala, uma vez que um objeto pode ser distinguido pelo seu tamanho em relação a outros que estejam representados na imagem;
- *padrão/modelo* refere-se ao arranjo espacial de feições em particular. Este indica que um alvo apresenta uma organização peculiar que o distingue dos outros, cita-se como exemplo o padrão urbano onde encontra-se o arruamento (quadras, edifícios, etc.);
- *sombra* é um fenômeno comum em imagens fotográficas, na maioria das vezes dificulta a interpretação das imagens, porque esconde a informação onde ela está sendo projetada;
- *textura* é composta pelo arranjo de tons numa área da imagem. Este depende principalmente da escala e da resolução do produto. O elemento textual passa a ser a menor feição continua e homogênea distinguível em uma fotografia aérea;
- *posicionamento/localização* refere-se à posição do alvo no que se refere à topografia e à drenagem. Cita-se como o posicionamento da rede de tratamento de esgoto que estão posicionadas nas mais baixas cotas topográficas;
- *associação* refere-se às diferentes inter-relações espaciais entre feições, geralmente devido a conexões funcionais entre os componentes em questão. Por exemplo, a ocorrência de mangue se dá por uma conjuntura de fatores de influencia fluvio-marinhas.

Com base nesses elementos elaborase então uma *chave de classificação*, a qual serve de guia ao foto interprete para identificar os alvos contidos na imagem. A chave vem a ser a descrição e ilustração típicas dos alvos.

Por fim pode dizer que este tipo de classificação proporciona ao usuário uma ampla gama de informações, incluindo o uso do solo, sistemas de transporte, agricultura, hidrografia e análise de vegetação.

#### 3.2.4.2.2 Classificação digital

A classificação digital é o processo que associa o pixel a feições distintas. Cada pixel é definido pelas coordenadas espaciais (x,y) que indicam sua localização na cena, sendo que a cada posição (x,y) é atribuído um valor digital (FITZ, 2008). Este tipo de classificação pode ser realizado através de dois métodos: os não supervisionados e os supervisionados.

- *Método não supervisionado*: o sistema agrupa os pixels segundo as suas características espectrais, organizando-os em agrupamentos ou aglomeração. (IBGE, 2001). O usuário só informa ao algoritmo o número de classes desejado ou um critério para que o agrupamento seja considerado "estável". O resultado desse tipo de método apresenta uma imagem com classes sem rótulos, ou seja, não se conhece previamente a identificação das classes resultantes (MORAES, 1999). Sendo assim o analista informa os parâmetros como número mínimo e máximo das classes desejadas e número de interações.
- *Supervisionado*: esse método é utilizado quando o usuário já possui conhecimento prévio da área ou por inferências, relaciona áreas da imagem com as classes de cobertura de terra que deseja separar. Portanto as classes definidas como *priori* e o processo de classificação visa a enquadrar cada pixel a uma classe. Nesse processo são definidas as áreas amostrais e essas passam por um algoritmo de classificação na imagem os pontos representativos das classes. Essas áreas amostrais são denominadas como treinamento (FIGUEIREDO, 2005 e IBGE, 2001).

O Quadro a seguir apresenta o comparativo entre a interpretação visual (aspecto qualitativo) e de uma classificação digital (aspecto quantitativo) (Quadro 01).

Quadro 01 – Comparação entre a interpretação visual e a classificação digital.

<b>Interpretação visual</b> (analista/humano/intérprete)	<b>Análise quantitativa</b> (através do computador)
- Para uma grande escala em relação ao tamanho do pixel.	- A nível de pixel individual.
- Estimativas de áreas com pouca precisão.	- Possibilidade de estimativas de áreas bastante acuradas.
- Análise multiespectral limitada.	Pode executar análise multiespectrais precisas (multidimensionais).
- Assimila apenas um número limitado de níveis de cinza distintos (~ 16 para cada cena).	- Pode usar quantitativamente todos os níveis de cinza disponíveis para cada atributo (ex. 64, 128, 246).
- A forma é facilmente determinada e analisada.	- Determinação da forma envolve o uso de “softwares” complexos.
- A informação espacial é facilmente usada em um sentido qualitativo.	- Disponibilidade de técnicas limitadas para o uso de dados espaciais.

Fonte: Autoria própria, (2012), adaptado de Galo, (2012).

Uma imagem classificada é, portanto um mapa digital, que, se for georreferenciado, pode ser incorporado a um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

#### 3.2.4.2.3 Sistema de classificação para uso e cobertura do solo

Devido à evolução das geotecnologias estudos sobre a dinâmica do uso do solo tornaram-se cada vez mais precisos, demandando menor tempo para realização de tais estudos. Para a execução destes é fundamental a utilização de sistemas de alta capacidade para tratamento e análise de informações multi-temáticas como são as técnicas de S.R e de SIG.

Segundo Novo (1992) a metodologia de detecção de mudança na paisagem deve ser multitemporal, ou seja, o estudo deverá comparar imagens da mesma área com datas distintas. Se compararmos duas cenas o resultado apresentado será uma dinâmica é bi-temporal, porem com três ou mais cenas o estudo passa a ser uma análise da trajetória temporal. A dimensão temporal influencia profundamente os resultados da dinâmica da paisagem de duas formas, tanto pelo tempo entre a captura das imagens quanto pela época de ano do imageamento (KIEL, 2008).

Segundo o referido autor o distanciamento entre cada imagem varia de acordo com os objetivos do projeto, citando como exemplo, áreas impactadas pelo fogo as imagens podem ter intervalo de poucos meses, entretanto fenômenos antrópicos como crescimento urbano, a distância entre cada cena deverá ser pelo menos de cinco em cinco anos ou até mesmo de décadas.

A avaliação, caracterização e quantificação de classes de uso do solo permitem realizarmos um planejamento “racional” sobre o território, ou seja, pode-se quantificar o desenvolvimento de uma área e ainda traçar medidas de proteção e preservação (SOUZA *et. al*; 2012).

Para Politano *et. al.*, (1980), o conhecimento da ocupação do solo quanto à sua natureza, localização, forma de ocorrência, mudanças ocorridas em determinados períodos, são de grande importância para um bom planejamento agrícola, econômico e social de uma região.

A classificação de uso e cobertura do solo está definida como os elementos da natureza como a vegetação (natural ou plantada), água, gelo, rocha nua, areia e superfícies similares, além das construções artificiais criadas pelo homem. Cabe ressaltar que o sensor remoto não registra diretamente as atividades humanas, mas sim, as características da superfície terrestre que retratam o revestimento do solo. Em função disto, as atividades de uso e ocupação do solo devem ser interpretadas a partir de modelos, tonalidades, texturas, formas, arranjos espaciais das atividades e localização no terreno conforme IBGE (2006).

Seguindo o manual técnico de uso da terra do IBGE (2006) para que os dados oriundos de sensores remotos possam ser utilizados com eficiência, ao realizarmos uma classificação é fundamental observar os seguintes critérios:

- precisão mínima de 85% para interpretar e identificar as categorias de cobertura e uso da terra, tendo os dados de sensores remotos como primeira fonte de dados;
- repetição da precisão da interpretação para todas as categorias;
- repetição de resultados de um sensor para outro e entre intérpretes;
- possibilidade de aplicação a extensas áreas;
- utilização de dados de sensores remotos capturados em diferentes épocas do ano;
- uso da vegetação e de outros tipos de cobertura da terra como substitutos da atividade;
- identificação de subcategorias em escalas maiores, a partir de levantamentos de campo ou de sensores de maior resolução;
- possibilidade de agregação de categorias;
- possibilidade de comparação com dados de uso da terra obtidos posteriormente; e

-possibilidade de identificação de usos múltiplos da terra.  
(IBGE, 2006, p.36).

Diniz (1984) enfatiza que qualquer tipo de classificação só podem ser julgadas na “esfera do adequado–inadequado, significante–não significante e jamais como certo e errado”.

#### 3.2.4.3 Composição Colorida

Conforme Fitz (2008) a percepção de cores do olho humano refere-se à ação de um fenômeno que ocorre na retina, em que os raios de luz são absorvidos e processados no cérebro. De acordo com o IBGE (2001) o olho humano percebe apenas 20 a 30 tons de cinza, porém pode distinguir milhares de cores. O processamento de imagens baseia-se nessa capacidade do olho humano de diferenciar variações de tons do que de valores.

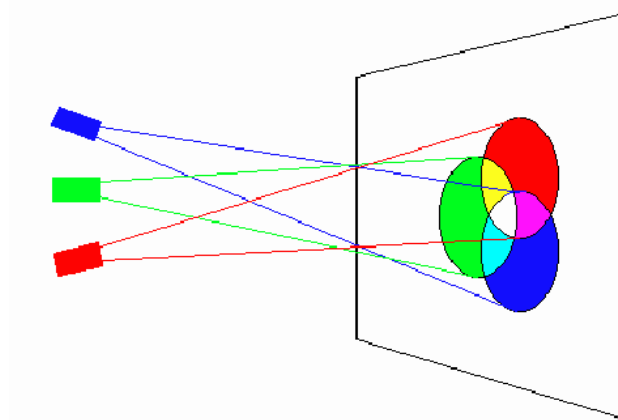
A composição colorida é um dos artifícios de maior utilidade no S.R. Através dela pode-se fazer uma boa identificação e discriminação dos alvos terrestres. As imagens multiespectrais são aquelas que possuem diversas bandas que podem ser combinadas entre si de maneira a melhorar a interpretação da imagem.

De acordo com Araújo e Mello (2010), ao realizarmos o processamento de imagens coloridas estamos transformando imagens no modelo IHS para o modelo RGB.

O modelo IHS (também conhecido como o modelo do hexacone) é a abreviatura para o sistema de cores, formado pelos componentes de tonalidade (*Hue*), saturação (*Saturation*) e intensidade (*Brigthness*). Os atributos IHS descrevem a formação de cores de uma maneira muito mais próxima do sistema do olho humano as percebe, ou seja, a tonalidade refere-se à medida do comprimento médio da luz que determinado objeto reflete ou emite; a saturação refere-se ao grau de pureza da cor, pode ser considerado como a proporção de branco misturado com a cor; e por fim o brilho também conhecido como intensidade responsável pela sensação de brilho do objeto sobre o olho humano (IBGE, 2001; ARAÚJO e MELLO, 2010).

O modelo RGB<sup>4</sup> (figura 09) é a abreviatura do sistema de cores primárias formado pelo vermelho (*Red*), verde (*Green*) e azul (*Blue*), no qual os canais de cores são combinados de diversas maneiras a fim de reproduzir diversas cores. O RGB baseia – se no princípio físico de que as diferenças cromáticas são resultado da projeção da luz branca através de filtros (FITZ, 2008). A escala de cores de tons de cada uma das cores deste modelo varia de 0 (mais escuro) a 255 (mais claro), ou seja, equivale a oito *bits*.

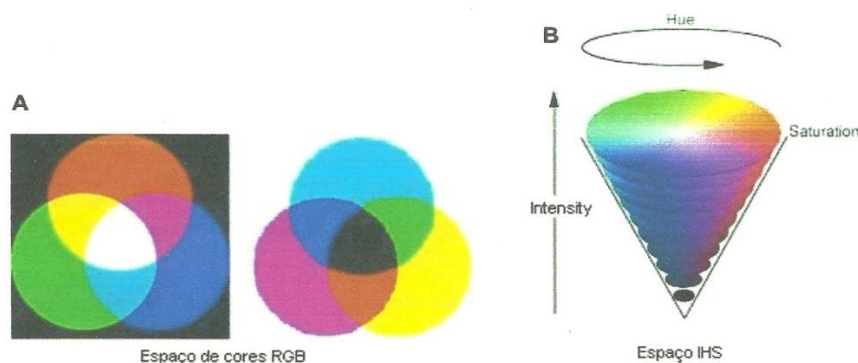
Figura 09: Composição colorida - modelo RGB.



Fonte: Araujo e Mello, 2010.

Para entender melhor a diferença de cada modelo - IHS e RGB - devemos pensar nos mesmos espaços de cores, conforme a figura 10.

Figura 10: Diferença entre as composições coloridas nos modelos RGB e IHS.



Fonte: Araujo e Mello, 2010.

<sup>4</sup> O monitor de computador baseia – se nesse modelo.



#### 3.2.4.4 Sistema de Informação Geográfica

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) podem ser definidos como sistema destinado ao tratamento automatizado de dados referenciados espacialmente. As principais características deste sistema são integrar, em uma única base de dados, informações espaciais provenientes de dados gráficos (cartográficos) e relacionar com dados não-gráficos como (censo, cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes, dados e modelos numéricos de terrenos, etc.). Com estas informações o programa através de algoritmos de manipulação, transforma estes em mapeamentos que servirão para consultar, recuperar, visualizar e imprimir o conteúdo da base de dados geocodificados (VALENTE, 2001; CARVALHO *et.al.* 2003).

Por fim conclui-se que o SIG possui suas operações baseadas em computador, usados para capturar, armazenar, manipular, analisar e apresentar informações geográficas. De acordo com Carvalho *et.al.* (2003) é importante ressaltar que não existe um programa de SIG e sim programas que oferecem um conjunto de ferramentas que permitem a construção desse ambiente. Entretanto Eastman *et. al.* (1995) afirmam que atualmente o mercado oferece inúmeras ferramentas de *software* disponível para auxiliar nesta atividade.

Esse sistema divide-se em cinco elementos fundamentais (figura 11):

- a) Dados - Informação
- b) *Hardware*
- c) *Software*
- d) Recursos Humanos
- e) Procedimentos e Metodologia de Aplicativos

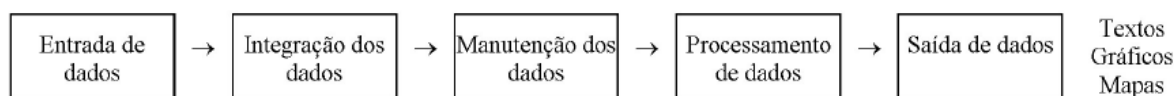
Figura 11: Elementos fundamentais do Sistema de Informação Geográfica – SIG.



Fonte: Ferreira, 2006.

De acordo com Decanini (2001) o Sistema de Informações Geográficas opera seguindo essas etapas: *input* ou entrada de dados geográficos (documentos cartográficos, dados de campo, imagens de satélites, dados tabulares, etc.); logo em seguida é realizado o gerenciamento e processamento da base de dados geográficos (armazenamento e recuperação de dados, manipulação e análise) e por fim a saída ou *output* dos seguintes produtos: relatórios, mapas, tabelas. Esses poderão ser apenas visualizados na tela, se houver necessidade de alteração usuário que define as questões do SIG, para que as funcionalidades do sistema sejam especificadas. Na figura 12 apresenta passo a passo as etapas aqui descritas.

Figura 12: Etapas da elaboração de um Sistema de Informação Geográfica – SIG.



Fonte: Galo, 2012.

## 4. FISIOGRAFIA REGIONAL

### 4.1 Área de Estudo

O município de Candiota encontra-se a sul do Rio Grande do Sul (RS), a 50 km da fronteira entre Brasil e Uruguai. O Município situa-se aproximadamente entre as coordenadas geográficas 54° 10' 58" e 53° 18' 35" de longitude Oeste e a 31° 17' 35" e 32° 02' 41" de latitude Sul, conforme a figura 13. O município de Candiota está dividido em quatro distritos (Candiota, Baú, Passo Real de Candiota e Seival), onde estão inseridos os cinco núcleos urbanos: Dario Lassance (sede), Vila Residencial, Vila Operária, Seival e Loteamento João Emilio, assim como as zonas rurais (CANDIOTA, 2012; FRITZ e WAQUIL, 2003). À distância até Porto Alegre é de 380 km.

Figura 13: Imagem do satélite GEOEYES da área urbana de Candiota.



Fonte: Google Earth, 2012.

O Município faz parte da Região Carbonífera do Rio Grande Do Sul. Além desse também fazem parte os seguintes municípios: Herval, Hulha Negra, Pedras Altas, Pinheiro Machado, Bagé e Aceguá (MIGLIAVACCA *et al.*, 2005). Nesta Região vivem aproximadamente 150.994 habitantes, sendo que a grande maioria tem suas rendas providas de alguma fase da mineração ou da UTPM. A tabela 01 apresenta o censo populacional da Região Carbonífera/RS.

Tabela 01: Censo Populacional da região carbonífera do RS.

Ano	1980	1991	2000	2010
Cidade				
Aceguá	-	-	-	4.394
Bagé	100.133	118.967	118.767	116.794
Candiota	-	-	8.065	8.771
Hulha Negra	-	-	5.359	6.043
Pedras Altas	-	-	-	2.212
Pinheiro Machado	14.359	15.396	14.594	12.780

Fonte: IBGE, 2012.

O Rio Grande do Sul possui as maiores reservas de carvão do país. A Região Carbonífera de Candiota é considerada a maior jazida de carvão fóssil do País, com cerca de 38% da produção nacional (FRITZ, 2004). Essa também é conhecida como jazida Grande Candiota. De acordo com Koppe e Costa (2002) a reserva encontrada é de 1.363.299.000t e produz cerca de 1,7 x 10 de carvão por ano. A exploração do minério é de responsabilidade da Companhia Riograndense de Mineração (CRM). A lavra ocorre a céu aberto, uma vez que o minério encontra-se próximo a superfície, e bastante mecanizada, conforme Gomes *et. al.* (1998). O autor menciona ainda que a jazida possui as seguintes características técnicas:

Sua espessura média (camada total) é de 4,5 m, localmente ultrapassando os seis metros. É a única camada em lavra e responde por 63% dos recursos da jazida. Junto com as camadas Candiota Inferior 1 e 2, contém 90% dos recursos. A camada Candiota tem lavra de baixo custo e uso industrial difícil e dispendioso nas opções tecnológicas adotadas. Os recursos totais atingem 12,3 x 10<sup>9</sup>t, dos quais 7,8 x 10<sup>9</sup>t na camada Candiota e 2,27 x 10<sup>9</sup>t nesta mesma camada, até 50 m de cobertura.[..] (GOMES *et. al.* 1998, p. 95).

A produção do minério de carvão de Candiota é destinada, principalmente, à geração de energia elétrica da Usina Termoelétrica Presidente Médici – UPME. Essa é operada pela Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica (CGTEE). De acordo com Fritz (2004) a potência da usina atualmente é de 446 MW, entretanto com a instalação da Usina Candiota III a capacidade energética será de 796 MW.

Atualmente a Usina Candiota III encontra-se em fase de testes dos equipamentos e dos sistemas de operação.

Cabe salientar que nessa Região Carbonífera também está previsto a instalação da Usina Termoelétrica Seival, cuja capacidade elétrica será de 500 MW. A exploração do minério será de responsabilidade da Companhia Riograndense de Mineração (CRM), e da Companhia de Pesquisa e Lavra Minerada – COPELMI.

Além das atividades econômicas descritas, faz parte do “Polo Econômico de Candiota” a exploração de calcário (Mina de Calcário CIMBAGÉ e Mina de Calcário VOTORAM - em atividade); indústrias cimenteiras (Indústria de Cimento e Mineração Bagé - CIMBAGÉ e indústria de Cimento Portland Gaúcho – VOTORAM), conforme Streck *et al.* (2008). De acordo com Rótulo (2006) para a fabricação de cimento utiliza – se como matéria-prima o calcário, o carvão e as cinzas geradas na combustão do carvão. Cabe ressaltar que o grupo Votorantim é o principal produtor nacional de cimento com acentuada liderança em todas as regiões do País, com exceção da região norte, onde há um único grupo produtor de cimento, com fábricas os estados do Amazonas e Pará (GOMES *et al.*, 2012). Como foi possível observar na região Sul o único concorrentes do grupo Votorantin é o grupo português CIMPOR, cuja fábrica responde por cerca de 12% da produção regional e 41% da produção estadual de cimento (250.000 t/ano de cimento, conforme CIMPORBRASIL, (2011).

## 4.2 Climatologia

De acordo com Ayoade, (2002), há autores que classificam o clima de diversas formas. Esta dissertação aborda o modelo climático de Köppen, por ser um modelo relativamente simples e popular. O modelo de Köppen foi desenvolvido entre 1900 e 1936. Relaciona o clima com a vegetação utilizando dados numéricos para definir os tipos climáticos.

Observando a figura 14, nota-se que Köppen utiliza letras maiúsculas e minúsculas fazendo a união destas uma sigla. Para cada letra existe um fator do clima; no momento em que estas se unem há um conjunto de características climáticas.

Figura 14: Modelo de classificação climática de Köppen.



Fonte: Ayoade, (2002), modificado.

De acordo com a metodologia de classificação de Köppen o Rio Grande do Sul localiza-se na zona climática Cfa, ou seja, predominância de clima temperado úmido com verões quentes. Em outras palavras pode-se dizer que:

**C:** define climas mesotérmicos (temperatura média do mês mais frio inferior a 18 °C e superior a -3 °C, ao menos um mês com média igual ou superior a 10 °C);

**f:** sempre úmido (mês menos chuvoso com precipitação superior a 60 mm);

**a:** verões quentes (mês mais quente com média igual ou superior a 22 °C).

A precipitação média anual é de 1.593 mm, bem distribuídos ao longo do ano, sendo estes dados referentes aos anos de 1980 a 2011 (Próprio autor, 2012 a partir de dados INEMET, 2012). De acordo com o relatório ambiental produzido INCRA (2007) o comportamento de precipitação em Candiota não garante uma disponibilidade regular de água no solo para plantas, em especial nos meses mais quentes. Durante os meses mais quentes, novembro a fevereiro, o déficit hídrico é de 55 mm, sendo os meses mais críticos dezembro e janeiro com 23 mm e 18 mm respectivamente. O estudo aponta ainda que, associado à diminuição dos índices de precipitação, as altas temperaturas e a baixa capacidade de retenção de água no solo explicam a ocorrência de indisponibilidade de água na estação do verão.

Pode-se afirmar que esta Região sofre constantes variações climáticas, ou seja, há sempre um contraste de temperaturas, podendo variar de períodos de calor intenso a períodos de frio extremos. A temperatura média anual da Região é de 20°C. As temperaturas mínimas registradas ocorrem no inverno, nos meses de junho e julho, com médias abaixo de 13,6°C, e as temperaturas máximas ocorrem

no verão, durante os meses de dezembro a fevereiro, com médias próximas de 24°C. Em anexo (ANEXO A) encontram-se os dados atmosféricos das últimas três décadas da estação de Bagé/RS, pois Candiota não possui estação de monitoramento meteorológico.

A direção dos ventos da área analisada é predominantemente do quadrante nordeste – NE. O vento possui velocidade média de 4 m.s<sup>-1</sup>, conforme Braga *et. al.* (2004). Os autores ainda comentam que a Região encontra-se em uma zona de transição climática de massas de ar tropical marítima e massas de ar polar marítimo.

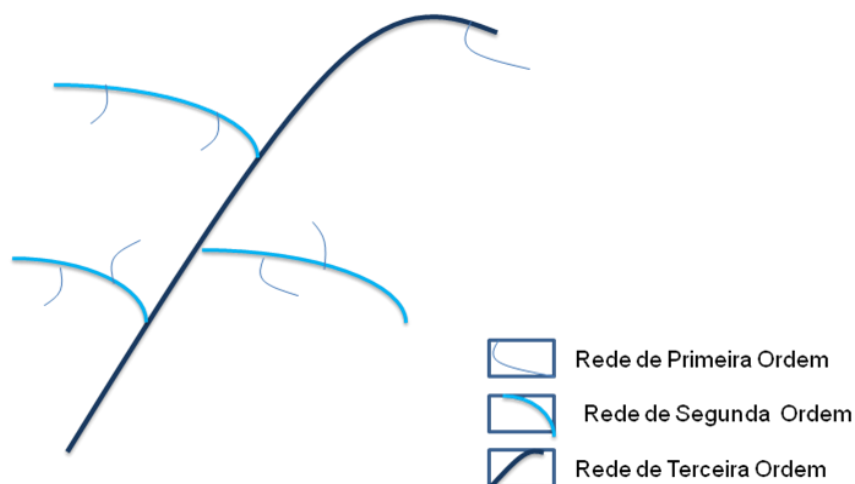
### 4.3 Hidrografia

Guerra (1978) define bacia hidrográfica como um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. A bacia hidrográfica pode ser considerada como um sistema físico sujeito a entradas de água (eventos de precipitação) que gera saídas de água (escoamento e evapotranspiração).

Conforme Collischonn (2012) o conceito de bacia hidrográfica pode ser entendido por meio de dois aspectos: rede hidrográfica e a topografia do terreno.

A rede hidrográfica é formada por um conjunto de rios dispostos em hierarquia encontrados nas bacias hidrográficas. A figura 14 apresenta a hierarquia dos rios presentes na bacia.

Figura 14: Hierarquia dos cursos de água.



Fonte: Autoria própria, (2012).

Os cursos de primeira ordem correspondem as nascentes, onde o volume é baixo. Os rios de segunda ordem correspondem à junção de dois rios de primeira ordem e os de terceira ordem são compostos pela junção de dois cursos de segunda ordem, assim sucessivamente, formam uma hierarquia.

Uma bacia hidrográfica pode ser dividida em sub-bacias e cada uma das sub-bacias pode ser considerada uma bacia hidrográfica.

Se considerarmos a região hidrográfica Estadual a área em estudo está localizada sob a bacia hidrografia Mirim-São Gonçalo. Essa Bacia possui uma área drenagem de 25.961,04 km<sup>2</sup>, abrangendo nove municípios do Estado<sup>5</sup> e atende a uma população de 744.021 habitantes. Seus principais formadores são os arroios: Pelotas, Passo das Pedras, Basílio, Chasqueiro, Grande, Juncal, Chuí, do Vime, Seival, Minuano, Lageado, Taquara, Candiota, Butiá, Telho, do Quilombo e os rios: Piratini e Jaguarão, além do Canal São Gonçalo, que faz ligação entre a Lagoa Mirim e a Laguna dos Patos.

Entretanto ao se analisarmos a região hidrográfica Municipal terá a bacia hidrográfica do Arroio Candiota. Essa bacia possui uma área de drenagem de 1.650 km<sup>2</sup>, tendo como afluentes a sanga Funda, os arroios Caieiras, Poacá e Candiotinha. De acordo com Guerra e Ferraro (2004) os arroios Poacá e Candiotinha são os mais impactados em termos de cargas antrópicas.

Os principais usos dos cursos de água da bacia hidrográfica do Arroio Candiota são: abastecimento urbano e industrial, dessedentação de animais, irrigação e a descarga de dejetos.

#### **4.4 Geologia**

O Rio Grande do Sul é composto por quatro unidades geológicas, resultantes da evolução tectônica desta região do Planeta que gerou rochas geneticamente diferentes (EGER, 2007). Essas unidades geológicas serão detalhadas a seguir e suas localizações podem ser visualizadas na figura 16:

- Escudo Sul-rio-grandense (ocupa a porção centro-sul), constituído por rochas ígneas e metamórficas, correspondendo às rochas mais antigas do Estado;

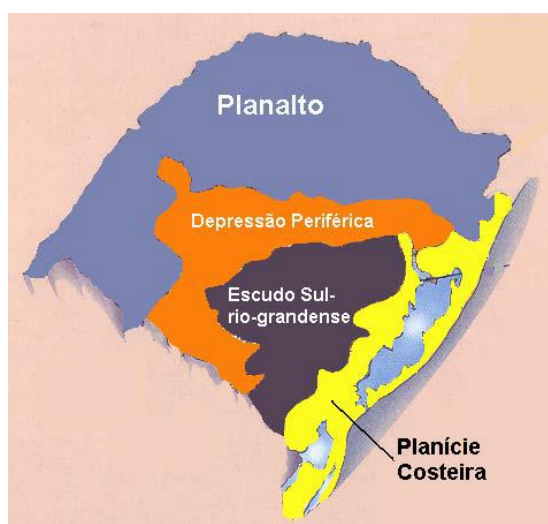
---

<sup>5</sup> Arroio Grande, Candiota, Canguçu, Capão do Leão, Chuí, Jaguarão, Pelotas, Rio Grande e Santa Vitória do Palmar.



- Depressão Periférica (presente na porção central), composta por rochas sedimentares oriundas da erosão do Escudo, e com um dos conteúdos fossilíferos mais importantes do mundo;
- Planalto (situado na parte norte e oeste do Estado), que corresponde às rochas basálticas originadas no maior vento vulcânico já registrado na superfície terrestre;
- Planície Costeira (a leste), que corresponde aos sedimentos inconsolidados da faixa litorânea do Estado, originada após a separação dos continentes africano e sul-americano, e que representa a maior extensão retilínea de areias existente na superfície do Planeta.

Figura 16: Mapa de distribuição das unidades geomorfológicas do Rio Grande do Sul.



Fonte: Sabedot, 2007.

De acordo com Teixeira, (2004) o município situa – se no Escudo Sul-Rio-grandense sob as rochas da bacia do Paraná com rochas pertencentes a duas estruturas regionais principais: o Cinturão Tijucas e o Cinturão Dom Feliciano. Estas faixas representam a evolução geotectônica desta porção do Escudo Sul-Rio-grandense no ciclo brasileiro, bem como os tipos litológicos gerados durante este período.

O **Cinturão Tijucas** limita-se a leste pelo Cinturão Dom Feliciano e a oeste pelo Cráton Rio de la Plata. Este é constituído por um embasamento gnássico pré-brasileiro e por xistos, mármore e quartzitos, representados pelas rochas do Grupo

Porongos no Rio Grande do Sul. Além desse ocorrem também rochas dos grupos Grupo Bom Jardim, representadas por sequência de sedimentos firmadas na fase tardi- a pós-orogênicas do Cinturão Dom Feliciano e a Grupo Camaquã composto por arenitos conglomerados. Abaixo do Grupo Camaquã há a intercalação de rochas vulcânicas andesíticas (TEIXEIRA, 2004).

O **Cinturão Dom Feliciano** situa-se a leste do Escudo Sul-Rio-grandense, possui 800 km de extensão (Uruguai a Santa Catarina) e 150 km de largura. É formado basicamente por rochas granítico-migmatítico-gnaissicas, que corresponde ao Batólito de Pelotas.

De acordo com Splendor (2006) as principais unidades deste Cinturão podem ser divididas em unidades pré-brasileira, composta por: Anortosito Capivarita, Complexo Metamórfico Várzea de Capivarita e o complexo Arroio dos Ratos do Bloco Encruzilhada; e unidades brasileiras composta por dois grupos:

- a) rochas granito-gnaissicas da Suíte Intrusiva Pinheiro Machado, rochas graníticas sin-transcorrentes (Suítes intrusivas Erval, Viamão, Encruzilhada do Sul e Cordilheira) rochas tardi ou pos-transcorrência (Suíte granítica Dom Feliciano e alcalinas), e
- b) pós tectônicos (Gabro Passo da Fabiana e Riolitos Asperesas).

#### 4.5 Geomorfologia

A área de estudo está situada na Depressão Central Gaucha. Está apresenta dois segmentos: um leste-oeste e outro de norte-sul, separando o Planalto Meridional (norte) do Planalto Sulriograndense (sul e sudeste), a Planície Costeira interna (leste) do Planalto da Campanha (oeste). De acordo com Guerra e Ferraro (2004) o relevo oscila entre suaves ondulado a ondulado, que é característico de regiões de Campanha. As cotas altimétricas oscilam de 100 metros a 395 metros. Porém de acordo com estudos do INCRA (2007) 71,65% do município apresenta altitudes inferiores a 250 metros e declividade inferiores a 10%.

#### 4.6 Solos

Cunha *et. al.* (1998) menciona que o solo é formado pela combinação entre as seguintes variáveis: clima, rocha, tempo, organismos e relevo. Com isso, somente o

fator relevo, dada a sua variabilidade, quase que elimina a possibilidade de se ter, em determinada superfície, um solo com características constantes.

Segundo Streck *et. al.* (2008) as principais classes de solos identificados no Estado do Rio Grande do Sul estão disponibilizadas em literaturas publicadas e não publicadas. A região de Candiota, por sua não complexidade de perfis litológicos e morfologia de relevo, também traz na sua composição de solo (STRECK *et al*, 2008). Talvez seja esta uma peculiaridade do Município, visto que em nenhuma região ou local do solo brasileiro há disponível um levantamento satisfatório, pois como já exposto, existe uma complexidade heterogênea de formação geológica e consequentemente pedológica.

As características básicas de um perfil de solo são visíveis a olho nu ou perceptível a manipulação (STRECK *et. al.* 2002).

Segundo o Mapa de Solos do Estado do Rio Grande do Sul, modificado de Brasil, 1973 (EMATER/RS-ASCAR, 2008), Boldrini *et.al.* 2010 e o Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2012) o sítio do município tem como predominância dos seguintes perfis de solos classificados como:

- **Argissolo:** são solos que possuem horizonte subsuperficial argilosos e são solos geralmente profundos e bem drenados. Ocorrem em relevos suaves e ondulados na Depressão Central, Campanha e na Encosta do Planalto Meridional, e podem apresentar limitações químicas devido à baixa fertilidade natural, forte acidez e alta saturação por alumínio, sendo também de alta suscetibilidade à erosão e degradação. De acordo com INCRA (2007) há o **argissolo vermelho-Amarelo** (PVd12 - Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico e eutrófico Tb A proeminente e moderado, com textura média casc./arg. + Podzólico Bruno-Acinzentado eutrófico e distrófico Tb e Ta A moderado, com textura média/argilosa + Brunizém Avermelhado textura média/argilosa e argilosa relevo ondulado) e o **argissolo Vermelho** (PEd4-Podzólico Vermelho-Escuro distrófico Tb A proeminente e moderado textura média/argilosa + Podzólico Vermelho-Amarelo álico Tb plântico A moderado, com textura média e o relevo suavemente ondulado).
- **Chernossolo:** são solos minerais ricos em matéria orgânica, em função disso possuem coloração escura e alta fertilidade química. Podem ser rasos

ou profundos. Podem ser aproveitados com maior intensidade dependendo do relevo a que estão associados. As várzeas dos rios que apresentam maior potencial para culturas anuais, especialmente com arroz irrigado. Ocorrem no vale do rio Uruguai e na Encosta inferior do Planalto Meridional. De acordo com o INCRA (2007) o chernossolo presente é o BT2-Brunizém Vértico e não Vértico cálcico e não cálcico, com textura média/argilosa e argilosa e o relevo suavemente ondulado.

- **Neossolos:** são solos pouco desenvolvidos e normalmente rasos, de formação muito recente, encontrados nas mais diversas condições de relevo e drenagem. O uso está restrito ao relevo e a baixa profundidade, exigindo práticas conservacionistas severas. Em geral as áreas de relevo suave ondulado e ondulado (15% a 25% de declividade) podem ser utilizadas para pastagens permanentes e nas regiões de relevo forte ondulado (25% a 45% de declividade) para reflorestamento e fruticultura. As áreas muito íngremes (superiores a 45% de declividade) devem ser reservadas para preservação permanente; as demais se devem manter com cobertura permanente do solo e plantio direto. Antes do término do ciclo de uma cultura ou imediatamente após a colheita, deve-se plantar a cultura subsequente. Dessa forma tem-se o solo coberto e produz-se uma boa massa de resíduo, impedindo a ocorrência de erosão e melhorando as condições físicas e químicas do solo (Streck *et. al.*, 2008). A classe de neossolo presente é o Re14 - Solos Litólicos eutróficos e distróficos A moderado, com textura arenosa e média substrato arenito, o relevo fortemente ondulado e montanhoso + Afloramento de rocha (INCRA, 2007).
- **Vertissolo:** são solos de áreas planas ou pouco ondulas, mal drenados e pouco profundos. Caracterizam-se por apresentarem argilas expansivas, que permitem a alteração do volume do solo com o aumento do teor de água e a formação de rachaduras durante o período da estiagem. Ocorrem na região da Campanha e seu uso é facilitado com a umidade, pois são solos muito duros quando secos. Apresentam boa fertilidade e são próprios para pastagem natural, podendo ser utilizados também com culturas de verão, desde que sem adensamento de uso. Há duas classes de vertissolos no município: o V2-Vertissolo cálcico A chernozêmico textura argilosa e muito

argilosa relevo ondulado e suave ondulado; e o V4-Vertissolo cálcico A chernozêmico textura argilosa e muito argilosa + Brunizem vértico cálcico textura argilosa + Solos Litólicos eutróficos A chernozêmico e moderado textura argilosa e média substrato folhelhos relevo ondulado e suave ondulado (INCRA, 2007).

- **Gleissolos:** são solos pouco profundos, mal drenados de cor acinzentada ou preta e ocorrem em depressões com baixa declividade. Esta classe de solo influencia diretamente na distribuição da vegetação pela aeração deficiente e má drenagem. Podem ser utilizados para cultivo do arroz irrigado e, quando drenados com culturas anuais como milho, soja, feijão e pastagens. A classe de gleissolo presente é o HGHe1–Glei húmico eutrófico Ta A chernozêmico, com textura argilosa e muito argilosa, tendo o relevo plano (INCRA, 2007).

#### 4.7 Formação Vegetal

Cerca de 1/3 da formação vegetal original do Rio Grande do Sul era composta por florestas, e 2/3 por formações campestres, estas intercaladas por florestas ciliares associadas à rede de drenagem, conforme Marchiori, (2004).

O mapa de Biomas<sup>6</sup> do IBGE, (2004) evidência a existência de dois Biomas no Estado.

O **Bioma da Mata Atlântica** que abrange 13,04% do território nacional, com uma área de 1.110.182 km<sup>2</sup>, localizado em toda a faixa leste brasileira, estendendo-se para o interior no sudeste e sul do país.

O **Bioma Pampa**<sup>7</sup> se localiza em toda a metade sul do Rio Grande do Sul, estendendo-se pelos territórios do Uruguai e da Argentina. Sua representação territorial nacional é de 2,07% e 63% do território estadual, corresponde a aproximadamente 178.000 Km<sup>2</sup> (MMA/IBAMA, 2010). A figura 17 apresenta a localização de cada bioma em território estadual.

---

<sup>6</sup> De acordo com o IBGE (2002) o termo Bioma refere – se a um “conjunto de vida (*vegetal e animal*) constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, o que resulta em uma diversidade biológica própria”.

<sup>7</sup> Também conhecido como Campos Sulinos.

Figura 17: Mapa de distribuição dos Biomas encontrados no Rio Grande do Sul



Fonte: Atlas Socioeconômico Rio Grande do Sul, 2012.

De acordo com Hasenack e Cordeiro (2009) e do projeto Radambrasil (IBGE, 1986) a bacia hidrográfica do Arroio Candiota situa-se no Bioma Pampa. Este é caracterizado por apresentar uma vegetação campestre, cuja predominância está associada às regiões de áreas planas, e pela existência de uma vegetação mais densa, arbustiva e arbórea, nas encostas e ao longo dos cursos de água, além de haver a ocorrência de banhados (CHOMENKO, 2006).

Apesar de a paisagem parecer simples, uniforme e pouco expressiva, ela contém uma rica biodiversidade. Visualmente nota-se a presença de vastas áreas de campos, enquanto que as florestas estão restritas as margens dos rios. Entretanto neste habitat há 3.000 plantas vasculares, 385 espécies de pássaros e 90 mamíferos terrestres (BILENCA; MIÑARRO, 2004; BOLDRINI *et. al.* 2010).

Identificou-se neste Bioma as seguintes regiões fitofisionômicas: os Campos e as Floresta de Galerias (MARCHIORI, 2004).

De acordo com Marchiori (2004) a diversidade de terminologia fitogeográfica, bem como a conceituação difusa de alguns termos usais na literatura especializada, são alguns dos empecilhos para a padronização no meio científico. O referido autor relata ainda que no caso da formação vegetal do Rio Grande do Sul a terminologia adquire uma importância especial, uma vez que, em determinadas publicações a

formação vegetal é definida como estepe, ora como savana, savanas-estépicas ou pradarias. Entretanto cabe salientar que Savanas e Estepes são termos fitogeográficos históricos aplicados a vegetações muito distintas. Por isso se faz necessário um breve relato destas três formações vegetais.

O termo Estepe está relacionado à vinculação com a nomenclatura internacional. Sua paisagem é caracterizada pela inexistência de árvores e plantações, semelhante à área de “deserto”. Esta formação vegetal encontra-se em regiões temperadas, cujo clima apresenta dupla estacionalidade, marcado pela existência: de um período frio, durante o inverno, e outro pela seca durante o verão. As Estepes podem resultar da degradação das pradarias ou das savanas, em função da crescente aridez do meio ambiente.

O termo Savana consiste caracteristicamente em campo com pequenas árvores espalhadas, mas com áreas extensas sem árvores (TOWNSEND *et. al.* 2008). Este termo apresenta-se adequado, uma vez que, estas formações vegetais ocorrem em regiões continentais com pluviosidade médias anuais entre 1000 e 1500mm e temperatura média anual do mês mais frio igual ou superior a 18°C, conforme Montgomery e Askem (1983) apud Forneck, (2007).

As pradarias localizam-se em áreas temperadas, com frios não muito intensos e alta taxa de umidade.

Em função dessas contradições com relação à terminologia correta Marchiori (2004) sugere a denominação de Campo. Esta formação vegetal é caracterizada pela ocorrência de áreas desprovidas de matas, porém os campos gaúchos nunca são completamente desprovidos de árvores, cita-se como exemplo as Florestas de Galerias presentes nos cursos d’água.

A formação vegetal dos Campos Sulinos localiza – se principalmente na Depressão do Rio Ibicui – Rio Negro. De acordo com Hasenack e Cordeiro (2009) a paisagem campestre desta formação é caracterizada pela predominância de gramíneas de baixo porte, representada por vários gêneros *Cyperus spp*, além de espécies típicas da família Cyperacea.

Este tipo de formação vegetal é submetido à dupla estacionalidade, alternância de períodos quentes e frios, isso faz com que em determinada época do ano essas áreas podem ficar parcialmente alagadas (época de chuvas), bem como podem sofrer com o déficit hídrico no período seco. A altura média das gramíneas varia de 0,1 a 0,5 metros (LEITE; KLEIN, 1990).

As Florestas de Galerias são conhecidas como mata ciliar, ripárias ou ribeirinhas. Estas formações vegetais que se situam junto às margens das redes de drenagens. Essas formações estão adaptadas para suportar a força da correnteza ou eventual submersão por ocasião de enchentes (FELFILI *et.al.* 2000; MARCHIORI, 2004).

Nessa formação vegetal há espécies de árvores e arbustos que também são encontradas em florestas Estacionais e Ombrófilas, sempre associadas aos cursos d'água. Seu tamanho varia de acordo com as características do relevo. As formação vegetais presentes nas Florestas de Galerias variam de acordo com seu posicionamento, ou seja, no alto do barrando predominam os Ingazeiros, em área de várzea a vegetação assume “caráter aluvial” encontra-se o Açoita-Cavalo, na orla arbustos como o Maricá (MARCHIORI, 2004). Para Araujo (2002) as Florestas de Galerias são as mais ameaças de extinção, uma vez os impactos antrópicos aumentam vertiginosamente.



## 5. MATERIAL E PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

### 5.1 Área de Estudo

O município de Candiota localiza-se aproximadamente entre as coordenadas geográficas 54° 10' 58" e 53° 18' 35" de longitude Oeste e a 31° 17' 35" e 32° 02' 41" de latitude Sul. Este faz parte da Região Carbonífera do Rio Grande Do Sul.

As formações vegetais existentes na área de estudo são os Campos Sulinos e as Florestas de Galerias, presentes nos cursos d'água. A bacia hidrográfica do Arroio Candiota drena uma área de 1.650 km<sup>2</sup>, tendo como afluentes a sanga Funda, os arroios Caieiras, Poacá e Candioteinha.

### 5.2 Material

#### 5.2.1 Base Cartográfica

Utilizou-se a base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul, na escala 1:50.000 (HASENACK; WEBER, 2010).

#### 5.2.2 Seleção de Imagens

Para o estudo da análise da dinâmica da paisagem da bacia hidrográfica do arroio Candiota utilizou-se três imagens do satélite Landsat TM 5. As imagens fornecidas por este satélite são amplamente utilizadas na elaboração de estudos sobre a cobertura vegetal, uma vez que, este possui características espectrais particulares nas faixas do vermelho e infravermelho próximo. As imagens desta série de satélites podem ser obtidas gratuitamente, através do *site* da Divisão de Imagens do INPE. A primeira imagem selecionada é datada de 11 de outubro de 1985, a segunda imagem é de 05 de novembro de 2000 e a terceira é de 13 de outubro de 2009. É importante salientar que todas as imagens correspondem ao período da primavera (setembro a dezembro). Para uma análise de comparação entre imagens de anos diferentes é importante optar por cenas que se encontram no mesmo período do ano. Na região em estudo a primavera é especialmente interessante por permitir uma melhor discriminação entre áreas de cultivo das áreas cobertas com

vegetação nativa. Como apoio à interpretação visual da área utilizou-se também imagens do satélite GEOEYE do Google *Earth*, datadas em 13 de fevereiro de 2008 e 18 de setembro de 2010.

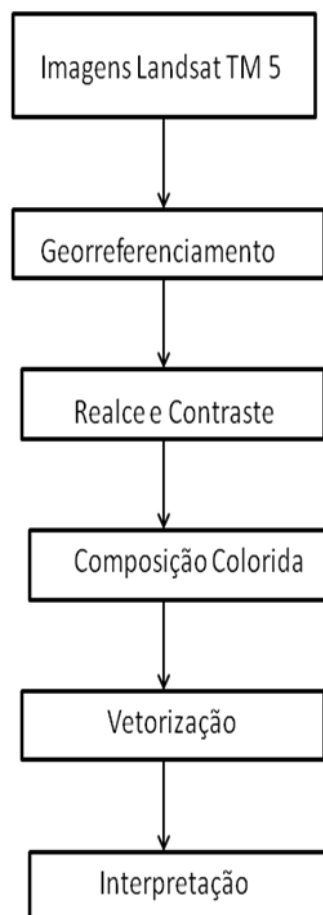
### 5.2.3 Software

- **IDRISI SELVA:** é um *software* que integra funcionalidades direcionadas a aplicações em Sistema de Informações Geográficas e ao processamento de imagens em formato *raster*. Este foi desenvolvido pela *Graduate School of Geographic de Clark University*, de *Massachusetts*. O *software* possui vários módulos, aplicáveis ao monitoramento ambiental e gerenciamento de recursos naturais, detecção de mudanças e análises de séries temporais, análises multicritérios e multiobjetivos, suporte a tomadas de decisões, (SCARASSATTI, 2007). De acordo com Rosendo, (2005) o usuário pode desenvolver programas específicos de forma a atender suas necessidades. O IDRISI utiliza banco de dados externos com interface para o *Dbase* e o *Access*, permitindo assim a migração de dados para outros *softwares*.
- **CARTALINX:** é um *software* que possibilita a entrada de dados vetoriais a partir de diversas fontes: via teclado, mesa digitalizadora, listas de coordenadas em arquivos de texto e coordenadas polares (rumo/azimute e comprimento), vetorização em tela a partir de mapas escaneados, além de aceitar dados diretamente de receptores GPS de navegação (VASSOLER, 2007; LABGEO, 2012).

## 5.3 Metodologia Aplicada

A metodologia empregada para a realização deste estudo foi dividida em três fases. Na primeira etapa realizou-se o georreferenciamento das imagens, a segunda a interpretação das imagens de cada data e a terceira destinada à análise da mudança no período com base nas três datas interpretadas. As etapas descritas seguir foram executadas durante a pesquisa. Estas podem ser observadas na figura 18.

Figura 18: Etapas realizadas para a construção do mapa do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Arroio Candiota.



Fonte: Autoria própria, (2012).

### 5.3.1 Georreferenciamento

O georreferenciamento consiste em atribuir um ponto de coordenada de uma imagem ou mapa digital, a uma coordenada terrestre. Esses pontos são chamados de pontos de controle, quanto maior a quantidade de pontos maior é a precisão da imagem, no entanto os pontos devem estar bem distribuídos ao longo da imagem, conforme Veras e Souza Silva, (2010). Com esta etapa assegura-se que os pixels que compõem o conjunto de imagens analisadas pertençam a uma mesma região da superfície terrestre, independentemente da época registrada (PANJOTA *et.al.* 2009).

Para o georreferenciamento das imagens utilizou-se como referência uma imagem atual da área de estudo já georreferenciada pelo Centro de Ecologia da UFRGS

Primeiramente as imagens foram importadas para o *software* IDRISI SELVA. Como comentado anteriormente, as imagens fornecidas pelo INPE possuem formato *tiff*, entretanto o IDRISI trabalha no formato *geotiff*, por isso há a necessidade de convertê-las neste formato.

Após a importação as imagens foram georreferenciadas. Para isso utilizou-se o comando *resample* localizada dentro da opção *reformat* do IDRISI. No *resample* informou-se o nome da banda de entrada e de saída, bem como a banda a ser georreferenciada e a imagem georreferenciada de referência. Através destes procedimentos, verificou-se pixels idênticos entre as cenas onde se inseriu o ponto de controle, como por exemplo, a interseção de rodovias, ferrovias, trevos urbanos, entre outros. Cada banda foi georreferenciada sistema de referencia UTM, zona 22, datum SAD 69, com cerca de 60 pontos de controle, e erro médio (RMS) de 11 m. Na tabela 02 apresenta-se a relação da quantidade de pontos e o erro médio a cada imagem.

Tabela 02: Relação de erros médios em cada imagem georreferenciada.

Data	Nº de pontos	Erro médio (metros)
1985	78	10
2000	78	13
2009	51	10

Fonte: Autoria própria, 2012.

### 5.3.2 Recorte da Imagem

A cena 222\_82 do satélite Landsat TM 5 compreende 14 municípios, cita-se na imagem a presença de: Arroio Grande, Bagé, Candiota, Canguçu, Capão Leão, Cerrito, Herval, Hulha Negra, Jaguarão, Morro Redondo, Pedro Osório, Pelotas, Pinheiro Machado e Piratini. Entretanto na escala 1:50.000 a área da bacia hidrográfica do Arroio Candiota compreende apenas os seguintes municípios: Candiota, Hulha Negra e Pedras Altas.

Conforme comentado anteriormente o tamanho da área pesquisada é significativamente menor em relação ao tamanho da cena, em função disso recortou-se uma janela das referidas imagens com as seguintes coordenadas geográficas: 219.000/266.640 S e 6.464.000/6.535.220 O, Zona 22, Datum SAD69. Este recorte foi realizado através do módulo *Window*.

### 5.3.3 Realce e contraste

O realce é um procedimento realizado para obter um maior contraste das imagens, de forma aumentar o contraste entre os elementos presentes na imagem. Para realçar os detalhes das cenas utilizou-se o módulo *Stretch*. Este fornece três métodos para realçar os valores digitais das imagens:

- Linear com Saturação agrupa no mesmo valor uma percentagem a designar de píxeis em cada extremidade do histograma e os valores restantes têm um contraste linear normal;
- Equalização de Histograma, neste método acontece o agrupamento de píxeis com o mesmo número em cada nível de dados, contudo os píxeis que pertencem à mesma classe na imagem original, não podem ser divididos em mais que uma categoria na imagem de saída;
- Linear, neste método pode-se alterar os valores máximos e mínimos da imagem (EASTMAN, 2006).

O procedimento realizado neste trabalho foi à análise linear com valores de tons mínimos e máximos específicos. Após o realce gerou-se as composições coloridas falsa-cor.

### 5.3.4 Composição Colorida

Para cada imagem Landsat TM 5 foram geradas duas composições coloridas falsa-cor utilizando as bandas 3, 4 e 5.

A banda 3 deste sensor é ideal para observar a vegetação verde, densa e uniforme, uma vez que a cobertura vegetal possui grande absorção neste comprimento de onda, permitindo um bom contraste entre os diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Esta banda permite o

mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal, conforme INPE, (2012).

Na banda 4 é possível mapear a rede de drenagem e delineamento de corpos de água, uma vez que os corpos de água absorvem muita energia, aparecendo escuro nas imagens. A cobertura vegetal reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Esta banda permite identificar e mapear áreas ocupadas com pinus e eucalipto (INPE, 2012).

De acordo com o INPE, (2012) a banda 5 apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.

A primeira composição foi o RGB 543, é conhecida como a composição de cores naturais. De acordo com Abati, (2005) esta composição proporciona melhor qualidade, maior riqueza de detalhes e homogeneidade entre os diferentes padrões de uso e ocupação do solo, ou seja, apresenta maior contraste entre as diferentes classes de uso da paisagem, possibilitando uma visualização bem definida das informações desejadas.

A segunda combinação colorida foi a RGB 453. De acordo com Sanches (2005) nesta composição a vegetação, que tem alta refletividade na faixa espectral do infravermelho próximo (banda 4), assume tonalidades de vermelho, o que possibilita uma maior diferenciação do alvo de interesse, pelo olho humano.

Através destas composições foi possível identificar as seis classes a serem mapeadas. Na análise da cobertura vegetal e dos processos de mineração, preferiu-se utilizar a composição 453, uma vez que nesta banda a vegetação nativa - Mata ciliar assume coloração alaranjada, a Silvicultura assume a coloração vermelha e o solo explorado por estas atividades apresentam tom azul celeste.

Para a delimitação dos cursos d'água e a área urbana notou-se que ambas as composições permitiam boa identificação destas áreas.

### 5.3.5 Vetorização

A vetorização trata da representação dos limites ou cursos das feições. Ela é definida por uma série de pontos que, quando unidos com linhas retas, formam a representação gráfica de cada feição (RODRIGUES; OLIVEIRA, 2008).

A vetorização das diferentes formas de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do Arroio Candiota foi realizada sobre as composições coloridas por digitalização em tela, com o auxílio do *software* CARTALINX (RODRIGUES e OLIVEIRA, 2008).

### 5.3.6 Interpretação em tela

Conforme comentado no referencial teórico, este processo baseia-se no fator humano ou interprete como responsável por identificar e delinear os objetos precisamente. Sendo assim para a interpretação visual o usuário utiliza os elementos básicos de leitura de imagem como um guia de fatores, em outras palavras como um passo a passo (ANTUNES, 2012).

Para a interpretação dos alvos e feições representados nas imagens levou-se em consideração os seguintes elementos: tonalidade/cor, textura, tamanho, padrão, localização, associação e contexto. Com base nesses elementos elaborou-se então uma *chave de classificação*, a qual serve de guia para identificar os alvos contidos na imagem.

Na classificação levou-se em conta as seguintes classes:

- a) classe 1: uso misto, nesta classe está incluindo todos os outros elementos não contidos nas classes mapeadas;
- b) classe 2: zona urbana;
- c) classe 3: áreas de mineração, além da área da usina termoeletrica de Candiota Presidente Médici;
- d) classe 4: vegetação nativa-mata ciliar;
- e) classe 5: vegetação exótica-Silvicultura e
- f) classe 6: corpos d'água(açudes, lagos, rio, entre outros).

A interpretações em tela nas imagens selecionadas foram definidas de acordo com as classes de interesses para o uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Arroio Candiota, durante 24 anos analisados.

O quadro 02 apresenta os usos e ocupação do solo mapeados, os itens incluídos dentro de cada classe e como esses elementos aparecem nas composições coloridas.

Quadro 02: Biótopos de interesse mapeados nas imagens Landsat 5TM.

Classe	Uso	Itens incluídos	Tonalidade na imagem
1	Água	rios, açudes, represa da Usina Presidente Médici	Variam a tonalidade que vão do preto ao azul escuro.
2	Mata Ciliar	Vegetação nativa presente ao longo dos cursos d'água.	Na composição RGB 543 respondem na coloração verde, enquanto no RGB 453 apresentam em tons alaranjados.
3	Uso Misto	Campo nativo (campo limpo, campo sujo, área úmida), pastagem artificial e agricultura.	Na composição RGB 543 variam em tons de verde e rosa, entretanto na composição RGB 453 apresentam tons alaranjados e verde claro.
4	Silvicultura	Pinus, Eucaliptos e Acácia	Na composição RGB 543 respondem na coloração verde, enquanto no RGB 453 apresentam em tons de vermelho.
5	Urbano	Distritos, vilas, indústrias, além dos municípios de Pedra Alta, Hulha Negra e Candiota.	Aparecem em tons de rosa e avermelhada.
6	Mineração	Áreas de exploração mineral e a Usina Presidente Médici	Variam em tons de azul claro e azul celeste.

Fonte: Próprio autor, (2012).

Para conferência das feições mapeadas utilizou-se imagens do *Google Earth* de 2004.



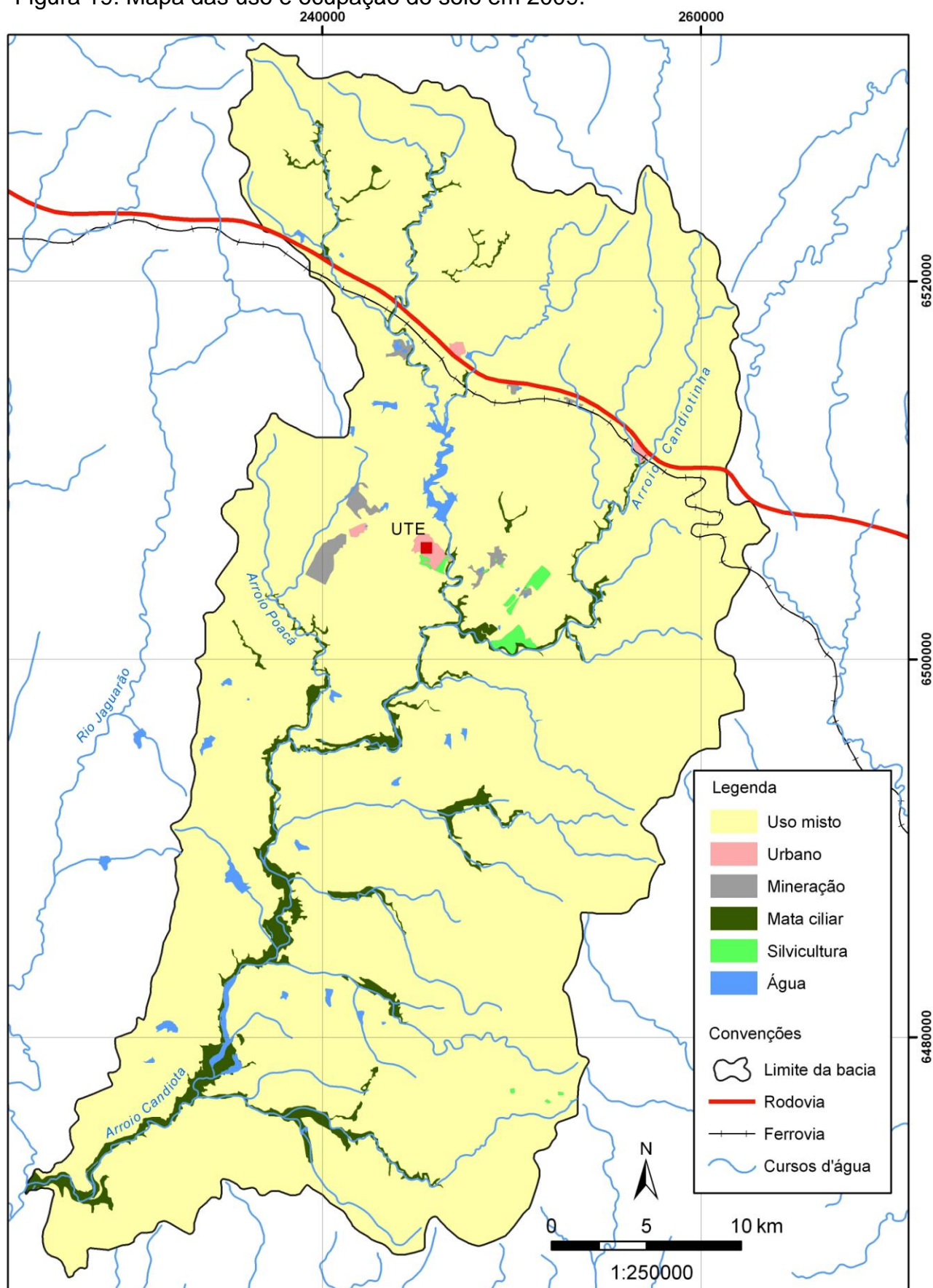
## **6. RESULTADO E DISCUSSÃO**

Na análise dos resultados das imagens orbitais nos três períodos propostos pode-se concluir que ao longo do tempo ocorreram mudanças significativas na paisagem da bacia hidrográfica do Arroio Candiota, principalmente com relação a silvicultura. A seguir serão analisadas individualmente cada estrutura da paisagem resultante da interpretação da imagem.

### **6.1 Uso e Ocupação do Solo em 1985**

A primeira análise de uso e ocupação do solo utilizando imagem do satélite Landsat 5TM era datada de 13 outubro de 1985, quando a Usina Termoeletrica Presidente Médici já havia 24 anos de instalação. O resultado desta análise está expresso na figura 19, que apresenta o mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Arroio Candiota no ano de 1985.

Figura 19: Mapa das uso e ocupação do solo em 2009.



Fonte: Próprio autor, 2012.

Através da tabela 03 verificou-se a contribuição total e percentual das classes de uso e cobertura do solo do ano de 1985 (tabela 03).

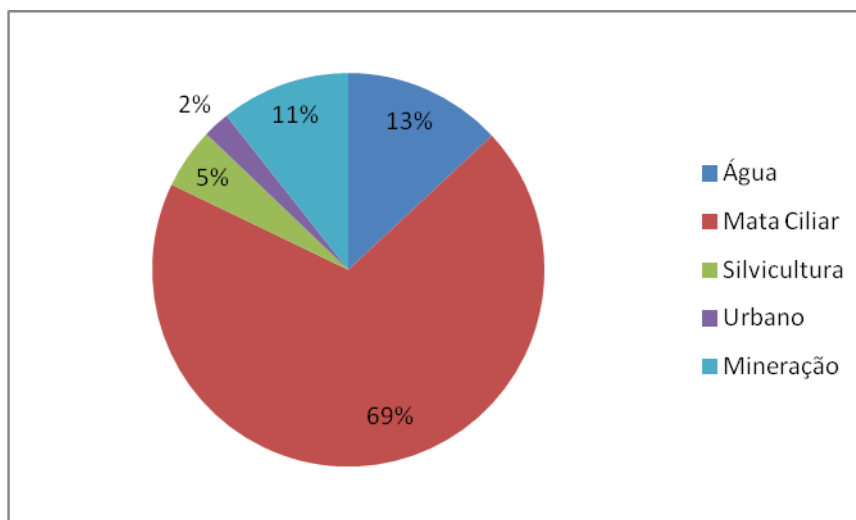
Tabela 03: Valores absolutos e percentuais das diferentes classes de uso e ocupação do solo mapeados a partir da interpretação da imagem Landsat 5TM em 1985.

<b>Classes</b>	<b>Área (hectares)</b>	<b>%</b>
1- Água	945	1
2 – Mata ciliar	5.010	3
3 - Uso Misto	135.672	95
4 - Silvicultura	362	0
5 – Urbano	160	0
6 - Mineração	772	1
Total	142.921	100

Fonte: Próprio autor, 2012.

Em função da escala 1:50.000, bem como o tamanho do pixel do sensor Landsat 5TM (30mx30m) o biótopo uso misto não foi mapeado. De acordo com Metzger (2001) a escala de trabalho é definida pelo observador, resultando análises em diversas escalas como: micro-escalas ou macro-escalas em função da capacidade de deslocamento das espécies analisadas. O referido autor cita como exemplo o fragmento florestal que estudado em uma mesma escala pode ser entendido como “comunidade”, “ecossistema” ou “paisagem”, dependendo da perspectiva de estudo. Sendo assim na classe de uso misto concentra-se tudo aquilo que não era encontrado nas demais classes de interesse. Portanto é entendida como a matriz da paisagem, uma vez que é este biótopo é o elemento dominante na bacia pesquisada. Em função da fragilidade dos dados do biótopo de uso misto o gráfico (01) será apresenta sem este dado.

Gráfico 01: Percentual dos biótopos identificados da a partir da interpretação da imagem Landsat 5TM em 1985.



Fonte: Próprio autor, (2012)

#### 6.1.1 Superfície de água

De acordo com gráfico 01, nota-se a superfície de água na cena de 1985 representou 7% da paisagem da bacia hidrográfica do Arroio de Candiota.

De acordo com dados meteorológicos da estação Bagé, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no período 1984 a 1985, registrou a temperatura média anual de 18°C, tendo em janeiro seu mês mais quente, com temperatura média de 36,6°C, e em julho seu mês mais frio, com temperatura média anual de 0°C. A precipitação total anual é de 1.403,1 mm, a precipitação média é de 117 mm. O mês que registra a maior precipitação é março, com 242 mm e o de menor precipitação é fevereiro, com 38,9 mm. O quadro 03 apresenta os dados meteorológicos a partir do mês de outubro de 1984 a outubro de 1985.

Quadro 03: Análise meteorológica de outubro de 1984 a outubro de 1985, em negrito o mês de captura da imagem de 1985.

Mês	Precipitação (milímetros)	Temperatura (máxima)	Temperatura (mínima)
Novembro	67,2	25,4	13,9
Dezembro/1984	44	27,2	13,9
Janeiro/1985	43,3	36,6	19,7
Fevereiro	38,9	33,8	13,3
Março	242,1	34,2	10,5
Abril	170	31,8	5,0
Maio	190,6	28	5,1
Junho	152,8	25,8	1,6
Julho	86,6	23,5	0
Agosto	156,6	27,2	2,4
Setembro	140,7	26,4	1,2
<b>Outubro</b>	<b>70,3</b>	<b>33,8</b>	<b>4,8</b>

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

#### 6.1.2 Mata ciliar

De acordo com o gráfico 01 a mata ciliar da paisagem da bacia do Arroio Candiota na cena de 1985 representou 69% dos objetos mapeados, excluindo o biótopo de uso misto, com uma área de 5.210ha. Apesar de não ser a matriz da paisagem este biótopo é o elemento dominante da bacia neste período.

De acordo com o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4.771/65), artigos 1º, 2º e 3º abordam temas como as florestas e demais formações vegetais de preservação permanente. Determinando que toda lâmina d'água, cuja largura de até 10m, como é o caso do Arroio Candiota, deve possuir faixa de 30m, no mínimo, de mata ciliar. Analisando o mapa de uso e cobertura do solo em 1985 (figura 19) nota-se que a cobertura mínima exigida por lei não é cumprida, uma vez que na maioria dos cursos d'água presentes no mapa apresenta-se sem cobertura vegetal Cabe salientar que o sensor escolhido (Landsat 5TM) o tamanho do píxel é de 30mx30m, logo se as

áreas ripárias estivesse em conformidade com o Código Florestal de 1965 este sensor reesponderia favoravelmente a identificação desta classe.

No período analisado (1985) o motivo para a supressão da mata ciliar dava-se em função do modelo agropecuário seguido pelo Brasil, caracterizado pela pequena propriedade. Este modelo induz ao manejo inadequado do solo e promove a intensificação de processos erosivos pela exposição do solo aos processos de intemperismo, bem como a compactação do solo, decréscimo de permeabilidade e infiltração e, em consequência, aumento da erosão, conforme Losekann e Wizniewsky (2008) e Firmo e Pasqualetto (2012).

De acordo com França *et.al.* (2009) em 1985 o Estado contava com uma área de 23.821.694ha conectados à agricultura/pecuária. Segundo França *et.al.* (2012) a supressão de mata ciliar ocorre em função das seguintes atividades: para as construções de casas e/ou galpões; queimada para cozimento de alimentos; para fazer carvão; construção de cercas para o gado e por fim, porém o de maior intensidade a limpeza do terreno para o plantio de lavouras ou pastos.

### 6.1.3 Silvicultura

No período analisado pode-se dizer que a silvicultura estava iniciando na bacia, uma vez que a área plantada era de 362 hectares, representando apenas 5% da área pesquisada, conforme o gráfico 01. Sendo assim conclui-se que a mancha de silvicultura nesse período não poderia ser para fins da indústria de celulose e papel.

Na década de 1970 o governo federal oferecia incentivo e financiamentos para os reflorestamentos, essa ação impulsionou o fortalecimento da indústria nacional de celulose e papel (VIEIRA, 2009). O referido autor relata que durante os anos de 1974 a 1979 os investimentos estrangeiros aumentaram, contribuindo assim para um aumento significativo da indústria de celulose e papel no Brasil.

De acordo com Vidor (2003) no Estado as florestas plantadas são utilizadas para fins da indústria energética. No período analisado acredita-se que a silvicultura tinha como finalidade a produção de postes elétricos, utilizados nas linhas de transmissão e distribuição de energia elétrica, antigamente explorada pela Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE) e atualmente explorado pela Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica - CGTEE. A justificativa para a utilização de espécies exóticas pelas

companhias de energia elétrica é que assim estão protegendo as matas nativas. Vale ressaltar que atualmente 90% dos postes elétricos são de espécies exóticas.

#### 6.1.4 Núcleo Urbano

De acordo com a interpretação em tela da cena de 1985 a mancha identificada como área urbana na bacia hidrográfica do Arroio Candiota representou apenas 2% dos biótopos de interesse (gráfico 01). Sendo este o menor elemento analisado com área total de 160 hectares.

De acordo com Fritz e Waquil (2003) em 1961 ocorreu a inauguração da Usina termoeletrica Presidente Médici, sendo essa pertencente CEEE. Para o bom funcionamento da Usina a CEEE contruiu um agrupamento de casas e alguns serviços essenciais como hotel, posto de saúde, etc. para os operários da Usina. Esse agrupamento originou outro núcleo urbano, denominado vila Residencial, localizada próxima a Usina, devido a proximidade, bem como da intensa liberação de cinzas fizeram com que a CEEE construísse um novo núcleo urbano denominado vila Operária.

No final da década de 1980, surgem os primeiros assentamentos rurais. Num primeiro momento produziam apenas para a subsistência, após a melhoria de infraestrutura concretizadas pelas entidades públicas a produção agrícola começo a ser desenvolvida na forma de cooperativas.

Através disso conclui-se que os agrupamentos urbanos nesta bacia iniciaram em função da construção da usina termoeletrica Presidente Médici e posteriormente em função dos assentamentos rurais, ambos os processos de ocupação territorial ocorreram durante as décadas de 1960 e 1980.

#### 6.1.5 Mineração

Em 1985 o processo de extração de minérios já era bem significativo. As áreas de lavra totalizaram 772 hectares, 11% dos biótopos mapeados na paisagem da bacia, excluindo o biótopo de uso misto. Os processos de lavra estão centrados na exploração do carvão pela Companhia Riograndense de Mineração (CRM), cuja produção é destinada a Companhia de Energia Elétrica (CGEE), responsável atualmente pela usina termoeletrica. Além da exploração de carvão mineral há no Município fábricas de cimentos.

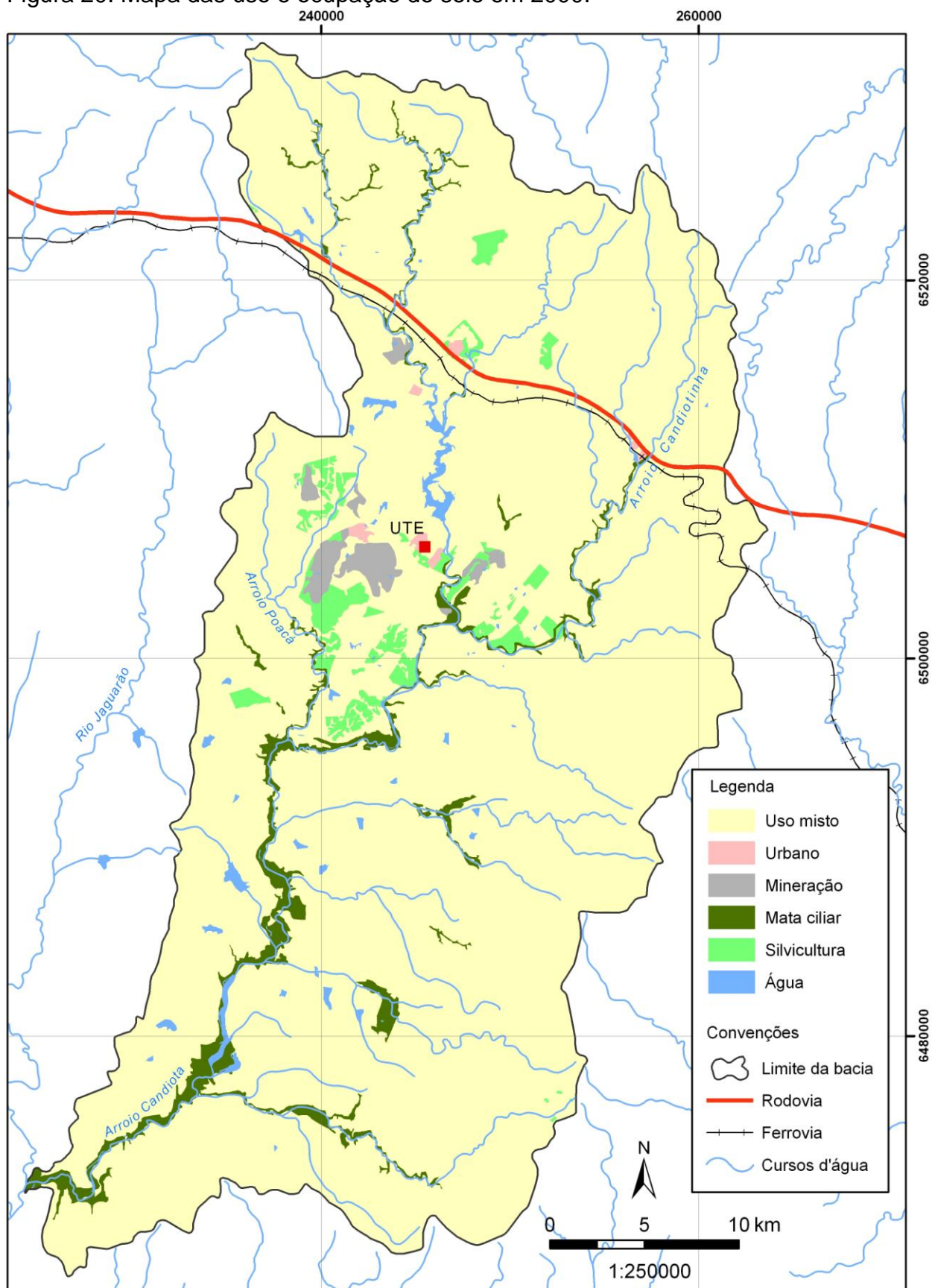
Conforme Fritz e Waquil (2003) a razão fundamental para a localização da Usina termelétrica Presidente Médici é a ocorrência de carvão mineral de fácil extração, ou seja, a exploração se dá através de minas a céu aberto.

## **6.2 Uso e Ocupação do Solo em 2000**

A segunda análise de uso e ocupação do solo utilizando imagem do satélite Landsat 5TM era datada em 05 novembro de 2000. De acordo com CGTEEE (2012) em 13 de setembro de 2000 o grupo responsável pela UPME assinou contrato, junto a ANEEL, de concessão de energia, cujo termo de concessão tinha como referência três usinas termelétricas. A figura 20 apresenta o resultado da interpretação dos biótopos de interesse para a bacia hidrográfica do Arroio Candiota no ano de 2000.



Figura 20: Mapa das uso e ocupação do solo em 2000.



Fonte: Próprio autor, (2012).

A tabela de distribuição em valores absolutos e percentuais das classes de uso e cobertura do solo do ano de 2000 (tabela 04).

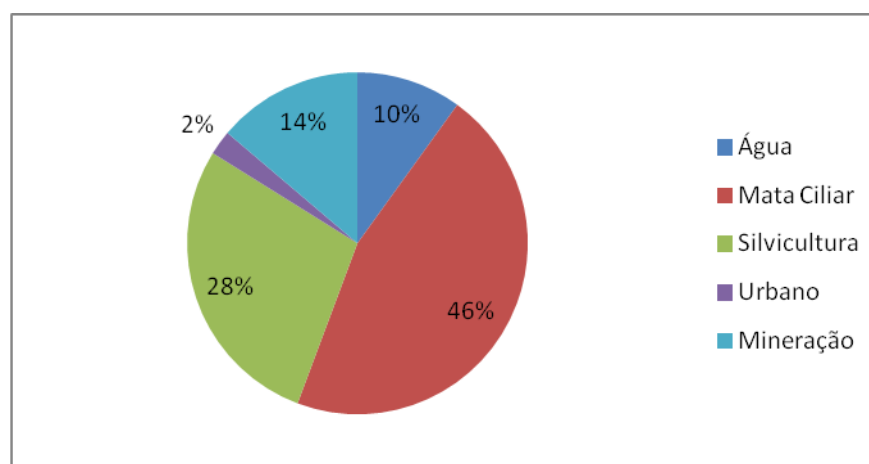
Tabela 04: Valores absolutos e percentuais das diferentes classes de uso e ocupação do solo mapeados a partir da interpretação da imagem Landsat 5TM em 2000.

<b>Classes</b>	<b>Área (hectares)</b>	<b>%</b>
1 - Água	1.077	1
2 - Mata ciliar	4.941	3
3 - Uso Misto	132.321	93
4 - Silvicultura	3.037	2
5 – Urbano	252	0
6 - Mineração	1.493	1
Total	143.121	100

Fonte: Próprio autor, (2012)

O gráfico 02 apresenta o percentual dos biótopos de interesse identificados a partir da interpretação da imagem Landsat 5TM em 2000. Cabe ressaltar que o biótopo de uso misto não era objeto de interesse do presente trabalho, em função disso será excluído do gráfico a seguir.

Gráfico 02: Percentual dos biótopos identificados a partir da interpretação da imagem Landsat 5TM em 2000.



Fonte: Próprio autor, (2012)

### 6.2.1 Superfície de água

De acordo com gráfico 02, nota-se que a porcentagem de superfície de água representa 10% das classes de interesse. A lâmina de água mapeada dentro da bacia do Arroio Candiota foi de 1.077 hectares. O aumento de área deste biótopo pode ser consequência das iniciativas dos governos federais e estaduais para amenizar os problemas causados pela seca. Na década de 80, criaram-se o Programa Nacional de Várzeas Irrigáveis (Provárzeas) e o Programa de Financiamento a Equipamentos de Irrigação (Profir), que resultou um milhão de hectares em áreas irrigadas no Brasil. Em 1995, foram incorporados 263 mil hectares irrigados ao processo produtivo, através do Programa Nacional de Irrigação (PRONI) (OLIVEIRA E COELHO, 2000).

De acordo com dados meteorológicos da estação Bagé, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no período 1999 a 2000, registrou a temperatura média anual de 28,1°C, tendo em janeiro seu mês mais quente, com temperatura média de 31,1°C, e em julho seu mês mais frio, com temperatura média anual de 6°C. A precipitação total anual é de 1.645,2 mm, a precipitação média é de 137,1 mm. O mês que registra a maior precipitação é maio, com 309,3 mm e o de menor precipitação é dezembro (1999), com 48,3 mm.

O quadro 04 apresenta mês a mês do período de um ano antes do registro da referida cena. O mês de novembro de 2000 encontra-se em negrito em função de ser a data da captura da imagem Landsat 5TM de 1985.

Quadro 04: Análise meteorológica de novembro de 1999 a novembro de 2000, em negrito o mês de captura da imagem de 2000.

Mês	Precipitação (milímetros)	Temperatura (máxima)	Temperatura (mínima)
Novembro	23,8	26	13,5
Dezembro	48,3	29,4	16,2
Janeiro	98,9	31,1	17,6
Fevereiro	105,6	28,3	17,6
Março	142,3	25,8	15,6
Abril	162,4	24,3	15,1
Maio	309,3	18,7	10,8
Junho	149,4	18,3	10,2
Julho	153,3	15	6
Agosto	58,9	19,5	8,6
Setembro	145,7	20,6	9,7
Outubro	137,6	22,3	14
<b>Novembro</b>	<b>133,5</b>	<b>24</b>	<b>13,7</b>

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

### 6.2.2 Mata ciliar

O gráfico 02 apontou o crescimento de quase todos os biótopos pesquisados, entretanto a porcentagem de Mata ciliar teve uma pequena queda se comparada ao ano de 1985. A representação deste biótopo sobre a paisagem da bacia totalizou 46% dos objetos de interesse classificados. Apesar da perda de cobertura vegetal natural, a mata ciliar continua sendo o elemento dominante da paisagem entre aqueles biótopos considerados excetuando o uso misto, totalizando 4.941 hectares. Neste período também não havia o mínimo das áreas de preservação permanente indicada pelo Código Florestal de 1965, assim como no mapa de uso e ocupação do solo em 1985.

### 6.2.3 Silvicultura

Em 2000 as florestas plantadas apresentaram um aumennto significativo, totalizando 3.037 hectares ou 28% dos biótopos identificados na área da bacia pesquisada, excluindo o biotópo de uso misto.

No final da década de 1990 os projetos de reflorestamento da região da Campanha Gaúcha começaram a surgir, por meio de empresas como Votorantin, Aracruz e Stora Enso, devido as condições favoráveis, como a falta de investimentos econômicos e pela necessidade de geração de empregos (Alves, 2007). O referido autor menciona que não importava o tamanho da propriedade todos os produtores rurais tinham interesse em cultivar a silvicultura.

De acordo com CETEM (2009) a recuperação ambiental de áreas mineradas pela CRM estava totalmente integrado ao sistema lavra que envolvia a cobertura ou “encapsulamento” das cinzas oriundas da queima do carvão, entretanto esse reflorestamento tinha como base a utilização de espécies exótica como o Eucalipto e a Acácia. E de acordo com esse estudo essas espécies se mostravam de grande importância, na recuperação ambiental dessas áreas.

#### 6.2.4 Núcleo Urbano

O gráfico 02 apontou o crescimento urbano relativamente pequeno para o ano de 2000 haviam 252 hectares. Esta mancha representou apenas 2% dos bioótopos de interesse na paisagem da bacia hidrográfica do Arroio Candiota.

#### 6.2.5 Mineração

Os processos de exploração mineral também aumentaram, se comparado com os dados deste biótopo na cena de 1985, conforme a tabela 04 . Esta mancha representou 14% das classes de interesse (gráfico 02). A área ocupada pelas lavras de mineração em 2000 foi de 1.493 hectares.

Os investimentos em exploração mineral oscilaram durante 1978 a 2008, em função da instabilidade econômica mundial<sup>8</sup>, bem como das mudanças de investimentos devido alterações constitucionais de 1988. Em 1994 o mercado de exploração mineral começou a reagir devido à estabilização da economia e pela reforma constitucional de 1995. Porém foi apenas em 2000 que a exploração mineral no Brasil recuperou-se de verdade, pois se iniciava um novo ciclo de expansão comercial internacional (Calegari, 2009).

---

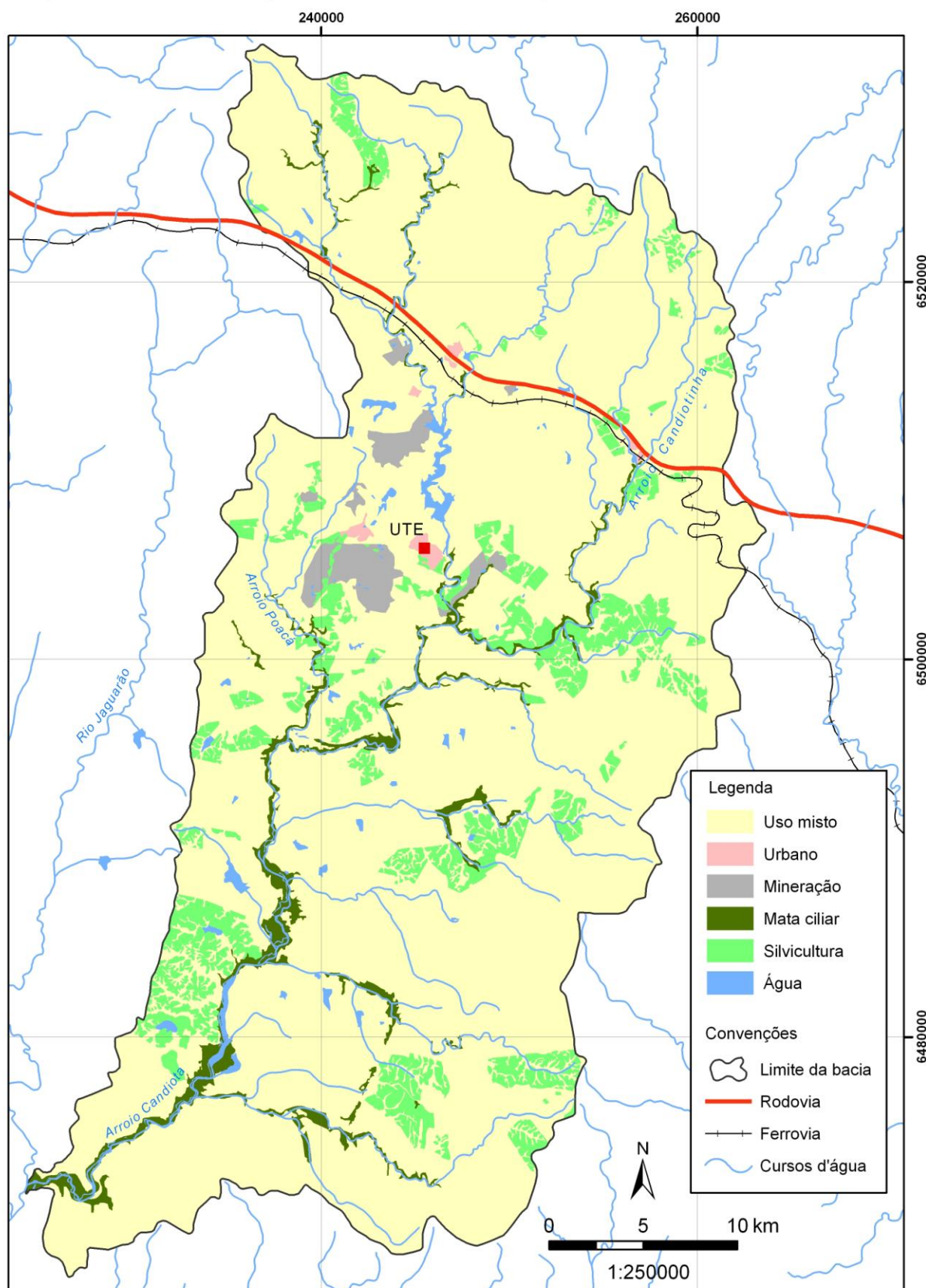
<sup>8</sup> Uma das inúmeras consequências para a economia brasileira da crise financeira internacional é a redução de investimentos de diversas empresas, no setor mineral (DNPM, 2009)

De acordo com IBRAM (2012) em 2000 a procura mundial por minério foi maior nesse período devido ao índice de crescimento mundial, que impulsionou o valor da produção brasileira de minérios. O referido documento aponta que a procura de minérios estará sempre em ascensão, uma vez que com o processo de urbanização mundial e o crescimento das economias emergentes precisarão de minérios brasileiros.

### **6.3 Uso e Ocupação do Solo em 2009**

A terceira análise de uso e ocupação do solo utilizando imagem do satélite Landsat 5TM datada de 13 outubro de 2009, quando a Usina Termoeletrica Presidente Médici havia completado 24 anos de instalação. Neste período a fase C da Usina estava na etapa de teste, seu funcionamento operacional ocorreu no ano de 2011 (CGTEE, 2012). A interpretação em tela desta resultou no mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Arroio Candiota do ano de 2009, conforme a figura 21.

Figura 21: Mapa das uso e ocupação do solo em 2009.



Fonte: Próprio autor, (2012).



A distribuição em percentual dos biótopos identificados e mapeados na cena de 2009 encontra-se na tabela 05.

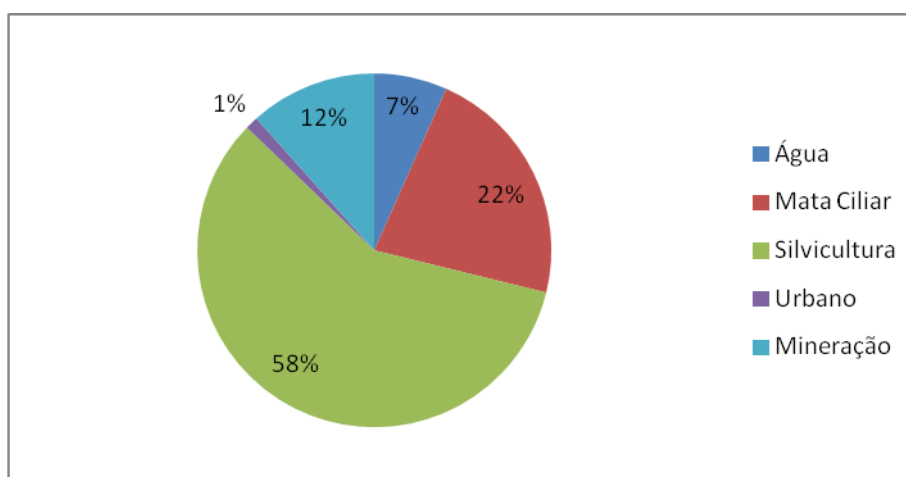
Tabela 05: Valores absolutos e percentuais das diferentes classes de uso e ocupação do solo mapeados a partir da interpretação da imagem Landsat 5TM em 2009.

Classes	Área (hectares)	%
1- Água	1.397	3
2 - Mata ciliar	4.639	1
3 - Uso Misto	122.184	85
4 - Silvicultura	12.225	9
5 – Urbano	245	0
6 - Mineração	2.430	2
Total	145.120	100

Fonte: Próprio autor, (2012)

O gráfico 03 apresenta o percentual dos biótopos de interesse identificados a partir da interpretação da imagem Landsat 5TM em 2009, excluindo o biótopo de uso misto.

Gráfico 03: Percentual dos biótopos identificados da a partir da interpretação da imagem Landsat 5TM em 2009.



Fonte: Próprio autor, (2012)



### 6.3.1 Superfície de Água

No ano de 2009 este biótopo apresentou pequena queda se comparada aos anos anteriores (1985 e 2000), representando 7% da paisagem da bacia hidrográfica do Arroio Candiota. Entretanto o tamanho da área classificada com superfície de água aumentou 1.397 hectares. Este crescimento se deu sobre a classe de uso misto. Conforme comentado anteriormente o biótopo de uso misto não foi mapeado este é resultante da identificação dos biótopos de interesse (silvicultura, mata ciliar, mineração, urbano e superfície de água) após a interpretação em tela observou-se o crescimento das áreas alagadas sobre o biótopo de uso misto, dados estes confirmados na tabela 05.

Este aumento provavelmente é justificado pela a intensificação das construções de açudes e barragens nesta bacia, pois dos três anos pesquisados o ano de 2009 é o que apresenta menor índice pluviométrico.

Nos últimos anos o Rio Grande do Sul sofreu com as longas estiagens, para amenizar os danos e perdas nas atividades agropastoris o governo Estadual criou vários programas e projetos ao longo dos anos que facilitavam e auxiliavam na construção ou ampliação de açudes, bem como na construção de pequenas barragens. De acordo com Emater (2010) o agricultor pagaria pela construção/ampliação do açude apenas 20% do valor da construção, podendo pagar em cinco anos e sem juros. O restante é subsidiado pelo governo. No ano de 2009 foram abertos cerca de 700 reservatórios da água. Estes são capazes de manter algumas culturas por até dois meses sem chuva.

De acordo com dados meteorológicos da estação Bagé, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no período 2008 a 2009, registrou a temperatura média anual de 23,4°C, tendo em janeiro seu mês mais quente, com temperatura média de 28,5°C, e em julho seu mês mais frio, com temperatura média anual de 5,2°C. A precipitação total anual é de 1.388,1mm, a precipitação média é de 111,5 mm. O mês que registra a maior precipitação é setembro, com 248,9 mm e o de menor precipitação é abril, com 0,8 mm.

O quadro 05 apresenta mês a mês no período de ano antes do registro da referida cena. O mês de outubro de 2009 encontra-se em negrito em função de ser a o mês de captura da imagem Landsat 5TM de 2009.

Quadro 05: Análise meteorológica de outubro de 2008 a outubro de 2009, em negrito o mês de captura da imagem de 2009.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Novembro	121,9	27,7	15,2
Dezembro/2008	104,8	28,1	16
Janeiro/2009	110,3	28,5	16,8
Fevereiro	158,1	28,5	17,7
Março	63,2	27,4	16,9
Abril	0,8	25,5	13
Maio	126,1	22,3	11,3
Junho	44,3	16,1	6,6
Julho	59,5	14,7	5,2
Agosto	210,2	20,4	10,6
Setembro	248,9	18,9	10,1
<b>Outubro</b>	<b>140</b>	<b>22,9</b>	<b>11,1</b>

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

### 6.3.2 Mata ciliar

Neste período analisado a mata ciliar retrocedeu se comparada aos anos anteriores. A cobertura vegetal natural na área da bacia no ano de 2009 representou apenas 22% da paisagem mapeada, excluindo o biótopo de uso misto, com isso esta formação vegetal que anteriormente era o elemento dominante da paisagem desta bacia, excluindo o biótopo de uso misto. Conforme a estrutura da paisagem estes fragmentos florestais passaram a ser corredores e manchas sobre a paisagem da bacia do Arroio Candiota. A mata ciliar mapeada neste ano foi de apenas 4.639 hectares, o menor registro dos três anos pesquisados.

A conclusão que se chegou a partir da figura 20 que apresenta o mapa de áreas identificadas como mata ciliar é que a perda de cobertura vegetal natural ocorreu para o uso misto. De acordo com as condições climáticas atuais no processo de sucessão ecológica a floresta nunca perderá espaço para o campo, porem o campo sempre perderá espaço para a floresta (Forneck, 2007). A fragmentação e perda de área ripárias ao longo dos anos está sendo constato em varios espalhados no mundo, bem como no Brasil, cita-se: Ziller (2001); Mascarenhas *et.al.* (2008); Santana e Encinas (2008); Bailly *et.al.*(2012); Gomes,

(2010); Torres *et.al.* (2010); Gomes *et.al.*(2011), entre outros. De acordo com Cunha *et.al.*, (2007) e Souza e Reis (2011) o motivo da fragmentação e perda de mata ciliar é resultante da expansão das atividades humanas, tais como: agricultura, pecuária, exploração florestal, mineração, urbanização e construção de barragens e de estradas.

### 6.3.3 Silvicultura

O aumento da silvicultura na Região foi extremamente significativo. Esta classe tornou-se o elemento dominante da paisagem, excluindo o biótopo de uso misto, somando 12.225 hectares. Esse crescimento se deu sobre o biótopo de uso misto, ou seja, pode-se concluir que o bioma Pampa está perdendo a espaço na paisagem da bacia.

A velocidade do processo de perda e fragmentação do bioma Pampa é 60% da área original em 60 anos (Guadagnin e Cruz, 2012). Segundo os referidos autores restam apenas 40% da área original, sendo que destas 22% são campos nativos, 5% são florestas, 13% mosaicos de campos e florestas.

Guadagnin *et.al.*, (2007) das 356 das espécies exóticas que conseguiram se estabelecer no bioma Pampa, 83% comportaram-se como invasoras. De acordo com os referidos autores 81% dessas espécies ingressaram na região a mais de 50 anos, como é sabido essas espécies costumam atravessar uma fase de latência antes de invadir.

Para Pilar (2003) o sombreamento produzido pela *Araucaria augustifolia* provoca o aumento de umidade do solo. O modelo de plantio da silvicultura faz com que diminua a intensidade de luz no ambiente, sendo assim o processo de sucessão natural do Pampa não é favorecido. Hasenack (2006) informam que 59% deste Bioma já foram modificadas ou sofreu algum tipo de alteração.

No ano de 2002, o Governo Federal criou o Programa de Plantio Comercial e Recuperação de Floresta - PROPFLORA. Este visava a implantação e manutenção de florestas destinadas ao uso industrial, servindo de matéria-prima para a produção industrial de celulose. Em 2006 o Rio Grande do Sul recebeu deste Programa a quantia de R\$ 19,3 milhões, ou seja, as áreas de expansão de silvicultura no Estado hoje devem ser superiores a 70% da paisagem pesquisada (Alves, 2007).

Para Guadagnin *et.al.*, (2007) a silvicultura é uma atividade econômica importante na Região, cujos impactos ambientais dependem de decisões humanas sobre onde plantar, as espécies a serem plantadas, a quantidade de mudas, a finalidade da produção madeireira e por fim como serão manejadas as mudas.

#### 6.3.4 Núcleo Urbano

No mapeamento da imagem Landsat 5TM notou-se que as áreas urbanas diminuíram-se comparado ao ano de 2000. Esta mancha retornou para 1% dos objetos de interesse na área da bacia pesquisada, entretanto a dimensão territorial aumentou se comparado com as 3 cenas. Na cena de 2009 classificou-se como zona urbana a área de 245 hectares. De acordo com o IBGE (2012) o município de Candiota em uma década, entre 1980 e 1990 chegou ao seu auge populacional com 118.967 habitantes, após este período as duas décadas seguintes a quantidade de habitantes decresceu. Este fenômeno de queda populacional está ocorrendo igualmente nos dois municípios carboníferos mais antigos Candiota e Pinheiro Machado.

#### 6.3.5 Mineração

As manchas de áreas de lavra também aumentam significativamente. Na cena de 2009 a área mapeada por mineração foi de 2.430 hectares, representando 12% das áreas de interesse deste estudo, conforme o gráfico 03. Cabe ressaltar que este crescimento deu-se sobre áreas de uso misto.

Esse crescimento já era evidente conforme os dados de mineração das cenas de 1985 e 2000. Um dos fatores do crescimento mineral ocorreu em 2008, quando a China tornou-se o maior parceiro comercial do Brasil para o setor de mineração. A demanda chinesa por matérias-primas deve continuar a ser um dos principais motores da mineração nacional (DNPM, 2011).

O crescimento poderia ter sido maior, pois no ano de 2009 houve recuo das áreas de exploração mineral mundial, devido à crise econômica internacional, que estimulou a retração na demanda por matérias-primas de origem mineral. Porém, com o fim da crise em 2010, no ano de 2011 a produção mineral brasileira bateu o recorde de exploração. O valor estimado para este período foi de US\$ 50 bilhões, o

que configura um aumento de 28% se comparado ao valor registrado em 2010 (IBRAM, 2012).

A tendência de crescimento do biótopo de mineração é anual, pois já se sabe que o setor mineral brasileiro tem enorme potencial geológico. Entretanto o Brasil investe muito pouco neste setor. De acordo com DNPM (2011) atualmente apenas 30% do território nacional foi sistematicamente explorado através de mapeamento geológico. O investimento em pesquisas geológicas é menor do que no Peru, que é sete vezes menor territorialmente do Brasil.

#### **6.4 Análise da dinâmica da paisagem no período entre 1985 a 2009**

Durante o período de 1985 a 2000 não houve mudanças significativas na paisagem, considerando apenas os biótopos de interesse do presente estudo. Em função disso os biótopos serão comparados entre as cena de 1985 com os da cena de 2009, pois nessa escala de tempo ocorreram transformações significativas, principalmente com relação a silvicultura.

##### **6.4.1 Formações Vegetais: Silvicultura e Mata ciliar**

Ao longo dos 24 anos analisados a mancha de silvicultura em 1985 foi de 362 hectares, passando para 3.037 no ano de 2000 e por fim este valor subiu para 12.225 hectares.

Na comparação entre as imagens de 2000 e 2009 nota-se que a silvicultura teve um aumento de expressivo 302,53% em relação a sua área. Essa expansão se deu sobre os as áreas de uso misto. Em função da escala não é possível dizer se o crescimento da silvicultura deu-se sobre o campo limpo, campo sujo, área úmida, pastagem artificial ou agricultura.

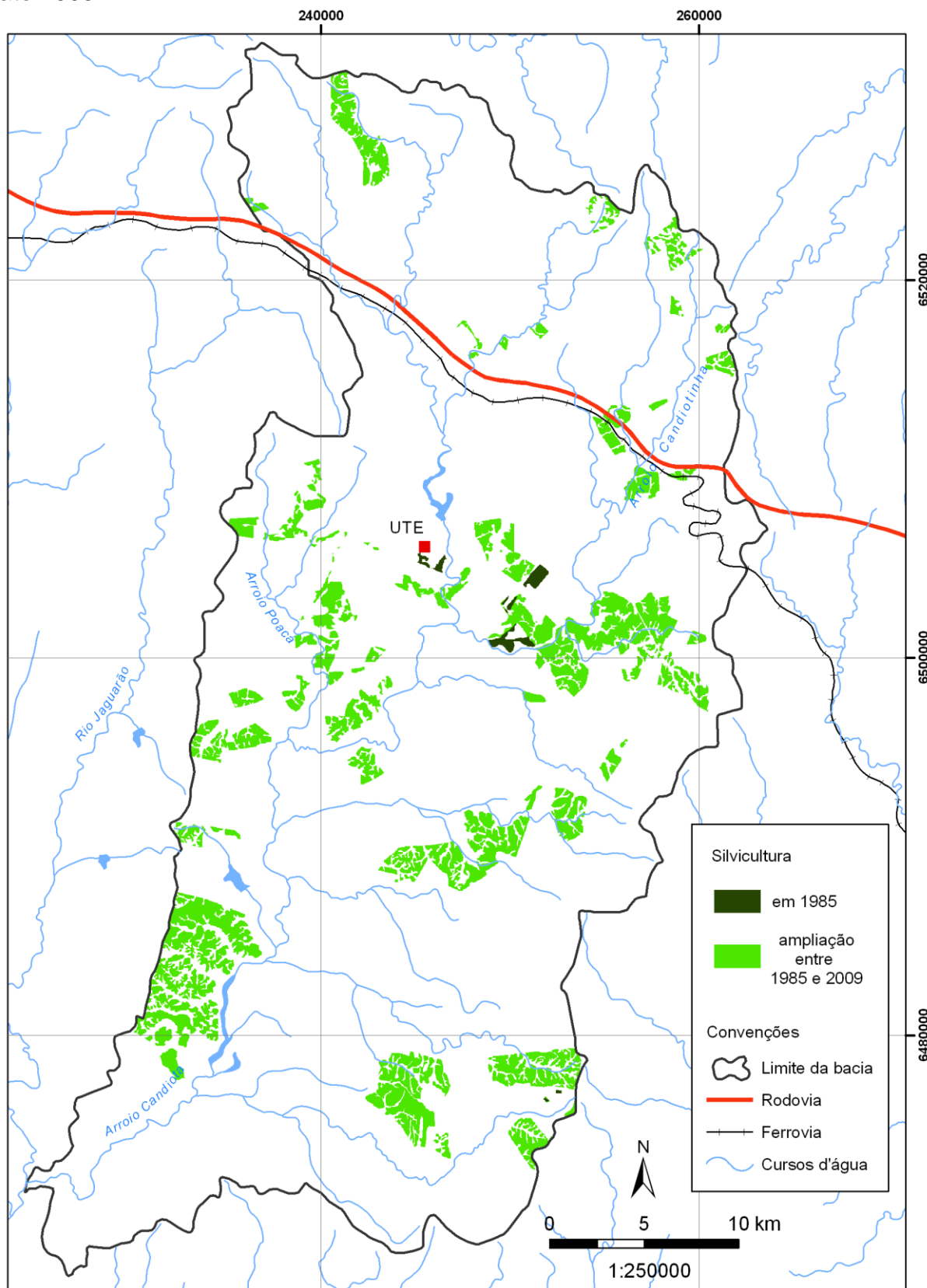
De acordo com Evangelista (2010) o aumento da degradação do bioma Pampa no município de Pedras Altas não é resultante da silvicultura, mas sim pelo aumento da produção agropecuária. Mas para Barros Filho (2007) o produtor rural gaúcho acredita que a silvicultura é a solução para as perdas econômicas oriunda da pecuária e da agricultura. O autor afirma ainda que se o produtor rural continuar a substituir áreas de cultivo/criação para o cultivo de espécies exóticas, o RS

enfrentará a redução de área de plantio de alimentos e consecutivamente o termo deserto verde será adequado para a “metade sul” do Estado.

Os valores identificados neste estudo já podem estar defasados, uma vez que de acordo com Lorea *et.al.*, (2008) em 2011 haviam 11 milhões de hectares plantados no bioma Pampa.

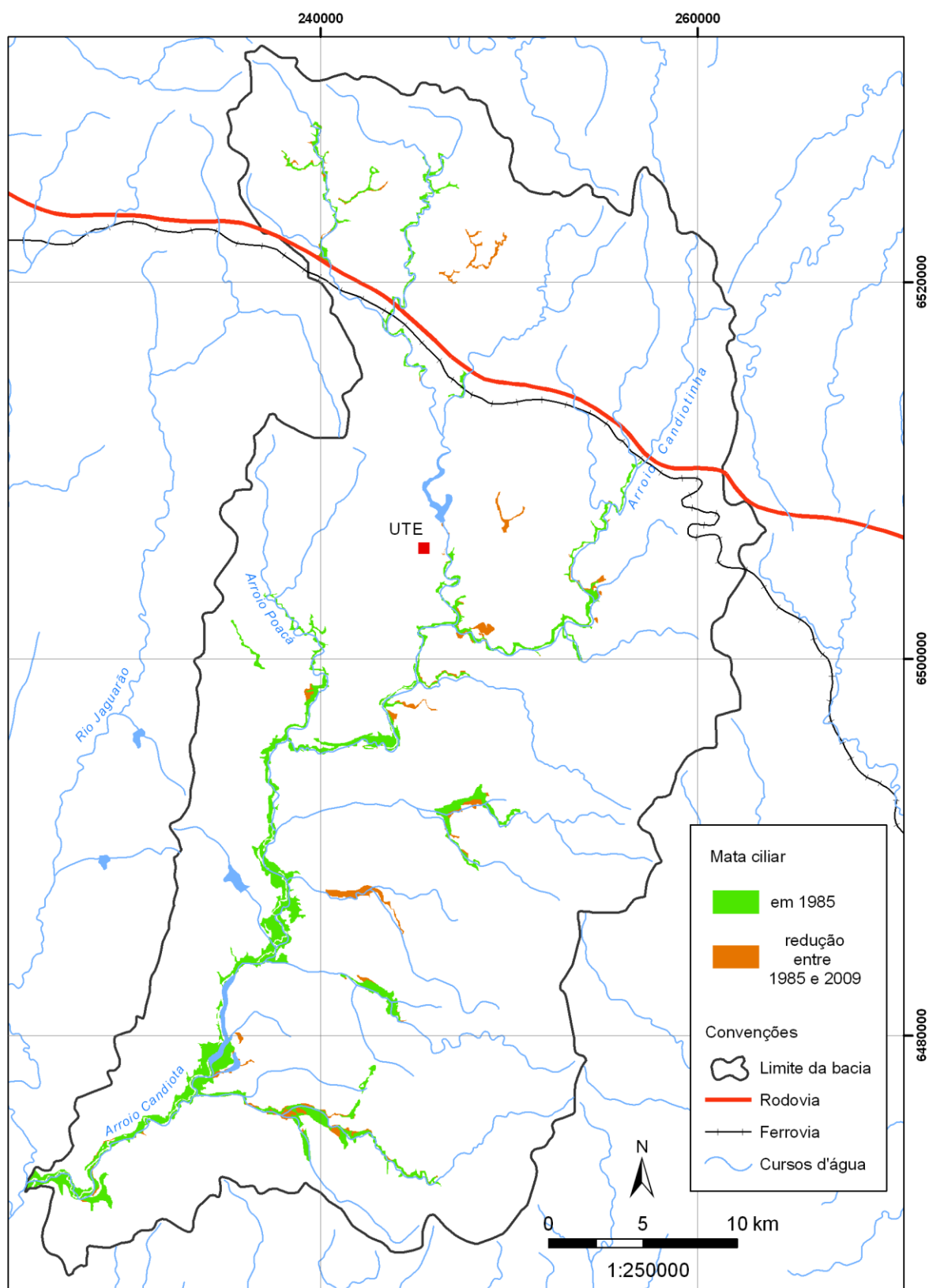
A figura 22 apresenta as áreas ocupadas pela silvicultura no ano de 1985 e a ampliação deste biótopo em 2009. Já a figura 23 demonstra as áreas onde há presença de cobertura vegetal natural (mata ciliar) em 1985 e a redução desta classe em 2009. Em função da escala em determinadas áreas há presença de mata ciliar, porem o curso d'água não aparece.

Figura 22: Mapa das áreas ocupadas pela silvicultura no ano de 1985 e a ampliação até 2009.



Fonte: Próprio autor, (2012).

Figura 23: Mapa das áreas ocupadas por mata ciliar em 1985 e redução até 2009.

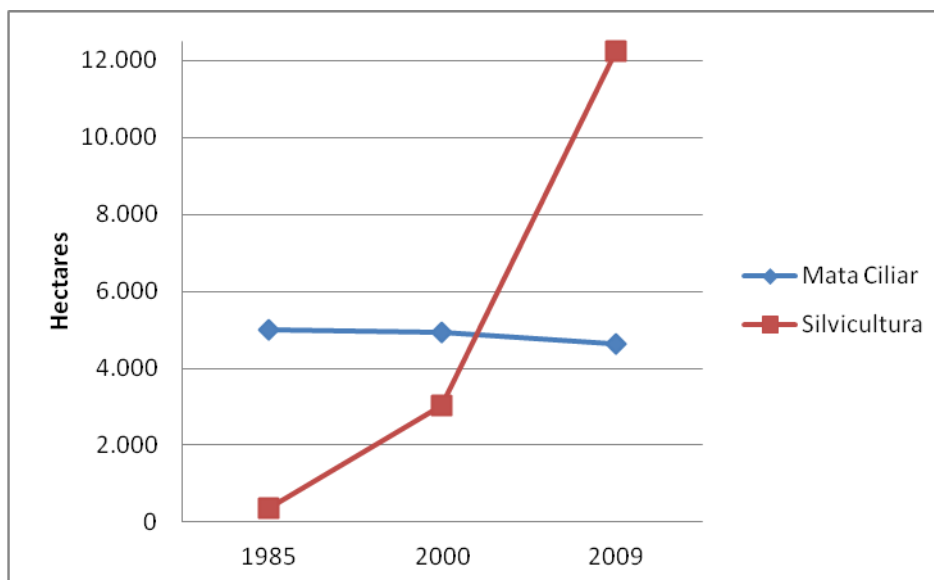


Fonte: Próprio autor, (2012).



O gráfico 04 apresenta as alterações dos biótopos de silvicultura e mata ciliar na paisagem ao longo dos 24 anos pesquisados.

Gráfico 04: Comparativo de cobertura vegetal entre 1985 a 2009.



Fonte: Próprio autor, (2012).

O crescimento intenso é justificado devido as políticas públicas criadas pelo governo Estadual em 2004 para atrair empresas do setor florestal como a Aracruz Celulose, Stora Senso e Votorantin. Essas políticas de incentivo tinham como objetivo expandir a produção florestal e desenvolver a “Metade Sul”, em outras palavras, o governo Estadual acreditava que estas ações levariam o desenvolvimento econômico e social, além de gerar empregos e renda para a Região (Simões, 2012; Buckup, 2006). Somado a essas políticas públicas ainda há as áreas de recuperação de lavra que estão sendo reflorestadas por espécies exóticas, conforme CETEM (2003).

Segundo Primack e Rodrigues (2001) causas da destruição de habitats naturais ocorrem devido a atividades comerciais em grande escala, associadas a uma economia global, tais como a mineração, silvicultura, entre outras. As espécies exóticas possuem alta capacidade de adaptação sob os sistemas naturais. As invasões biológicas, ao contrário de outras formas de degradação, tendem a crescer indefinidamente ao longo do tempo e, devido à crescente pressão existente nessas áreas (CEPAN, 2009). A ameaça a biodiversidade é tão grande que atualmente

espécies invasoras são consideradas a segunda maior ameaçada a biodiversidade mundial.

De acordo com Corrêa (2009) existem poucas áreas tão propícias para a exploração extrativista como o bioma Pampa. De acordo com Abreu (2006), Boldrini e Nabinger (2007) substituir campos nativos, compostos por uma diversidade biológica de mais de três mil espécies, por florestas cultivadas, ainda mais Eucalipto significa modificar a cadeia biológica, alterando a fauna, a flora e a micro-flora, sem falar na questão dos recursos hídricos.

Enquanto a vegetação exótica encontra-se em pleno crescimento a vegetação ripária encontra-se em declínio se comparado as cenas de 1985, 2000 e 2009. Conforme constatado no gráfico 04 de 1985 a 2009 a bacia hidrográfica pesquisada perdeu 571 hectares, ou seja, 7,43% da cobertura vegetal nativa.

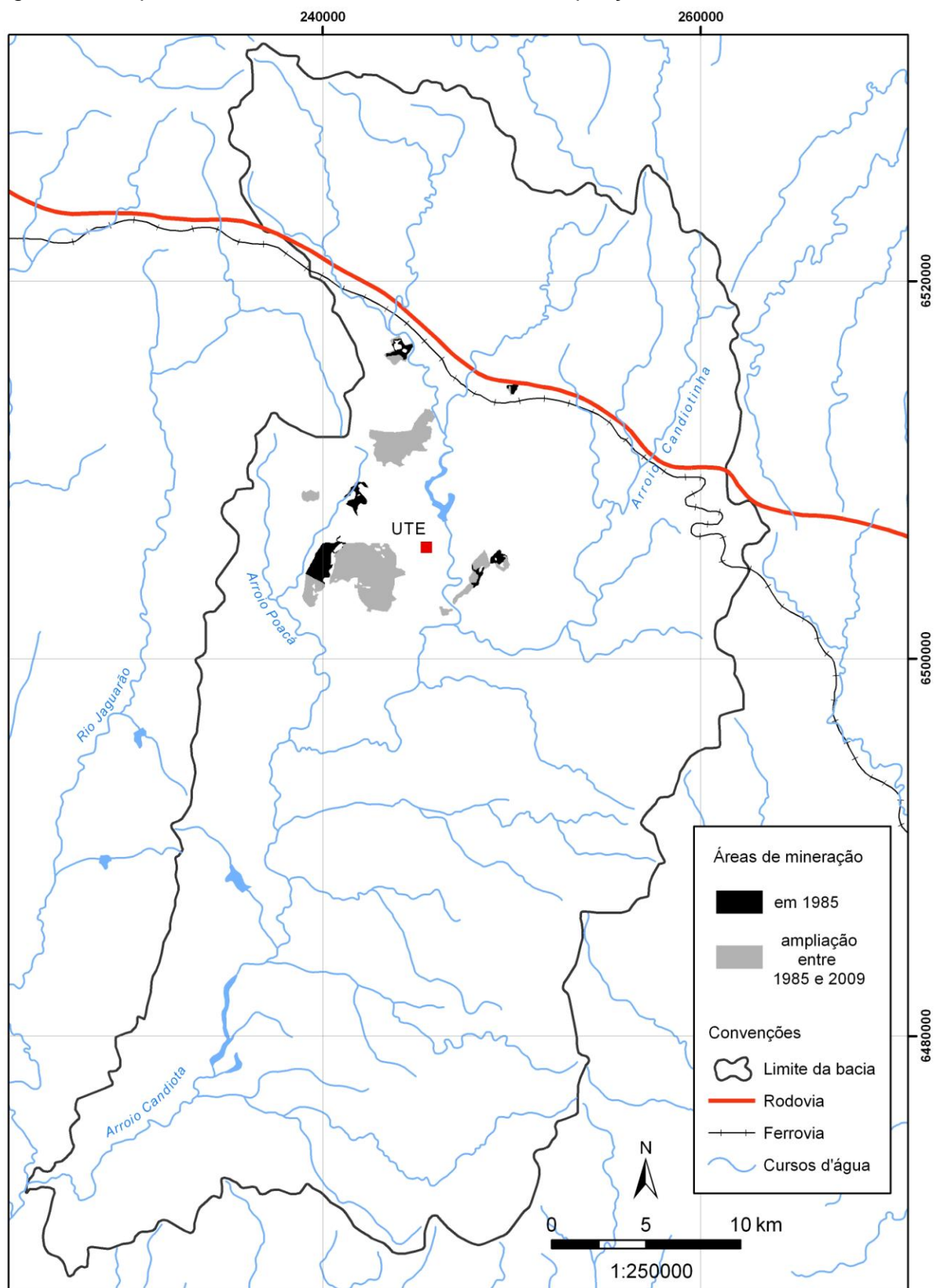
De acordo com Forneck (2007) as áreas de contato entre duas formações vegetais (mata ciliar e campo) gera uma tensão ecológica, onde os processos de sucessão e retração aparecem de forma evidente. O referido autor relata ainda atualmente há o aumento da temperatura média anual e da pluviosidade. Esta situação climática favorece o crescimento das matas ciliares sobre os campos nativos. Sendo assim pode-se concluir que a retração das matas ciliares são oriundas das ações antrópicas. A perda da biomassa vegetal natural não é um fato isolado desta bacia, mas sim algo que está ocorrendo atualmente no mundo inteiro, uma vez que essas áreas estão sofrendo cada vez mais pressões oriundas das ações antrópicas (queimadas, atividades ligadas a agropecuária, supressão florestal para fins de construção de cercas, casas, produção de carvão, entre outros). De acordo com Duarte Rocha *et.al.* (2006) as espécies exóticas possuem vantagens na competição de área com espécies nativas, além disso em áreas próximas a cursos d'água doce podem alterar os fatores físico-químico da água. tamanho

Fidelis e Lima (2012) constataram que o bioma do Cerrado também está sofrendo com o aumento expressivo da silvicultura. Durante o período de 1990 a 2000 foram plantados a mesma proporção de *Eucalyptus* e *Pinus* do período de 2000 a 2005. O que demonstra o aumento da demanda dos recursos florestais nos últimos anos e a fragilidade dos biomas brasileiros. Os referidos autores mencionam que a tendência futura é um aumento mais acentuado no decorrer dos anos, em função da crescente demanda por madeira, que só poderá ser atendida pelos florestamentos extensivos de espécies de crescimento rápido.

#### 6.4.2 Mineração

Na análise das áreas de mineração diagnosticou-se o aumento de 721 hectares entre 1985 a 2000. Entretanto ao analisar a figura 24 nota-se que as manchas de mineração expandiram-se o triplo do tamanho no ano de 1985, conforme o gráfico 05 e tabela 06. O aumento deste biótopo deu-se sobre a classe de uso misto, ou seja, novamente um biótopo exerce pressão sobre os campos nativos ou antrópicos. Infelizmente a escala deste trabalho não permite identificar as áreas mais críticas de pressão ambiental.

Figura 24: Mapa das áreas mineradas em 1985 e a ampliação até 2009.



Fonte: Próprio autor, 2012.

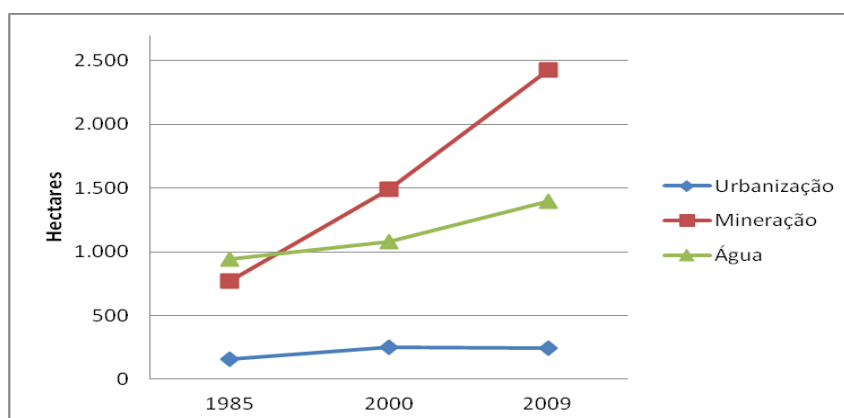
O gráfico 05 e tabela 06 apresentam a evolução temporal das áreas de lavra na bacia hidrográfica do Arroio Candiota.

Tabela 06: Evolução temporal dos biótopos de interesse entre os anos de 1985 a 2009.

Classes	Ano		
	1985	2000	2009
<b>Mineração</b>	772	1.493	2.430
<b>Urbanização</b>	160	252	245
<b>Água</b>	945	1.077	1.397

Fonte: Próprio autor, 2012.

Gráfico 05: Comparativo entre os biótopos de interesse entre 1985 a 2009.



Fonte: Próprio autor, (2012).

A partir a década de 1990 a exploração de minério no Brasil estava crescendo em níveis recordes, em apenas dois anos desta década o crescimento ficou próximo há 37%, ou seja, as áreas de lavra dessa bacia acompanhavam com as atividades de mineração Nacional, conforme Gomes *et.al.* (2011).

Em 2006 iniciou-se a construção da Fase C da usina termoeletrica Presidente Médici. A Fase C adicionou ao complexo termoeletrico mais 350 MW de capacidade, correspondendo então, a uma demanda de aproximadamente quatro milhões de toneladas/ano de carvão. Com o avanço na capacidade de geração de energia do complexo termoeletrico de Candiota, espera-se que as manchas mineradas aumentem. Pois para atender esta nova fase da usina necessitará cada vez mais de carvão mineral para suprir a demanda de energia atual.

Vale ressaltar que a cada fonte energética explorada pelo homem produz determinado tipo de desequilíbrio ecológico e de poluição. Segundo CPRM (2002), os principais impactos gerados pela mineração são poluição da água, poluição do ar, poluição sonora, subsidência do terreno, incêndios causados pelo carvão e rejeitos.

A combustão de combustível fóssil é responsável por 85% do enxofre lançado na atmosfera e por 75% das emissões de dióxido de carbono do planeta. O carvão é o que lança na atmosfera a maior quantidade de dióxido de carbono, além de óxidos de nitrogênio e enxofre, por unidade de energia gerada (Monteiro, 2004).

As termoeletricas produzem uma elevada quantidade de resíduos sólidos. De acordo com Magdalena e Fungaro (2012) os Estados Unidos produzem anualmente cerca de 63 milhões de toneladas de cinzas volantes e 17 milhões de toneladas de cinzas pesadas, das quais 30% são reutilizadas, e o restante é disposto em aterros ou represado em superfície.

A mineração provoca a desfiguração do terreno e a completa alteração da paisagem, principalmente no aspecto estético, pelos elementos visuais da linha, forma, textura e cor que compõe a paisagem (Ribeiro, 2006). A recuperação das áreas impactadas são extremamente complexas, geralmente ficam restritas a recuperação topográfica. A composição do solo não é mais a mesma, uma vez que a cava antiga é utilizada para deposição de sedimentos da cava nova, logo os horizontes e química do solo são alterados.

O minério exposto em contato com ação da água da chuva causa a poluição dos recursos hídricos, refletindo assim diretamente na bacia onde a mina se localiza. Devido à alteração dos horizontes e da composição química do solo, bem como das mudanças químicas da água a cobertura vegetal fica restrita a espécies mais resistentes, conseqüentemente as espécies animais tendem a refugiar-se nos fragmentos nativos ou simplesmente migram para outras áreas (Baptista e Marques, 2012).

## 7. CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como propósito geral avaliar a dinâmica da paisagem da bacia hidrográfica do Arroio Candiota/RS, utilizando diferentes imagens do sensor Landsat TM/5 para discriminação de alvos dentro da cena desta bacia.

A metodologia de interpretação em tela, embora trabalhosa, possibilitou detectar e quantificar as semelhanças e diferenças entre o uso e ocupação do solo e a evolução das atividades antrópicas na área pesquisada.

Com o mapa de uso e cobertura do solo foi possível caracterizar quantitativamente, em termos de área e número de fragmentos as seguintes classes: superfície d'água, urbanização, áreas de mineração, a vegetação nativa – mata ciliar e da silvicultura composta por *Pinus* e *Eucaliptos*.

Analisando as imagens do Landsat TM/5 entre 1985 e 2009 houve um aumento significativo das áreas de silvicultura. A maneira como as monoculturas florestais estão sendo praticadas nos municípios que compreendem a área da bacia hidrográfica do Arroio Candiota ameaçam o equilíbrio ambiental da região, pois afetam a biodiversidade natural dos Campos Sulinos.

Em contra partida as áreas de preservação permanente - mata nativa regrediram de 1985 para 2009. O maior registro desta formação vegetal foi mapeada em 2000.

As áreas de lavra vem evoluindo ao longo dos anos pesquisados passando, sabe-se essas atividades são os carros chefe dos municípios compreendidos nas imagens. E que com a expansão do complexo termoeletrico de Candiota a demanda por carvão mineral tende a aumentar ainda mais.

O pequeno grau de urbanização nesta bacia deve-se, pelo menos em parte, ao pólo energético carboquímico instalado em Candiota. Entretanto nos 24 anos pesquisados este fragmento não teve significado expressivo sobre a paisagem.

As superfícies de água alternaram de período a outro, porem as mudanças desta classe podem ser influenciadas através dos dados meteorológicos (excesso ou déficit de chuva, temperaturas máximas e mínimas, etc).

Pode-se dizer que este estudo contribuiu para uma melhor percepção da dinâmica de paisagem desta bacia e abre caminhos para novas linhas de investigação. Contribuindo para prognósticos futuros e implantação de políticas públicas ambientais em escala de comitê de bacia da Lagoa Mirim-São Gonçalo.

Esta pesquisa não priorizou mapear e diferenciar o biótopo de uso misto. Nesta classe estão presentes os diferentes tipos de campos nativos, cita-se: o campo limpo, campo sujo, área úmida, bem como as áreas antrópicas, cita-se: pastagem artificial e agricultura. No entanto sugere-se que novos estudos sejam realizados na bacia hidrográfica do Arroio Candiota, porem em escala grande (1:10000), onde seja possível interpretar e classificar esses usos que aqui foram excluídos. Através da análise em escala grande o diagnóstico da mudança da paisagem da bacia poderá precisar em qual área a silvicultura está avançando, para quem a mata ciliar está perdendo espaço e por fim verificar o grau de impacto das diversas atividades antrópicas sobre o bioma Pampa (Campos Sulinos).

Sabe-se a importância econômica e social das áreas de mineração para a região de Candiota, principalmente sobre as áreas carboníferas. A proximidade das áreas de lavra com a usina termoeletrica Presidente Médici reduz os custos para a geração de energia. Atualmente o Brasil está passando por uma crise energética e todas as fontes energéticas devem ser exploradas, porem com cautela. No Rio Grande do Sul a geração de energia através da queima de combustível fóssil parece atraente, uma vez que este mineral está em superfície, ou seja, de fácil remoção e abundante na região. Porem a queima do carvão mineral pode causar a emissão de vários poluentes, em função disso a CGTEE deve investir em filtros de retenção desses particulados e o poder público deve fiscalizar e garantir o cumprimento de todas as recomendações e solicitações presente nas licenças de instalação e operação.

A sociedade precisa e depende de madeira. A dependência de madeira em todas as escalas da economia, da construção civil a produção de papel. A silvicultura funcionaria como uma garantia para a preservação de matas nativas. A produção comercial de lenha/madeira foi bastante incentivada na “Metade Sul” do Rio Grande do Sul, como alternativa econômica para o produtor rural, principalmente para o pequeno produtor, que tanto sofre com as estiagens. Com isso o produtor rural ganharia mais, através da associação de sua cultura agrícola/pecuária com o plantio de espécies exóticas, cujo mercado é garantido. Porem o incentivo fez com que a paisagens da bacia hidrográfica do Arroio Candiota mudasse significativamente.

Recomenda-se que as áreas florestas por *Pinus* e *Eucaliptos* sejam mais bem analisadas *in loco*, pois foi possível identificar que a ocupação por esta formação vegetal se deu sem planejamento. E que estas atividades, bem como as áreas de



exploração e recuperação mineral sejam regradadas dentro do Plano Diretor Municipal, pois este é o instrumento de planejamento e gestão que auxiliam o município nas suas ações, valores sociais, ambientais e econômicos.

## REFERENCIAS

ABATI, S. **EXPERIÊNCIAS COM GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO PROGRAMA ESTADUAL DE GERENCIAMENTO COSTEIRO DE SANTA CATARINA –GERCO-SC.** Universidade do estado de Santa Catarina – UDESC. Centro de ciências da educação – FAED. Curso de geografia. Trabalho final de estágio. Florianópolis, 2005.

ABREU, A. **Os impactos ambientais da expansão das monoculturas de árvores exóticas e a sustentabilidade de comunidades rurais do Rio Grande do Sul, Brasil.** UFRGS, Porto Alegre, 2006.

ABREU, C.T. **Eucalipto no Rio Grande do Sul: percepção da paisagem e instrumento ecológico do banco de sementes do solo.** Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade de Passo Fundo, 2011.

ALBUQUERQUE, M.P.; PORTO, M.P. **Processamento de imagens: Métodos e Análise.** Centro de pesquisas físicas – Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.cbpf.br/cat/download/publicacoes/pdf/ProcessamentoImagens.PDF>>. Acesso em: 15 jun 2012.

ALMEIDA, Cláudia M. Aplicação dos sistemas de sensoriamento remoto por imagens e o planejamento urbano regional. **Revista eletrônica de Arquitetura e Urbanismo São Judas Tadeu.** N° 3, 2010. Disponível em: <[http://www.usjt.br/arq.urb/numero\\_03/8arqurb3-claudia.pdf](http://www.usjt.br/arq.urb/numero_03/8arqurb3-claudia.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2012.

ALMEIDA, C.G. **Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná,** 2008. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2008.

ALVES, F.D. **As faces do desenvolvimento rural no sul gaúcho: produção agroecológica familiar e monoculturas empresariais** AGRÁRIA, São Paulo, nº 7, pp. 37-60, 2007

ANTUNES, B.F.A. **Fundamentos de sensoriamento remoto em ambiente de geoprocessamento.** Departamento de Geoprocessamento. Universidade Federal do Paraná, 2012. Disponível em: <<http://people.ufpr.br/~felipe/apostilasr.pdf>>. Acesso em: 15 mar 2012.

ARAUJO, T.P; MELLO, F.M. Processamento digital de imagens digitais – razão entre bandas. **Geociências**, v. 29, n.1. São Paulo, Unesp, 2010. p.121-131.

ARAUJO, M. M. **Vegetação e mecanismos de regeneração em fragmento de floresta estacional decidual ripária, Cachoeira do Sul, RS, Brasil.** 2002. 72f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós – Graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria, 2002.

ATLAS SÓCIO ECONOMICO DO RIO GRANDE DO SUL. **BIOMAS**. Disponível em: <http://www.scp.rs.gov.br/atlas/atlas.asp?menu=591>. Acesso em: 15 jul. 2012.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

BAPTISTA, E.M.C; MARQUES, R.J. **Estudo preliminar da degradação por mineração: o caso do município de Timon/MA**. Disponível em:< <http://www.uespi.br/prop/XSIMPOSIO/TRABALHOS/INICIACAO/Ciencias%20Humanas%20e%20Letras/ESTUDO%20PRELIMINAR%20DA%20DEGRADACAO%20POR%20MINERACAO%20-%20O%20CASO%20DO%20MUNICIPIO%20DE%20TIMON-MA.pdf>>. Acesso em 11 nov, 2012.

BARROS FILHO, O.L. **O deserto verde: a invenção da realidade da mentira e do futuro**, 2007 Disponível em< [http://www.viapolitica.com.br/noticia\\_view.php?id\\_noticia=127](http://www.viapolitica.com.br/noticia_view.php?id_noticia=127)>. Acesso em: 11 nov, 2012.

BATISTELLA, M.; *et al.* **Geoinformação e monitoramento ambiental na América Latina**: Satélites de Recursos naturais como suporte à gestão ambiental. São Paulo: Editora Senac. São Paulo, 2008.

BILENCA, D., MIÑARRO, F. **Identificación de áreas valiosas de pastizal em las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y Sur de Brasil**. Fundación vida silvestre. 2004.

BLASCHKE, T.; GLÄSSER, C.; LANG, S. Processamento de imagens num ambiente integrado SIG/sensoriamento remoto: Tendências e consequências. In: **Sensoriamento Remoto e SIG avançados**. Ed. BLASCHKE, T.; KUX, H. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p. 11-18.

BOLDRINI, I. I.; FERREIRA, P. M. A.; ANDRADE, B. O.; SCHNEIDER, A. A.; SETUBAL, R. B.; TREVISAN, R; FREITAS, E.M. **Bioma Pampa**: diversidade florística e fisionômica. Porto Alegre, editora Pallotti, 2010.

BRAGA, C.F.; TEIXEIRA, E.C.; FACHEL, J. Caracterização do aerossol atmosférico através de análises sequencias de agrupamentos. In: TEIXEIRA, E. C.; PIRES, M. J. R. (coords). **Estudos Ambientais em Candiota**: carvão e seus impactos. Porto Alegre. FEPAM/FINEP/PDACT/CIAMB/FAPERGS, 2004. (Cadernos de planejamento e gestão ambiental, nº 02).

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Instituiu o Código Florestal

BRASIL. **Lei 9.985 de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, inciso I, II, II da Constituição Federal, instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

BUCKUP, L. **A monocultura com eucaliptos e a sustentabilidade**. Porto Alegre, 2006. Disponível em:< <http://www.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/view/ater/artigos-e>

revistas/A\_Monocultura\_com\_Eucaliptos\_e\_a\_Sustentabilidade\_.pdf>. Acesso em: 10 set. 2012.

CALEGARI, L. **Estudos sobre bancos de sementes do solo, resgate de plântulas e dinâmica da paisagem para fins de restauração florestal**, Carandaí, MG Viçosa, MG, 2009.

CANDIOTA, P.M. **A cidade de Candiota**. Disponível em: <<http://www.candiota.rs.gov.br/acidade.html>>. Acesso em: 18 jun, 2012.

CARPENTER SR, TURNER, MG. 1998. At last: a journal devoted to ecosystem science. **Ecosystems**, v. 1, p.1–5.

CARVALHO, Antonio A. *et al.* O Mundo das Imagens Digitais. **Matéria e Revista**, v. 8, n. 2, p. 167 – 186. 2003. Disponível em: <<http://www.materia.coppe.ufrj.br/artigos/artigo10297/>>. Acesso em: 08 fev. 2012.

CASSINI, T.S. **Conceitos fundamentais de Ecologia**. Universidade Federal do Espírito Santo. Programa de pós-graduação em engenharia ambiental. Vitória, ES, 2005. Disponível em: <[http://www.inf.ufes.br/~neyval/gestao\\_ambiental/tecnologias\\_ambientais2005/ecologia/conc\\_basicos\\_ecologia\\_v1.pdf](http://www.inf.ufes.br/~neyval/gestao_ambiental/tecnologias_ambientais2005/ecologia/conc_basicos_ecologia_v1.pdf)>. Acesso em: 18 ago. 2012.

CGTEE. Disponível em: < <http://www.cgtee.gov.br/sitenovo/index.php?secao=37>>. Acesso em: 05 nov, 2012.

CEPAN - Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste. **Contextualização sobre espécies exóticas invasoras**, 2009. Disponível em: <<http://www.avesmarinhas.com.br/10%20-%20Contextualiza%C3%A7%C3%A3o%20Sobre%20Esp%C3%A9cies%20Ex%C3%B3ticas%20Invasoras.pdf>>. Acesso em 06 de nov. 2012.

CETEM. Centro de tecnologia mineral. VII Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste Anais do XXIII Simpósio Geologia do Nordeste; VII Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste/Núria Fernandez Castro, Francisco Wilson Hollanda Vidal (Orgs). – Fortaleza, 2009.

CHOMENKO, L. **Implantação de monoculturas: O desenvolvimento na metade sul do Rio Grande do Sul, Brasil**. Ecoagencia, 29/06/2006.

CIESIN - The Center for International Earth Science Information Network. **Surface Remote Sensing**. Disponível em: <<http://www.ciesin.org/docs/005-356/005-3564.html>>. Acesso em: 15 jun 2012.

CIMPORBRASIL. **Empresa de Cimento Internacional**. Disponível em: < <http://www.cimpor.com.br/site/default.asp>>. Acesso em: 18 dez. 2011.

COLLISCHONN, W. **Introduzindo Hidrologia** Disponível em: <[http://galileu.iph.ufrgs.br/collischonn/apostila\\_hidrologia/cap%203%20-%20Bacia%20hidrogr%C3%A1fica.pdf](http://galileu.iph.ufrgs.br/collischonn/apostila_hidrologia/cap%203%20-%20Bacia%20hidrogr%C3%A1fica.pdf)>. Acesso em: 15 ago 2012.

CORRÊA, A.O.F. **Percepções dos principais atores envolvidos no zoneamento ambiental na silvicultura do Rio Grande do Sul: uma perspectiva jurídico institucional.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Programa da Pós-Graduação em Agronegócios. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

CRPM. Perspectivas do Meio Ambiente do Brasil – Uso do Subsolo. MME - Ministério de Minas e Energia, 2002. Disponível em: <[www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)>. Acesso em: 30 out, 2012.

CUNHA, Hélida F.; FERREIRA, Anamaria A.; BRANDAO, Divino. Composição e fragmentação do Cerrado em Goiás usando Sistema de Informação Geográfica (SIG). **Boletim Goiano de Geografia.** v.27, n. 2, jan./jun. 2007.

CUNHA, N. G. da.; SILVEIRA, R. J. C. da; SEVERO, C. R. S.; SOARES, M.J.; SANTOS, C. N. dos; FONTOURA JÚNIOR, E. R.; SILVA, C. da. **Estudo dos solos do município de Candiota.** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1998.

EMBRAPA, LANDSAT - **Land Remote Sensing Satellite.** Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/landsat.htm>>. Acesso em 10 mar. 2012.

EVANGELISTA, F.M. **Construção de cenários para estimativa dos impactos das atividades socioeconômicas sobre a vegetação do bioma Pampa.** Trabalho de conclusão. Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

DAJOZ, Roger. **Princípios de ecologia.** 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

DECANINI, M.M.S. SIG no planejamento de trilhas no parque estadual de Campos do Jordão. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 53, p. 97-110, dezembro 2001.

DINIZ, J. A. F. **Geografia da agricultura.** São Paulo: DIFEL, 1984.

DNPM. **Informe mineral: desenvolvimento & economia mineral**, 2009. Disponível em: <[www.dnpm.gov.br/mostra\\_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=3601](http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=3601)>. Acesso em: 15 nov, 2012.

DNPM. **A mineração brasileira** Relatório da Global Business, 2011. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano\\_duo\\_decenal/estudos\\_economia\\_setor\\_mineral/P01\\_RT04\\_Evoluxo\\_do\\_Mercado\\_Mineral\\_no\\_Brasil\\_a\\_longo\\_prazo.pdf](http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/estudos_economia_setor_mineral/P01_RT04_Evoluxo_do_Mercado_Mineral_no_Brasil_a_longo_prazo.pdf)>. Acesso em: 04 out, 2012.

EASTMAN, J.R.; Jin, W.; Kyem, P.A.K.; Toledano, J. Raster procedures for multi-criteria/multi-objective decisions. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.61, n.5, may, 1995. 539-547p

EASTMAN, J. R. 2006. **IDRISI for Windows User's Guide version Andes**. Introduction. Worcester-MA. Graduate School of Geography, Clark University, p. 1-1 to 3-19.

EGER, Priscila Meneghetti. **Levantamentos físicos em uma propriedade rural, preliminares para o manejo de mata de encosta degradada por ação antrópica**. 2007. 1 CD-ROM : Trabalho de Conclusão (graduação em Geografia) - Centro Universitário La Salle, Canoas, 2007.

EMATER/RS. **Projetos de irrigação elaborados e enviados à SIUMA até 19-08-10**. Referência via base de dados: EMATER, 2010.

FARINA, A. **Principles and methods in landscape ecology**. Londres: Chapman & Hall, 1998.

FEIJÓ, Eleandro S. **Transparência e Turbulência no infravermelho**. Porto Alegre, 2001. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6400/000529417.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 08 de fev. 2012.

FELFILI, J.M *et.al*. **Cerrado: manual para recuperação de matas de galeria**. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Vitória, ES, 2005. EMBRAPA Cerrados, 2000.

FERREIRA, N.C. **Apostila de Sistema de Informações Geográficas**. Coordenação de Geomática. Centro Federal de Educação Tecnológica do Estado de Goiás. Goiânia, 2006

FIDELIS, A.C; LIMA, J.D. **Impactos ambientais da silvicultura no bioma Cerrado**. Disponível em:<<http://www.uff.br/vsinga/trabalhos/Trabalhos%20Completos/Alex%20Camargo%20Fidelis.pdf>>. Acesso em: out, 2012.

FIGUEIREDO, Divino. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. Set, 2005. Disponível em:<[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos\\_sm.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos_sm.pdf)>. Acesso em: 08 fev. 2012.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

FORMAN, R. T. 1995. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge Univ. Press Apud ANJOS, H. O. DOS. Riscos Ambientais na Delimitação de Áreas Potenciais para Corredores Ecológicos na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio das Almas (Goiás). Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia Florestal. Universidade de Brasília, DF 2008. 139 p.

FORMAN, R. T. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge Univ. Press, 1995.

FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley, 1986.

FORNECK, E. D. **Estrutura e dinâmica da expansão florestal em mosaico natural de floresta-savana: da ecologia de comunidades de espécies lenhosas à ecologia de população de plântulas de *Myrcia palustris* dc. (Myrtaceae) no morro Santana, Porto Alegre**, Tese de doutorado em Ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre, 2007.

FRANÇA, C.G.O;GROSSI,M.E.D;MARQUES,V.P.M.A **O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil**. Brasília: MDA, 2009.

FRANÇA, T. S. COSTA. I. S; OLIVEIRA, R.M. **Evidências da degradação ambiental na mata ciliar do rio Itapororoca, no município de Itapororoca/PB**. Revista Geonorte, Edição Especial, V.1, N.4, p.663 – 675, 2012.

FRITZ, K. B. B. Impactos sócio-econômicos do uso do carvão mineral na região de Candiota-RS. In: TEIXEIRA, Elba Calesso; PIRES, Marçal José Rodrigues (coords). **Estudos Ambientais em Candiota: carvão e seus impactos**. Porto Alegre. FEPAM/FINEP/PDACT/CIAMB/FAPERGS, 2004. (Cadernos de planejamento e gestão ambiental, nº 04) p.31-50.

FRITZ, K. ; WAQUIL, P. D. . **A percepção da população do município de Candiota sobre os impactos sociais, econômicos e ambientais decorrentes da produção e emprego do carvão mineral. Teoria e Evidência Econômica**. Passo Fundo, RS, v. 11, n.20, p. 119-134, 2003.

GUADAGNIN, D.L; VARA, D. C. ; LEAL-ZANCHET, A. M. **Diversidade de Turbelários Dulciaquícolas (Platyhelminthes) em áreas de cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul..** In: V Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, XXVII Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 2007, Pelotas. Anais. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. v. 2. p. 353-355.

GUADAGNIN, D.L; CRUZ, R.C. **Uma pequena história ambiental do Pampa: proposta de uma abordagem baseada na relação entre perturbação e mudança**. Disponível em:< <http://w3.ufsm.br/ppggeo/files/ebook02/Artigo%208.pdf>>. Acesso em: 01 nov,2012.

GOMES, A. P. et. al. Carvão Fóssil. **Estudos Avançados**, São Paulo. v. 12. n. 33. Maio/Ago. 1998.

GOMES, D.D.M. **Análise da Degradação da Cobertura Vegetal da Bacia Hidrográfica do Rio Jaibaras / Ce por Meio de Ferramentas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**. Monografia (Especialização em Geoprocessamento Aplicado à Análise Ambiental e Recursos Hídricos) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza – CE, 2010.

GOMES, D.D.M.; MEDEIROS, C.N; ALBUQUERQUE, E.L. **Mapeamento dos níveis de degradação da cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio Jaibaras no semiárido cearense para o período de 1985 a 2009**. Ceará, 2011 Disponível em:< [http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/textos\\_discussao/TD\\_93.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/textos_discussao/TD_93.pdf)>. Acesso em: 01 out, 2012.

GOMES, M. T. O. et al. **A Indústria do cimento**. Disponível em: < [http://www.bndespar.com.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/cimento.pdf](http://www.bndespar.com.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/cimento.pdf)>. Acesso em: 11 mar. 2012.

GOOGLE EARTH. **Imagem da cidade de Candiota** – RS. Disponível em: < <http://maps.google.com.br/maps?q=candiota&oe=utf-8&rls=org.mozilla:pt-BR:official&client=firefox-a&um=1&ie=UTF-8&hl=pt-BR&sa=N&tab=wl>>. Acesso em : 01 jan. 2012.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.

GUERRA, T.; FERRARO, L. W. Caracterização geral da região de Candiota. In: TEIXEIRA, Elba Calesso; PIRES, Marçal José Rodrigues (coords). **Estudos Ambientais em Candiota: carvão e seus impactos**. Porto Alegre. FEPAM/FINEP/PDACT/CIAMB/FAPERGS, 2004. (Cadernos de planejamento e gestão ambiental, nº 02). p.17-27

HASENACK, H.; CORDEIRO, J.L.P.(org.) **Mapeamento da cobertura vegetal do Bioma Pampa**. Porto Alegre, UFRGS Centro de Ecologia. (Relatório técnico Ministério do Meio Ambiente: Secretaria de Biodiversidade e Florestas no âmbito do mapeamento da cobertura vegetal dos biomas brasileiros). 2006.

HASENACK, H.; CORDEIRO, J. L. P. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, Valério De Patta et al. **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 285-299.

HASENACK, H.; WEBER, E. (org.). **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul** - escala 1:50.000. Porto Alegre, UFRGS-IB-Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM (Série Geoprocessamento, 3).

HERZOG, C.P. Corredores verdes: expansão urbana sustentável através da articulação entre espaços livres, conservação ambiental e aspectos histórico-culturais. In: Terra, Carlos G. e Andrade Rubens de. **Coleção Paisagens Culturais – Materialização da Paisagem através das Manifestações Sócio-Culturais**. UFRJ-EBA, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de geografia e estatística. *Levantamento de recursos naturais (Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim)*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, CD-ROM.



IBGE. Instituto Brasileiro de geografia e estatística. Série Manuais técnicos em geociências: **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992.

IBGE Instituto Brasileiro de geografia e estatística. **Introdução ao processamento digital de imagens**. Manual técnico em geociências. n. 9, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de geografia e estatística. **Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de biomas do Brasil**, 2004. Disponível em:<  
[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=169](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169)>. Acesso em: 07 jul., 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de geografia e estatística. **Manual técnico de uso da terra**: Manuais técnicos em geociências. n. 07 2ª edição, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de geografia e estatística. **Séries Estatísticas & Séries Históricas**: população e demografia. Disponível em:<  
<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=CD77&sv=&t=populacao-presente-e-residente-por-sexo-dados-do-universo-dados-da-amostra>>. Acesso em: 13 de abr. 2012.

IBRAM. **Informações e análises da economia mineral brasileira**. Disponível em:<<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00001669.pdf>>. Acesso em out. 2012.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Relatório ambiental do projeto de assentamento Estância do Fundo**. Candiota/RS, 2007. Disponível em:<  
[http://www.coptec.org.br/mapa/Candiota/Candiota/PA%20EST%C2NCIA%20DO%20FUNDO/RELAT%D3RIO%20AMBIENTAL/Relatorio\\_PA\\_Estancia\\_do\\_Fundo.pdf](http://www.coptec.org.br/mapa/Candiota/Candiota/PA%20EST%C2NCIA%20DO%20FUNDO/RELAT%D3RIO%20AMBIENTAL/Relatorio_PA_Estancia_do_Fundo.pdf)>. Acesso em: 10 jun; 2012.

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de dados meteorológicos de Bagé/RS**. Disponível em:<  
<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 11 jun, 2012.

INPE. **LANDSAT 5TM**. Disponível em:<  
[http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57\\_PT.php](http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_PT.php)>. Acesso em: 08 ago. 2012.

KIEL, R. **Detecção de mudanças no uso e na cobertura do solo em uma série temporal de imagens da região da Campanha do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Programa de Pós – Graduação em Sensoriamento Remoto) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.

KOPPE, J.C; COSTA, J. F. C. L. Mineração. In: Elba Calesso; PIRES, Marçal José Rodrigues (coords). **Meio ambiente e carvão**: impactos da exploração e utilização. Porto Alegre: FINEP, Ed. da PUCRS, Ed. da UFSC, FEPAM, CAPES, PADCT, GTM, 2002. p.15-27

LABGEO. Laboratório de geoprocessamento do centro de ecologia. **Cartalinx** UFRGS, 2012. Disponível em: <[http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/index.php?option=com\\_content&view=article&id=59&Itemid=22](http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/index.php?option=com_content&view=article&id=59&Itemid=22)>. Acesso em: 09 set., 2012.

LANG, BLASCHKE, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo, SP: Oficina de Texto, 2009.

LANGHI, Paula J. P.; TOMMASELLI, Antônio M. G. Correção radiométrica de imagens aéreas digitais por meio de ajuste polinomial. **II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife - PE, 8-11 de setembro de 2008.

LAZAROTE, Lia M. **Estimativa espacial de evapotranspiração por meio de correlação com índice de vegetação normalizado**. Florianópolis, 2007. Disponível em: <[http://www.labhidro.ufsc.br/Projetos/TCC/TCC%20pronto\\_impressao.pdf](http://www.labhidro.ufsc.br/Projetos/TCC/TCC%20pronto_impressao.pdf)>. Acesso em 15 mar. 2012.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 2, 1990. p. 113-150.

LIU, William Tse-Horng. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo Grande, MS: Ed. da UNIDERP, 2007.

LOREA, Eduardo; LOPES, Marina; VARELA, Rafael; SANTOS, Rodrigo. A Metade Sul depois da floresta. **Jornal Zero Hora**. Nº 15556. p. 26-28, mar/2008. Porto Alegre, 2008.

LOSEKANN, M.B.; WIZNIEWSKY, C.R.F. **Desenvolvimento rural sustentável: perspectivas de inserção no assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos, rs**. 4º ENCONTRO NACIONAL DE GRUPOS DE PESQUISA – ENGRUP, São Paulo, pp. 446-468, 2008.

LUCAS, D. F. **Análise especial dos fragmentos florestais no município de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG**. Monografia (especialização em geoprocessamento) Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. Belo Horizonte, 2011.

LUCHIARI, A. ; KAWAKUBO, F. S. ; MORATO, R. G. . Aplicações do sensoriamento remoto na Geografia. In: Venturi, Luis Antonio Bittar. (Org.). **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório**. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2005, v. 1, p. 33-54

MACHADO, S.A.C; QUINTANILHA, J.A. **Módulo de treinamento: sistemas de informações geográficas (SIG) e geoposicionamento: uma aplicação urbana**. Escola politécnica da universidade de São Paulo departamento de engenharia de transportes. São Paulo, 2008.

MAGDALENA, C.P; FUNGARO,D.A. **Resíduos sólidos provenientes da queima do carvão de usina termelétrica.** Disponível em:<<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1338&class=02>>. Acesso em: nov, 2012.

MASSEY, D. (1995) Imagining the World. In Allen J. and Massey, D. (eds.) Geographical Worlds, Oxford: Oxford University Press/The Open University. IN: Roca, Zoran; Oliveira, José António. **A paisagem como elemento da identidade e recurso para o desenvolvimento.** Disponível em: <[http://www.apgeo.pt/files/docs/CD\\_X\\_Coloquio\\_Iberico\\_Geografia/pdfs/019.pdf](http://www.apgeo.pt/files/docs/CD_X_Coloquio_Iberico_Geografia/pdfs/019.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2012

MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul.** Enfoque Histórico e Sistemas de Classificação. Porto Alegre: EST Edições, 2004.

MARENZI, R.C.; RODERJAN, C.V. Estrutura espacial da paisagem da morraria da praia vermelha (SC): subsídio à ecologia da paisagem. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 35, n. 2, mai./ago. 2005.

MARQUES, Orleno. S. J.; FUCKNER, Marcus A. **Análise comparativa dos dados de NDVI obtidos de imagens TM/Landsat 5 na área urbana da cidade de Marabá – PA para os anos de 1984 e 2007.** Disponível em: <<http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT8-676-363-20080509120947.pdf>>. Acesso em: 05 de mar. de 2012.

MAXIMIANO, Liz Abad. **Considerações Sobre o Conceito de Paisagem.** Curitiba, Editora UFPR, n. 8, p. 83-91, 2004.

MCGARIGAL, K., MARKS, B.J. **FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure.** General Technical Report PNW-GTR-351, Pacific Northwest Research station, USDA Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 1995.

MELO, D. H. C. T. B. **Uso de dados Ikonos II na análise urbana:** testes operacionais na zona leste de São Paulo / D. H. C. T. B. Melo. - São José dos Campos: INPE, 2002.

METZGER, J.P.; GOLDENGERB, R.; BERNACCI, L.C. Caminhos da biodiversidade. **Ciência Hoje**, v.25, n.146, p.62-64,1999.

METZGER. J.P. que é ecologia de paisagem? **Biota Neotropica**, Campinas/SP, v.1, n 1 e 2,2001. Disponível em: <[http://eco.ib.usp.br/lepac/paisagem/Artigos\\_Jean/Metzger\\_biota\\_paisagem\\_2001.pdf](http://eco.ib.usp.br/lepac/paisagem/Artigos_Jean/Metzger_biota_paisagem_2001.pdf)>. Acesso em: 01 de jun. 2012.

MIGLIAVACCA, Daniela Montanari et. al. Composição Química da Precipitação Atmosférica no Sul do Brasil - Estudo Preliminar. **Química Nova**, v. 28, nº. 3, p. 371-379, abril, 2005.

MONTEIRO, K.V.(Cord).**Carvão : o combustível de ontem.** Núcleo Amigos da Terra Brasil. Porto Alegre, 2004.

MORAES, A. C. R. **Geografia - Pequena História Crítica**. São Paulo: Hucitec, 1999.

MOREIRA, Maurício Alves. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3. ed., atual. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2005.  
NASA. **Landsat**. Disponível em: < <http://landsat.gsfc.nasa.gov/about/timeline.html>>. Acesso em: 15 mar. 2012.

NABINGER, C. BOLDRINI, I. **Eucalipto vai invadir o Pampa**. Jornal da universidade UFRGS. Jan-fev, 2007. p.08-09.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A.S. Landscape ecology, theory and application. 2 ed. New York: Springer Verlag, 1994. 360p. In: VALENTE, R. D. O.A. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí, SP**. 2001. 161f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2001.

NOVO, Evlyn M. L. de Moraes. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1992.

NOVO, Evlyn M. L. M.; PONZONI, Flávio J. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos, 2001. Disponível em: <[http://www.agro.unitau.br/sensor\\_remoto/Apostila\\_Sensoriamento\\_Remoto\\_Evlyn\\_Flavio.pdf](http://www.agro.unitau.br/sensor_remoto/Apostila_Sensoriamento_Remoto_Evlyn_Flavio.pdf)>. Acesso em: 08 fev. 2012.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1983.

ODUM, P.E.; BARRET, G.W. **Fundamentos de Ecologia**. 5. ed. São Paulo: Thomson, 2007.

OLIVEIRA, A.S; COELHO, E.F. **Irrigação e recursos hídricos**. Disponível em:<<http://www.agr.feis.unesp.br/embrapa200600.htm>>. Acesso em 11 nov, 2012.

PASQUALETTO, A; FIRMO, J.P. **AVALIAÇÃO DE RISCOS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: FERRAMENTAS NA RECOMPOSIÇÃO DA MATA CILIAR DO Córrego Serra Abaixo, Inhumas-GO**. Disponível em:<[http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/AVALI A%20C3%87%C3%83O%20DE%20RISCOS%20E%20EDUCA%20C3%87%C3%83O%20AMBIENTAL%20FERRAMENTAS%20NA%20R%20E2%80%A6.pdf](http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/AVALI%20A%20C3%87%C3%83O%20DE%20RISCOS%20E%20EDUCA%20C3%87%C3%83O%20AMBIENTAL%20FERRAMENTAS%20NA%20R%20E2%80%A6.pdf)>. Acesso em: 15 nov, 2012.

PILLAR, V.D. 1994. **Dinâmica temporal da vegetação**. UFRGS. Departamento de Botânica. Disponível em:< <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>>. Acesso em: 01 jun 2012.

PILLAR, V.D. Dinâmica da Expansão Florestal em Mosaicos de Floresta e Campos no Sul do Brasil. In: Claudino-Sales, V.(org.) *Ecossistemas Brasileiros: Manejo e Conservação*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2003.

PIROVANI, Daiani Bernado. **Fragmentação, florestal, dinâmica e ecologia da paisagem na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias, 2010.

POJAR, J; DIAZ, N; STEVENTON, D; APOSTOL, D. & MELLEN, K.1994. Biodiversity planning and Forest management at the landscape scale. In: METGER, Jean P. O que é ecologia de paisagem? **Biota Neotropica**, Campinas/SP, v.1, n 1 e 2,2001. Disponível em: <  
[http://eco.ib.usp.br/lepac/paisagem/Artigos\\_Jean/Metzger\\_biota\\_paisagem\\_2001.pdf](http://eco.ib.usp.br/lepac/paisagem/Artigos_Jean/Metzger_biota_paisagem_2001.pdf)  
 >. Acesso em: 01 de jun. 2012.

POLITANO, W.;CORSINI, P.C; VASQUES, J.G. Ocupação do solo no município de Jaboticabal – SP. **Científica**, São Paulo, v.8, n.1/2, p.27- 34,1980.  
 PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina, PR, 2001.  
 RISSER, P.G.; Landscape ecology: state-of-the-art. In: TURNER, M.G. **Landscape heterogeneity and disturbance**. New York: Springer-Verlag, 1987. p. 3-14.

RISSER, P.G.;KAAE, J.R.; FORMAN, T.T. Landscape Ecology, Directions and approaches. **Illinois Natural History Survey Special Publication**, v. 2, n.18, p.12-31, 1983.

ROCA, Z.; OLIVEIRA, J.A. **A paisagem com elemento da identidade e recursos para o desenvolvimento**. Centro de estudos de geografia e desenvolvimento. Universidade lusófona de humanidade e tecnologias, Lisboa. Disponível em:<  
[http://www.apgeo.pt/files/docs/CD\\_X\\_Coloquio\\_Iberico\\_Geografia/pdfs/019.pdf](http://www.apgeo.pt/files/docs/CD_X_Coloquio_Iberico_Geografia/pdfs/019.pdf)>.  
 Acesso em: 15 jun 2012.

RODRIGUES JUNIOR, L. C. ; DE OLIVEIRA, A. O. **O uso de Imagens de Satélite CBERS-2/CCD para caracterização do Meio-Físico Natural no município de Rio Grande, RS**. In: V Seminário Latino-americano e I Seminário Ibero-americano de Geografia Física., 2008, Santa Maria. Anais do V Seminário Latino-americano e I Seminário Ibero-americano de Geografia Física., 2008

ROSE, G. (1995) Place and Identity: A Sense of Place. In Massey, Doreen and Jess, Pat (eds.) A Place in the World? Places, Cultures and Globalisation. Oxford: Oxford University Press/The Open University. pp. 87-132. In: Roca, Zoran; Oliveira, José Antônio. **A paisagem como elemento da identidade e recurso para o desenvolvimento**. Disponível em: <  
[http://www.apgeo.pt/files/docs/CD\\_X\\_Coloquio\\_Iberico\\_Geografia/pdfs/019.pdf](http://www.apgeo.pt/files/docs/CD_X_Coloquio_Iberico_Geografia/pdfs/019.pdf)>.  
 Acesso em: 01 jun. 2012.

ROSENDO, Jussara S. **Índices de vegetação e monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na Bacia do Rio Araguari – MG – utilizando dados do sensor MODIS**. Uberlândia, 2005. Disponível em: <  
[http://ecologia.ib.usp.br/lepac/bie5759/jussara\\_santos.pdf](http://ecologia.ib.usp.br/lepac/bie5759/jussara_santos.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2012.

ROSENDO, Jussara S.; ROSA, Rosendo. A utilização de sensores com resolução moderada (MODIS) no estudo da vegetação na bacia do rio Araguari – MG. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.17, n°33, p.91-104, dez.2005.

RÓTULO, Daniel. **Cooperação política Brasil – Uruguai e agenda pública no Brasil na etapa da pré – negociação de acordos internacionais.** Dez. 2006. Disponível em: < <http://www.ort.edu.uy/facs/pdf/documentodetrabajo25.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

RUDORFF, Bernardo. **Introdução ao Sensoriamento Remoto.** In: 5º Seminário de Sensoriamento Remoto, Interpretação e Processamento de imagens de satélites. Cachoeira Paulista, Nov. 2008. Disponível em:< [http://www.dgi.inpe.br/ndc/html/s24112008/Bernardo/Introducao\\_SR-s24112008.pdf](http://www.dgi.inpe.br/ndc/html/s24112008/Bernardo/Introducao_SR-s24112008.pdf)>. Acesso em: 09 fev. 2012.

SABEDOT, Sydney. Políticas de Gestão Ambiental. **Polígrafo da disciplina de Gestão Ambiental.** Unilasalle, 2007.

SANCHES, I.D.A; EPIPHANIO, J.C.N; FORMAGGIO,A.R. **Culturas agrícolas em imagens multitemporais do satélite Landsat.** Agric. São Paulo, São Paulo, v. 52, n. 1, p. 83-96, jan./jun. 2005.

SANTOS, Antonio M.; et al.. **Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (ndvi) para identificação da cobertura fitogeográfica da bacia hidrográfica do rio goiana-pe.** In: II SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA DO NORDESTE: sustentabilidade e meio ambiente no nordeste brasileiro. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/161513/1/OPB2064.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

SAUNDERS, D.A.; HOBBS, R.J.; MARGULES, C.R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, v.5, p. 18-32, 1991.

SCARASSATTI, D.F. **Modelagem dinâmica na projeção de uso do solo em função da rede viária de transportes.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. São Paulo, SP. 2007.

SEOANE, C.E.S.; DIAZ, V.S.; SANTOS, T.L.; Froufe, L.C.M. **Corredores ecológicos como ferramenta para a desfragmentação de florestas tropicais.** Pesquisa Florestal Brasileira (Impresso), v. 30, p. 207-216, 2010.

SHAMON, C.E.;WEAVER,W. **The mathematical treory of communication.** Urbana Il. University of Illinois Press, 1975.

SIMÕES, A.T.**Silvicultura de eucalipto no Rio Grande do Sul: a polêmica continua.** Disponível em:< <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.faculadadedombosco.edu.br%2FdownloadAnexo>>. Acesso em: 09 set. 2012.

STRECK, Edemar Valdir *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2002.

STRECK, E. V. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER / RS, 2008.

STRECK, C.D. *et.al.* **Avaliação da Qualidade das Águas superficiais da bacia o arroio Candiota – RS utilizando sistemas de informação geográfica**. Disponível em: < <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/artigos/candiota.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2012.

STRECK, E. V. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER / RS, 2008.

SOARES - FILHO, B.S. **Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transporte. São Paulo 1998. 299p.

SOARES - FILHO, B.S **Análise de Paisagem: Fragmentação e Mudanças**. Belo Horizonte. 1998. Disponível em: <<http://www.csr.ufmg.br/csr/publicacoes/apostila.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2012.

SOUZA, *et.al.* **Mapeamento do uso e cobertura do solo da área de proteção ambiental do município de Coqueiral – MG, utilizando imagens do satélite SPOT 5**. Disponível em:<Mapeamento do uso e cobertura do solo da área de proteção ambiental do município de Coqueiral – MG, utilizando imagens do satélite SPOT 5>. Acesso em 15 jun 2012.

SOUZA, J. R; REIS, L.N.G. Mapeamento e análise do uso dos solos no município de Ibiá – MG utilizando o *software* SPRING 5.1.8: análise da dinâmica agropecuária. **Revista eletrônica de geografia**, v.3, n.8, p.141-163, dez.2011.

SPLENDOR, F. **Geoquímica das granadas e assembleias de minerais pesados no estudo de proveniência dos sedimentos quaternários da porção sul da bacia de Pelotas, RS**. 2006, 223f. Dissertação (Mestrado em Geociência) – UFRS, Programa de Pós graduação em Geociências, 2006.

SPOHR, R.B. **Fotogrametria e fotointerpretação**. Curso de agronomia. Universidade Federal de Santa Maria. Frederico Westphalen, 2009.

TEIXEIRA, E.T. Geologia. In: Elba Calesso; PIRES, Marçal José Rodrigues (coords). **Estudos Ambientais em Candiota: carvão e seus impactos**. Porto Alegre. FEPAM/FINEP/PDACT/CIAMB/FAPERGS, 2004. (Cadernos de planejamento e gestão ambiental, nº 02).

TEIXEIRA, E. C.; PIRES, M. J. R. (coords). **Estudos Ambientais em Candiota: carvão e seus impactos**. Porto Alegre. FEPAM/FINEP/PDACT/CIAMB/FAPERGS, 2004. (Cadernos de planejamento e gestão ambiental, nº 02).

TOWNSEND T.M., Alegre E.R., Kelley S.T., Wiens J.J., Reeder T.W. 2008. Rapid development of multiple nuclear loci for phylogenetic analysis using genomic resources: an example from squamate reptiles. **Mol. Phylogenet. Evol.** 47:129–142.

TURNER, M.G.; Carpenter, S. At last a journal devoted to ecosystem. **Ecosystems**, v.11, p.1-4, 1998.

TURNER, M.G.; GARDNER, R. H. **Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity**. New York: Springer Verlag, 1990.

TURNER, M.G. Landscape ecology: the effect of pattern on process. **Annual Review of Ecology and Systematics**. 20, p. 171-197. 1989 In: VALENTE, R. D. O.A. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí, SP**. 2001. 161f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2001.

TURNER, M.G., O'Neill, R.V., GARDNER, R.H., Milne, B.T., 1989. Effects of changing spatial scale on the analysis of landscape pattern. **Landscape Ecology**, v. 3, n. 3/4, p. 153-162. 1989.

TURNER, M.G.; GARDNER, R.H. **Quantitative Methods in Landscape Ecology: The analyses and interpretation of landscape heterogeneity**. New York, Springer Verlag, p.3-16, 1991.

VALENTE, R. D. O.A. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí, SP**. 2001. 161f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2001.

VALENTE, R.O.A; VETTORAZZI, C.A. Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbataí. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.62, p.114-119, 2002.

VASSOLER, G.A. **Implementação de um sistema de informações georeferenciado (geoufes) utilizando bibliotecas de software livres em java**. Projeto de graduação do curso de Ciência da computação. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2007.

VETTORAZZI, C. A. ; XAVIER, A.C. Estimativa da dinâmica do índice de área foliar em uma bacia hidrográfica por meio de técnicas de sensoriamento remoto. 2002.

Viana, V. M.; Tabanez, A. A. J.; Batista, J. L. F. Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist Forest, 1997.

VIEIRA, j. **O setor florestal em parceria com a gestão ambiental, 2009**. Disponível EM: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=1427&subject=Gest%20e%20title=O%20setor%20florestal%20em%20parceria%20com%20a%20gest%20ambiental](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1427&subject=Gest%20e%20title=O%20setor%20florestal%20em%20parceria%20com%20a%20gest%20ambiental)>. Acesso em 15 nov. 2012

VIDOR, F. L. R. **Avaliação de processos de inspeção e retratamento de postes de madeira**. Pontifícia universidade católica do Rio Grande do Sul. Programa de pós-graduação em engenharia e tecnologia. Dissertação para a obtenção do título de mestre em engenharia e tecnologia de materiais. Porto Alegre, 2003.



VOLOTÃO, C.F.S. **Trabalho de análise espacial:** métricas do Fragstats, 1998. Trabalho de curso (Pós – Graduação em sensoriamento remoto)- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, SP, 1998.

WIENS, J.A; STENSETH, N.C; VAN HORNE, B. & Ims, R.A.1993. Ecological mechanisms and landscape ecology. *Oikos* 66: 369 -380.

**APÊNDICE A: Dados meteorológicos de 1981 até 2011 da estação de monitoramento atmosférico de Bagé/RS.**

1. Análise meteorológica de 1981.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	139	29,4	18
Fevereiro	161,8	23,9	19,8
Março	41,8	26,9	15,2
Abril	73	24,2	13,7
Maio	194,7	24,9	15,3
Junho	72,4	15,7	7,4
Julho	88	17,7	9,5
Agosto	13,2	21,5	10,7
Setembro	143,4	19,7	10,4
Outubro	42,2	23,2	11,2
Novembro	103	27	15,6
Dezembro	108,8	29,1	16,4

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

2. Análise meteorológica de 1982.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	67,6	29,5	16,1
Fevereiro	161,6	27,4	18
Março	42,7	28,9	17,4
Abril	9,6	26	14,7
Maio	147,2	22,6	11,2
Junho	26,7	17,8	8,8
Julho	122,8	18,5	9,1
Agosto	150,4	19,9	9,6
Setembro	26,1	22,6	11,6
Outubro	181	23	12,4
Novembro	135,1	25,1	13,8
Dezembro	45,7	29,2	17

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 3. Análise meteorológica de 1983.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	113,4	30,5	19,8
Fevereiro	197,9	27,8	18,2
Março	69,9	26,2	15,4
Abril	69,3	23,6	13,4
Maio	162,4	19,4	11,5
Junho	119,7	16,1	6,2
Julho	230,1	15,2	7,5
Agosto	82,9	18,8	9,5
Setembro	127,6	19,9	8,6
Outubro	94,9	24,9	13
Novembro	109,3	26,9	16,2
Dezembro	77,5	30,2	18,1

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 4. Análise meteorológica de 1984.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	217,1	30,5	20,3
Fevereiro	132,6	21	20,9
Março	68,5	27,6	17,2
Abril	198	23	13,6
Maio	300,7	20,8	12
Junho	205	15,6	8,2
Julho	158,4	17,4	7,9
Agosto	67	16,8	7,2
Setembro	128,5	20,1	10,5
Outubro	145,3	25,1	13,4
Novembro	67,2	25,4	13,9
Dezembro	44	27,2	13,9

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 5. Análise meteorológica de 1985.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	43,3	36,6	19,7
Fevereiro	38,9	33,8	13,3
Março	242,1	34,2	10,5
Abril	170	31,8	5
Maio	190,6	28	5,1
Junho	152,8	25,8	1,6
Julho	86,6	23,5	0
Agosto	156,6	27,2	2,4
Setembro	140,7	26,4	1,2
Outubro	70,3	33,8	4,8
Novembro	8,8	39,5	8,5
Dezembro	36	35,8	7,8

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 6. Análise meteorológica de 1986.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	158,1	38,2	13,1
Fevereiro	86,3	35	13
Março	214,5	32,4	11
Abril	155,1	29,7	6,2
Maio	284,7	26,6	1,3
Junho	62,7	26,9	5
Julho	62,6	26,2	1,6
Agosto	169	28	4,2
Setembro	100,9	30	5
Outubro	155,5	30,6	4,2
Novembro	364,4	34,9	5
Dezembro	6,5	33,5	12,7

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 7. Análise meteorológica de 1987.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	246,4	30	18,5
Fevereiro	57,7	30,5	18,8
Março	217,2	29,5	17,7
Abril	247,6	24,6	14,4
Maio	140,6	17,8	8,2
Junho	50,2	18,4	7,9
Julho	227,7	20,2	10,8
Agosto	241,6	18,2	9,2
Setembro	189,9	19,3	8,4
Outubro	57,6	24,1	12,7
Novembro	113,8	26,8	15,4
Dezembro	182,2	28,7	16,5

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 8. Análise meteorológica de 1988.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	140,2	29,8	18,4
Fevereiro	28,5	27,9	17,4
Março	85,5	30,5	19,2
Abril	47,6	23,2	11,3
Maio	16,5	18,1	7,3
Junho	1,4	16,1	6,1
Julho	1,7	17,6	7,4
Agosto	44,8	20,4	9,5
Setembro	121,8	19,6	9,6
Outubro	39,8	24,5	11,4
Novembro	44,3	27,9	13,9
Dezembro	1,4	32,9	17,9

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 9. Análise meteorológica de 1989.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	132,3	38,8	15,7
Fevereiro	1,1	37,5	13,6
Março	55,7	35,8	10
Abril	73,8	32,8	9
Maio	5,4	29	5
Junho	0	25,2	0,6
Julho	25,4	27,8	-1,1
Agosto	58,8	30,6	2,8
Setembro	58,2	27,8	4,3
Outubro	37	33	5,3
Novembro	69,7	35	7,1
Dezembro	37,2	36,8	11,6

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 10. Análise meteorológica de 1990.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	36,8	33,8	19,3
Fevereiro	460,4	28,4	19,5
Março	293,4	25,6	17,3
Abril	138,8	24	15,8
Maio	87,2	20,1	10,1
Junho	14,3	16,7	6,6
Julho	71,2	16,3	7
Agosto	127,3	22,1	10,7
Setembro	196,4	19,2	9,4
Outubro	115,5	25,4	15,1
Novembro	226,6	27,7	16,2
Dezembro	155,4	28	15,8

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 11. Análise meteorológica de 1991.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	45,4	30	17,3
Fevereiro	15,5	30,6	17
Março	108,4	29	17,8
Abril	532	24,1	14,5
Maio	116,8	22,6	14
Junho	103,8	17,4	9,2
Julho	143,8	17,6	8
Agosto	13,1	20	11,1
Setembro	67,2	22,1	11,5
Outubro	156,8	23,1	13,4
Novembro	119,1	24,7	14,8
Dezembro	192,7	28,9	18,7

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 12. Análise meteorológica de 1992.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	132	28,7	18,1
Fevereiro	182,5	28,2	19,7
Março	110,3	27,7	18,1
Abril	460,6	23,1	15
Maio	183,5	19,2	10,4
Junho	215,8	19,9	11
Julho	168,7	14,6	5,6
Agosto	73,7	19,6	8
Setembro	126,9	20,3	10,6
Outubro	98,7	23,8	12,2
Novembro	23,9	25,7	13,4
Dezembro	77,4	29	16,5

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 13. Análise meteorológica de 1993.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	304,7	29,4	19,9
Fevereiro	53,8	28	17,5
Março	16,6	28,8	17,6
Abril	85,9	26	15,6
Maio	359	19,9	11
Junho	180,3	17,8	9,2
Julho	133,2	15,7	7,4
Agosto	23,8	20,9	9,2
Setembro	33	19,5	9,6
Outubro	172,6	24,1	14,4
Novembro	169,1	25,5	15,4
Dezembro	286,7	28,1	16,6

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 14. Análise meteorológica de 1994.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	111,6	29,2	16,9
Fevereiro	188,8	27	17,7
Março	137,8	26,8	16,2
Abril	95,2	24,1	13,2
Maio	121,3	22,6	13,3
Junho	121,3	18,3	9,7
Julho	212,5	18,9	8,4
Agosto	102,5	19,7	8,5
Setembro	63	22,7	11,6
Outubro	179,2	22,8	-
Novembro	67,2	26,1	-
Dezembro	128,5	31,8	18,8

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).



## 15. Análise meteorológica de 1995.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	51	30,4	18,7
Fevereiro	269,4	28,8	17,3
Março	108,7	27,3	15,7
Abril	85,3	24,5	13,1
Maio	128,2	19,6	9,8
Junho	89,7	17,8	7,2
Julho	373,1	19,1	10,5
Agosto	36,3	19,2	9,2
Setembro	113,5	20,7	10,4
Outubro	132,3	22,3	11
Novembro	49,4	27,3	15,6
Dezembro	35,9	31	16,9

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 16. Análise meteorológica de 1996.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	219,8	28,9	18,4
Fevereiro	127,9	28,9	17,7
Março	48,1	27,6	16,8
Abril	234,7	24,4	14,8
Maio	8,6	20,6	9,4
Junho	62,2	16	5,2
Julho	11,1	15,7	5,2
Agosto	156,7	21,8	10,5
Setembro	70,9	19,4	9,6
Outubro	103,5	24,1	13,9
Novembro	35,7	27,4	15
Dezembro	68,8	30	18,1

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 17. Análise meteorológica de 1997.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	58,3	32,3	19,5
Fevereiro	308,1	27,8	18
Março	40,4	27,5	15,6
Abril	121,3	24,5	13,6
Maio	173,5	21,2	10,7
Junho	125	16,8	8,7
Julho	107,2	19,5	10,3
Agosto	141,3	21,5	11,3
Setembro	64,8	20,6	10,9
Outubro	217,9	22,7	13,5
Novembro	155	25,7	15,8
Dezembro	304,2	27,9	16,8

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 18. Análise meteorológica de 1998.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	235,8	27,4	17,6
Fevereiro	223,9	27	18
Março	143,8	24,5	15,6
Abril	273,4	22	14,3
Maio	174,3	19,8	11,4
Junho	207,9	17,4	8,5
Julho	99,6	18,3	9,9
Agosto	204,1	17,5	9,4
Setembro	90,4	19,1	9,7
Outubro	59,2	24,5	12,6
Novembro	117,2	26,8	14,1
Dezembro	105,5	27,6	16,5

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 19. Análise meteorológica de 1999.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	61,7	29,1	17,7
Fevereiro	65,5	29,1	16,6
Março	85,2	29,3	18,3
Abril	137,4	21,3	12,6
Maio	74,1	18,5	9,9
Junho	125,6	17	8
Julho	76,7	16,7	8,6
Agosto	56,9	20,4	9,7
Setembro	94,8	21,1	10,9
Outubro	126,3	21,8	12,2
Novembro	23,8	26	13,5
Dezembro	48,3	29,4	16,2

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 20. Análise meteorológica de 2000.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	98,9	31,1	17,6
Fevereiro	105,6	28,3	17,6
Março	142,3	25,8	15,6
Abril	162,4	24,3	15,1
Maio	309,3	18,7	10,8
Junho	149,4	18,3	10,2
Julho	153,3	15	6
Agosto	58,9	19,5	8,6
Setembro	145,7	20,6	9,7
Outubro	137,6	22,3	14
Novembro	133,5	24	13,7
Dezembro	105,3	27,9	16,6

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 21. Análise meteorológica de 2001.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	158,2	28,3	18,8
Fevereiro	79,8	29,9	20
Março	155,6	27,9	19,5
Abril	333,1	22,8	14,9
Maio	58,8	18,6	11,2
Junho	250,5	18,5	10,9
Julho	138,3	17,9	8,7
Agosto	50,8	22,5	12,9
Setembro	340,2	19,1	11,3
Outubro	248,6	23,2	15
Novembro	176,9	25,2	14,3
Dezembro	94,4	26,3	16

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 22. Análise meteorológica de 2002.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	236	23,8	17,7
Fevereiro	63,9	27,1	17,3
Março	296,6	28,1	20,1
Abril	325,8	21,9	14,3
Maio	93,7	21,4	13,6
Junho	159,5	16,8	8,2
Julho	142,6	16,6	8,6
Agosto	269,9	19,9	10,7
Setembro	265	19,1	9,1
Outubro	260,6	24,4	15,3
Novembro	154,8	25,8	15,6
Dezembro	414,4	26,8	17,1

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 23. Análise meteorológica de 2003.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	47,7	30,1	17,9
Fevereiro	258,2	28,6	18,7
Março	279,1	26,2	16,6
Abril	336,1	21,9	13
Maio	175	20,1	11,3
Junho	179,2	17,8	10,5
Julho	61,9	17,3	7,7
Agosto	1001,1	17,6	7
Setembro	78,4	20	8,8
Outubro	167,9	24,3	12,7
Novembro	194,4	25,8	13,9
Dezembro	124,3	25,9	14,7

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 24. Análise meteorológica de 2004.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	46	29,3	17,7
Fevereiro	185,8	27,5	16,3
Março	16,4	28	15,9
Abril	223,8	26,1	15,3
Maio	202,9	17,6	9,7
Junho	62,5	19,2	10
Julho	132,2	17,1	7,4
Agosto	61,3	19,4	9,3
Setembro	162,3	21,6	11,3
Outubro	119	22,5	10,6
Novembro	110,3	24,4	13,7
Dezembro	38,8	28,3	15,5

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 25. Análise meteorológica de 2005.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	92,1	32,2	18,4
Fevereiro	70	29,4	17,5
Março	68,8	28,6	16,5
Abril	165,6	22,9	12,7
Maio	154,6	20,8	12,3
Junho	75	20,1	13,2
Julho	58,6	17,5	8,9
Agosto	95,1	20	10,3
Setembro	141,8	17,5	8,9
Outubro	172,8	28	14,3
Novembro	16,1	28	14,3

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 26. Análise meteorológica de 2006.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	165	30,8	18,7
Fevereiro	48,4	29,9	17,6
Março	66	28,5	16,7
Abril	68,3	24,2	13,6
Maio	96,1	18,2	8,5
Junho	82,5	18,8	9,2
Julho	58,6	20,3	11
Agosto	56,9	18,1	7,9
Setembro	98,3	19,7	8,8
Outubro	64,3	25,3	13,2
Novembro	167	25,4	14,4
Dezembro	112,9	30	17,9

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 27. Análise meteorológica de 2007.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	67,6	29,7	18,2
Fevereiro	90,7	29,5	18,3
Março	254,5	27,6	18,6
Abril	70,9	24,9	15,4
Maio	30,5	17,1	7,6
Junho	185,6	16,4	8
Julho	78	14,3	4,6
Agosto	200,7	15,6	7
Setembro	66,5	22,6	13,1
Outubro	160,6	23,4	14,3
Novembro	61,8	25,2	12,6
Dezembro	53,2	29,7	15,9

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 28. Análise meteorológica de 2008.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	33,9	29,6	17,4
Fevereiro	111,1	28,7	18
Março	87,7	27,4	16,6
Abril	101,4	24,1	12,9
Maio	97,5	20,1	10,6
Junho	174,4	14,9	7,2
Julho	123,3	19,1	11,6
Agosto	181,8	18,2	7,5
Setembro	94,5	18,5	8,7
Outubro	98,9	22,6	12,4
Novembro	121,9	27,7	15,2
Dezembro	104,8	28,1	16

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 29. Análise meteorológica de 2009.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	110,3	28,5	16,8
Fevereiro	158,1	28,5	17,7
Março	63,2	27,4	16,9
Abril	0,8	25,5	13
Maio	126,1	22,3	11,3
Junho	44,3	16,1	6,6
Julho	59,5	14,7	5,2
Agosto	210,2	20,4	10,6
Setembro	248,9	18,9	10,1
Outubro	140	22,9	11,1
Novembro	582,7	26,2	16,8
Dezembro	136,7	27	16,6

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).

## 30. Análise meteorológica de 2010.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	212,7	29	18,2
Fevereiro	225,4	29,2	19,4
Março	77,3	27,5	17
Abril	81,3	24	12,7
Maio	102,7	19,7	11,6
Junho	106,8	17,1	8,4
Julho	261,1	17,3	6,8
Agosto	40	17,3	7,5
Setembro	116,5	20,7	10,8
Outubro	30,2	23	10,9
Novembro	35,6	26,5	13
Dezembro	65	30,8	16,6

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).



## 31. Análise meteorológica de 2011.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (milímetros)</b>	<b>Temperatura (máxima)</b>	<b>Temperatura (mínima)</b>
Janeiro	72,7	32,4	20,7
Fevereiro	105,6	30,6	20,1
Março	101	29,1	15,4
Abril	110,2	26,4	13,5
Maio	73,2	20,6	9,6
Junho	115	17,3	7,4
Julho	126,5	16,5	6,7
Agosto	107,4	18	7,6
Setembro	69,5	22,3	9,5
Outubro	114,6	23,7	11,9
Novembro	75,3	28,6	13,9
Dezembro	59,1	26,8	15,6

Fonte: Próprio autor (2012), a partir de dados do INMET (2012).