



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**APLICAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO DIGITAL DE IMAGENS
ORBITAIS NO MAPEAMENTO DE USO DA TERRA**

VERÔNICA T. M. DOS SANTOS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM GEOLOGIA N° 205

**BRASÍLIA / DF
2006**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística pela oportunidade de realização desta dissertação de mestrado.

Aos ibegeanos que torceram por mim e muito contribuíram para que eu chegasse até aqui, em especial ao colega Marcelo A. Nunes.

À querida Helge Sokolonski, pela grande e imensurável ajuda no repasse da sua experiência e conhecimento, em todos os momentos necessários. Ao colega Ilton Lenzi pela contribuição irrestrita a mim repassada.

À Maria Iracema Gonzales e Suely Gonzales, grandes incentivadoras e responsáveis pela realização deste mestrado.

Ao Prof. Dr. José Wilson Corrêa Rosa pela orientação e pela confiança em mim depositadas na execução desta dissertação.

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto Meneses, pelo imenso apoio e conhecimento a mim transmitido.

A Dra. Mônica Veríssimo dos Santos, pelo apoio na coleta de informações de campo, e na elaboração de um plano de trabalho.

Aos colegas Cristhian, Laiza e Miguel Arcanjo, pela amizade, confiança e paciência nestes dois anos de convívio. Ao bom amigo Sergio Paulo Ferreira de Brito, por todo apoio e amizade fornecidos.

Aos meus queridos filhos Daniel e Bruno, pelo apoio na área de informática e a minha mãe e minha filha, Vera Lúcia e Giovana, pelo amor, compreensão e incentivo.

Ao meu marido Silvio, pelas muitas discussões e por suas sugestões e contribuições.

E todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

“Liberdade é querer o que a gente pode”.

Jean-Paul Sartre

RESUMO

O mapeamento de uso e ocupação da terra é um eficaz instrumento de suporte ao planejamento e ao ordenamento do território, na medida que retrata a dinâmica das formas de ocupação e de organização do espaço. Diversos mapeamentos foram realizados em nosso país, com a utilização de diversas metodologias e a criação de variados sistemas de classificação de uso e cobertura da terra, em função das necessidades específicas de cada instituição produtora. Este estudo apresenta o desenvolvimento de uma metodologia padrão para a produção de mapeamentos de uso e cobertura da terra, baseada na técnica de classificação digital de imagens orbitais orientada a objetos. Um novo sistema de classificação hierárquico para o mapeamento de uso e cobertura da terra foi desenvolvido para a área de estudo selecionada, a Área de Proteção Ambiental Gama Cabeça-de-Veados, no Distrito Federal. Este novo sistema de classificação apresenta cinco níveis e baseou-se em estruturas hierárquicas já consagradas: a do programa *CORINE land cover* e a do projeto *Uso da terra* da Fundação IBGE. Foram utilizadas imagens orbitais dos satélites LANDSAT7, para os mapeamentos nas escalas 1:250.000 e 1:100.000, SPOT5 para a escala 1:50.000 e as imagens do satélite QUICKBIRD II, para a escala 1:25.000. Para a técnica de classificação digital de imagens orbitais orientada a objetos, foi utilizada a classificação por regiões existente no aplicativo SPRING 4.2, do INPE. Trabalhos e verificações em campo, o uso de dados sócio-econômicos e de documentação disponível em diversas Instituições, complementou o desenvolvimento dos referidos mapeamentos. Resultados desta pesquisa mostraram que quanto maior a escala de mapeamento, conseqüentemente maior a categorização do uso e cobertura da terra, e mais necessária se torna à utilização de informações auxiliares adicionadas aos dados de Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

The mapping of land use and land cover is an efficient instrument of support to the planning and the order of the territory, in the measure that portrays the dynamics of the forms of occupation and organization of the space. Diverse mappings had been carried through in our country, with the use of diverse methodologies and the creation of varied systems of classification of land use and land cover, in function of the specific necessities of each producing institution. This study presents the development of a methodology standard for the production of mappings of land use and land cover, based in the technique of digital classification of orbital images objects-oriented. A new system of hierarchic classification for the mapping of land use and land cover was developed for the selected area of study, the Area of Ambient Protection Gama Cabeça-de-Veados, in the Distrito Federal. This new system of classification presents five levels and was based on consecrated hierarchic structures already: of program *CORINE land cover* and of the project the *Land Use* of Foundation IBGE. Orbital images of satellites LANDSAT7, for the mappings in scales 1:250.000 and 1:100.000, SPOT5 for scale 1:50.000 and the images of satellite QUICKBIRD II, for scale 1:25.000, had been used. For the technique of digital classification of orbital images objects-oriented, the existing bucket sort in applicatory SPRING 4.2 was used, of the INPE. Works and verifications in field, the use of partner-economic data and available documentation in diverse Institutions, it complemented the development of the cited mappings. Results of this research had shown that how much bigger the mapping scale, consequently bigger the class of the use and covering of the land, more necessary e if becomes the use of information auxiliary added to the data of Remote Sensing.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	11
CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 MAPEAMENTO DE OCUPAÇÃO DO SOLO COM IMAGENS ORBITAIS.....	14
2.2 METODOLOGIAS PARA PRODUÇÃO DE MAPEAMENTOS COM IMAGENS ORBITAIS.....	15
2.2.1 Pré-processamento.....	16
2.2.2 Transformação de Bandas.....	18
2.2.3 Extração da Informação Temática.....	19
2.2.3.1 Classificação por Regiões.....	20
2.2.3.2 Algoritmo ISOSEG.....	22
2.2.3.3 Algoritmo BHATTACHARYA.....	22
2.2.4 Integração das Informações Auxiliares.....	23
2.2.4.1. Modelos Digitais do Terreno (MDT).....	24
2.2.4.1.1 Modelo Digital do Terreno derivado de Imagens Orbitais.....	25
2.3 AVALIAÇÃO DA EXATIDÃO TEMÁTICA DOS MAPEAMENTOS.....	25
2.4 PROGRAMAS OPERACIONAIS DE CARTOGRAFIA DE OCUPAÇÃO DO SOLO.....	28
2.5 O PROJETO CORINE LAND COVER (CLC).....	31
2.5.1 <i>CORINE Land Cover</i> – Especificações Técnicas.....	32
2.5.2 <i>CORINE Land Cover</i> - Nomenclatura.....	32
2.5.3 <i>CORINE Land Cover</i> – Estrutura do Banco de Dados.....	35

2.6 O PROJETO USO DA TERRA DO IBGE.....	37
2.7 O SATÉLITE LANDSAT 7 ETM+.....	41
2.8 O SATÉLITE SPOT5.....	43
2.9 O SATÉLITE QUICKBIRD.....	44
CAPÍTULO 3 – MATERIAL E MÉTODOS.....	47
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	47
3.1.1 Unidades de Preservação.....	49
3.1.2 Clima.....	52
3.1.3 Geomorfologia.....	52
3.1.4 Geologia.....	53
3.1.5 Solos.....	56
3.1.6 Hidrografia.....	56
3.1.7 Vegetação.....	60
3.2 MATERIAL E EQUIPAMENTOS.....	63
3.3 METODOLOGIA.....	66
3.3.1 Definição das Especificações Técnicas para o Mapeamento de Cobertura.....	67
3.3.2 Escolha das Imagens Orbitais.....	68
3.3.3 Trabalhos de Campo.....	69
3.3.4 Pré-processamento das Imagens Orbitais.....	71
3.3.4.1 Fusão das Imagens QuickBird.....	71
3.3.4.2 Correção Geométrica das Imagens.....	72
3.3.5 Classificação das Imagens Orbitais.....	73
3.3.6 Definição do Padrão de Uso.....	74
3.3.7 Banco de Dados para o Mapeamento de Uso e Cobertura da terra.....	74
3.3.8 Mapas de Uso e Cobertura da Terra.....	75

3.3.9 Análise da Exatidão Temática do Mapeamento de Uso e Cobertura da terra.....	76
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	78
4.1 NOMENCLATURA PARA O MAPEAMENTO DE USO E COBERTURA DA TERRA.....	78
4.2 PRÉ-PROCESSAMENTO DAS IMAGENS ORBITAIS.....	88
4.3. CLASSIFICAÇÃO DIGITAL DAS IMAGENS ORBITAIS.....	92
4.4 AVALIAÇÃO DA EXATIDÃO TEMÁTICA DO MAPEAMENTO.....	100
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES.....	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
APÊNDICE 1 – Levantamento com DGPS realizado na área da APA Gama Cabeça-de-Veado.....	109
APÊNDICE 2 – Levantamento Cinemático Gps – <i>Stop And Go</i> – realizado na área da APA Gama Cabeça-De-Veado.....	110
APÊNDICE 3 – Nomenclatura para o mapeamento de uso e ocupação da terra.....	112
APÊNDICE 4 – Pontos de Controle utilizados na correção geométrica da imagem Landsat7 ETM+.....	113
APÊNDICE 5 - Pontos de Controle utilizados na correção geométrica da imagem SPOT5.....	115
APÊNDICE 6 - Pontos de Controle utilizados na ortorretificação da imagem Quickbird.....	116
APÊNDICE 7 – Mapas de Uso e Ocupação da Terra Nas Escalas 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000 E 1:25.000.....	117
APÊNDICE 8 - Matriz de Erro e Indicadores de Exatidão.....	122

LISTA DE FIGURAS

2.1 – Estrutura lógica da Nomenclatura do Projeto CORINE <i>Land Cover</i>	33
2.2 – Estrutura Metadados do <i>CLC2000</i>	36
2.3 – Fluxograma das etapas do processo de levantamento e classificação do uso e cobertura da terra – IBGE.....	39
3.1 – Localização da área de estudo.....	48
3.2 – Unidades de Conservação e áreas Protegidas - APA Gama Cabeça-de-Veado.....	50
3.3 – Unidades de Conservação e áreas Protegidas da APA Gama Cabeça-de-Veado.....	51
3.4 – Unidades Geomorfológicas da APA Gama Cabeça-de-Veado.....	54
3.5 – Geologia da APA Gama Cabeça-de-Veado.....	55
3.6 – Pedologia da APA Gama Cabeça-de-Veado.....	58
3.7 – Bacias Hidrográficas da APA Gama Cabeça-de-Veado.....	59
3.8 – Vegetação da APA Gama Cabeça-de-Veado.....	62
3.9 – Fluxograma da metodologia de trabalho.....	66
4.1 – Distribuição dos Pontos de Controle para a ortorretificação da imagem Quickbird.....	90
4.2 – Análise visual da imagem Quickbird ortorretificada.....	91
4.3 – Resultado da segmentação da imagem Landsat7 – 8 X 42.....	93
4.4 – Resultado da segmentação da imagem SPOT5 – 8 X 50.....	93
4.5 – Resultado da segmentação da imagem Quickbird – 7 X 1200.....	94
4.6 – Mapa de uso e ocupação da terra – 1: 250.000.....	96
4.7 – Mapa de uso e ocupação da terra – 1: 100.000.....	97
4.8 – Mapa de uso e ocupação da terra – 1: 50.000.....	98
4.9 – Mapa de uso e ocupação da terra – 1: 25.000.....	99

LISTA DE TABELAS

2.1 – Qualidade da classificação associada aos valores do coeficiente <i>Kappa</i>	28
2.2 – Caracterização de programas de cartografia da ocupação do solo com imagens de satélite.....	30
2.3 – Nomenclatura CORINE <i>Land Cover</i>	34
2.4 – Legenda para o Mapeamento de cobertura e uso da terra – Brasil.....	40
2.5 – Características Técnicas do satélite Landsat 7 ETM+.....	42
2.6 – Resoluções do Sensor - Landsat 7 ETM+.....	42
2.7 – Características Técnicas do SPOT5.....	43
2.8 – Resoluções dos Sensores - SPOT5.....	44
2.9 – Características Técnicas do satélite Quickbird II.....	45
2.10 – Produtos Quickbird II.....	46
3.1 – Localidades Urbanas e Rurais que compõe a APA Gama Cabeça-de-Veado.....	49
3.2 – Especificações Técnicas mapeamento de uso e cobertura da terra.....	68
3.3 – Satélites orbitais de observação da Terra recomendados para o mapeamento de uso e cobertura da terra.....	69
4.1 – Valores obtidos para os testes de Exatidão Temática.....	100

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

O monitoramento das mudanças na paisagem no contexto da gestão do território é de fundamental importância na adoção de estratégias para o desenvolvimento sustentável do país. A importância e a necessidade de estudos e de mapeamento do uso e cobertura da terra no Brasil, justifica-se por sua utilização como instrumento de suporte e orientação para ações promotoras da sustentabilidade do desenvolvimento. Dentre essas ações, segundo o IBGE (2004b), este mapeamento fornecerá subsídios para as análises e as avaliações de impactos ambientais como aqueles provenientes de desmatamentos, da perda da biodiversidade, das mudanças climáticas, das doenças reincidentes, ou ainda, gerados pela ocupação desordenada.

Segundo a EEA (2003), entende-se como cobertura/ocupação da terra o elemento (feição) natural da terra, a vegetação (natural ou plantada), as construções criadas pelo homem, além da água, do gelo, rochas, areia e superfícies similares; e define-se uso da terra como uma série de processos desenvolvidos pelo homem com a intenção de obter produtos e/ou benefícios, através do uso de recursos da terra, tais como agrícola, habitacional, preservação ambiental etc.

O projeto Uso da terra da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, compreende atividades inerentes ao mapeamento sistemático do uso e cobertura da terra. Tem como objetivos gerais, o recobrimento do país em termos da classificação dos tipos de cobertura e de uso da terra, a análise dos impactos e a definição dos indicadores da qualidade ambiental. O levantamento é feito por folha do corte cartográfico internacional na escala 1:250.000, com edição final na mesma escala.

O desenvolvimento deste projeto teve como referência vários documentos internacionais destacando-se, o *CORINE Land Cover (Coordination of Information on the*

Environment)- programa da Comunidade Européia, cuja sistemática metodológica oferece um referencial bastante rico para estruturação de um roteiro de procedimentos na compilação de dados sobre uso e cobertura da terra e no monitoramento das mudanças na paisagem.

A nomenclatura estabelecida pelo Programa *CORINE Land Cover* para as categorias de cobertura da terra compreende três níveis bem definidos em função da escala de trabalho: o primeiro nível compreende maiores categorias de cobertura da terra para o planeta; o segundo nível é utilizado para escalas de 1:500.000 a 1:1.000.000; e o terceiro nível deverá ser utilizado para projetos na escala 1:100.000. Um quarto nível poderá ser adicionado e corresponderá a uma informação mais detalhada e em escalas maiores que os outros níveis, a partir da derivação de categorias do terceiro nível.

O projeto Uso da terra do IBGE elaborou uma nomenclatura para o mapeamento do Brasil, onde os diversos níveis mantiveram coerência hierárquica e as classes apresentaram-se representativas e relevantes. A cobertura para o Nível I é definida via interpretação de imagem, e é empregada em escalas globais. A cobertura para o Nível II define-se pelo refinamento da interpretação da imagem associada a informações bibliográficas e é utilizada para mapeamentos na escala 1:250.000.

A adaptação e a criação de procedimentos e níveis de classificação de cobertura da terra, nacionalmente homogêneos, preocupando-se, inclusive, em utilizar linguagem e nível de detalhamento semelhante aos adotados por outros países, visará uma comparabilidade internacional dos resultados.

Neste sentido, este estudo teve como objetivo, o desenvolvimento de uma metodologia para a produção de mapeamentos de uso e cobertura da terra, baseada na técnica de classificação digital de imagens orbitais, orientada a objetos. Para tanto, desenvolveu um novo sistema de classificação hierárquico de uso e ocupação da terra em uma área de estudo, a Área de Proteção Ambiental Gama Cabeça-de-Veados, no Distrito Federal. Este novo sistema de

classificação para o mapeamento de uso e ocupação da terra apresenta cinco níveis e baseou-se nas estruturas hierárquicas já mencionadas. Foi realizada uma extrapolação da metodologia definida para o projeto Uso da terra da Fundação IBGE, com a adição de três níveis de classificação à nomenclatura já existente que corresponderam a informações mais detalhadas e em escalas maiores.

Foram utilizadas imagens orbitais dos satélites LANDSAT 7, para os mapeamentos nas escalas 1:250.000 e 1:100.000 (nível II e nível III, respectivamente), do SPOT 5 para a escala 1:50.000 (nível IV) e as imagens do satélite QUICKBIRD II, para a escala 1:25.000 (nível V).

Para a técnica de classificação digital de imagens orbitais, orientada a objetos, foi utilizada a classificação por regiões existente no aplicativo SPRING 4.2, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Na implementação e execução deste estudo, além da interpretação e classificação digital de imagens orbitais, trabalhos e verificações de campo, o uso de dados sócio-econômicos dos diversos censos e de documentação disponível, no IBGE e em outras Instituições, completou os instrumentos de desenvolvimento da referida metodologia.

Como etapa final na produção de qualquer mapeamento temático foi realizado um teste estatístico, o do coeficiente de concordância Kappa, que atestou a exatidão do mapeamento produzido na maior escala, 1:25.000, certificando a metodologia desenvolvida para este estudo.

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 MAPEAMENTO DE OCUPAÇÃO DO SOLO COM IMAGENS ORBITAIS

Com o lançamento do primeiro satélite de observação da Terra na década de 1970, vários métodos para produção de mapeamentos de uso e ocupação do solo com base em imagens de satélite foram desenvolvidos.

O conseqüente surgimento das imagens de satélite possibilitou, além da criação de um nível de percepção mais global, complementar as fotografias aéreas e os levantamentos de campo, com a obtenção de informações de grandes extensões da superfície terrestre.

A cartografia temática de uso e ocupação do solo é uma ferramenta indispensável em estudos ambientais, no ordenamento e planejamento do território, bem como nas políticas de gestão dos recursos naturais. A produção desta cartografia inicialmente era feita com base na análise visual das imagens orbitais, de modo semelhante às técnicas de fotointerpretação utilizadas nas fotografias aéreas. Esta forma analógica de interpretação pode ser totalmente dependente da experiência e do conhecimento do fotointérprete, fatores estes determinantes sobre a qualidade do resultado final.

Segundo Caetano (2002), durante muitos anos, os mapas de ocupação do solo produzidos a partir de classificação digital de imagens tinham uma precisão pequena e bastante inferior aos produzidos com base em interpretação visual das imagens, fazendo com que a maior parte dos primeiros programas operacionais fossem baseados na análise visual, como por exemplo, o projeto CORINE *land cover*.

Foram criados métodos digitais de classificação de imagens, reduzindo a participação do intérprete humano e ao mesmo tempo considerando algumas características do meio, e não

exclusivamente o valor radiométrico do *pixel*, levando ao desenvolvimento de novos aplicativos.

O sucesso da utilização das imagens no mapeamento temático de uso e cobertura da terra depende não só da adequação das imagens escolhidas para a produção cartográfica com determinadas especificações técnicas (escala, unidade mínima de mapeamento, nomenclatura), mas também da metodologia, características da área de estudo, e da qualidade geométrica e radiométrica das imagens orbitais.

2.2 METODOLOGIAS PARA PRODUÇÃO DE MAPEAMENTOS TEMÁTICOS COM IMAGENS ORBITAIS

Segundo Caetano (2002), não existe uma metodologia padrão para produção automática, ou mesmo semi-automática, da cartografia temática a partir de imagens orbitais, mas algumas mais aceitas do que outras.

O processamento digital de imagens de satélites visando à produção do mapeamento de uso e ocupação do solo, incluem as seguintes fases: pré-processamento, transformação de bandas, extração de informação temática, integração de informação auxiliar e avaliação da qualidade dos mapas produzidos (Jensen, 1996). A realização de cada fase não se torna obrigatória, mas dependente da estratégia adotada para produção e da infra-estrutura disponível.

2.2.1 Pré-processamento

A qualidade dos dados e das informações utilizadas para a análise e para a interpretação de quaisquer fenômenos que ocorram na superfície da Terra, extraídas das imagens orbitais, são as bases para a construção de representações corretas da realidade e de uma base capaz de fornecer subsídios à tomada de decisão.

Segundo Fonseca (2000), as imagens brutas, ou seja, sem nenhum tipo de correção, contém algumas distorções radiométricas e geométricas que devem ser corrigidas antes de serem usadas nas aplicações. Esta etapa de correção das distorções é conhecida como pré-processamento. A utilização de técnicas de pré-processamento constitui uma das etapas mais importantes do processamento digital. Embora alguns tipos de distorções sejam corrigidas na estação de recepção de imagens há ainda a necessidade de se realizar algumas correções antes da fase de processamento de imagens, propriamente dita.

As distorções geométricas podem ocorrer em função das variações de altitude, atitude e velocidade do satélite, curvatura da Terra, refração atmosférica, dentre outras.

A correção geométrica mais realizada, usualmente denominada Registro, é feita pelo ajustamento de um polinômio que converte as coordenadas espaciais da imagem (i.e., linha e coluna) nas coordenadas de um sistema cartográfico de projeção. O polinômio é calculado com base nas coordenadas de um conjunto de pontos de controle identificados na imagem em um mapa topográfico ou em um levantamento de campo com GPS (Sistema de Posicionamento Global).

Neste processo de correção geométrica da imagem, cada *pixel* corrigido adquire uma nova localização, além de receber um novo valor para o nível de cinza (CCRS, 2001). Este valor para o novo nível de cinza é atribuído por um processo denominado reamostragem.

A reamostragem pode ser realizada através do método Vizinheiro mais próximo, ou pelas interpolações Bilinear ou Convolução Cúbica.

Diversos fatores ao longo dos anos tornaram as imagens orbitais mais sensíveis aos impactos das distorções geométricas, tais como:

- algumas imagens, denominadas de alta resolução espacial, apresentam resolução espacial fina (submétrica);
- os produtos resultantes do processamento das imagens são totalmente digitais e sua interpretação é realizada em computadores;
- a fusão de imagens de diferentes fontes (diferentes plataformas e sensores) é atualmente muito utilizada, e
- a integração de dados de vários formatos (raster e vetorial) é uma realidade atual.

Visando principalmente as imagens de alta resolução espacial foram desenvolvidas diversas metodologias para correção de sua geometria.

Dentre essas metodologias destaca-se a ortorretificação, considerada um tipo de correção geométrica para fotografias aéreas mas que é também utilizada em imagens de satélite.

A ortorretificação é uma correção da imagem, “pixel-a-pixel”, com relação à distorção topográfica. Com essa correção, toda a imagem parece ser adquirida com visão de topo, isto é, a imagem fica em uma projeção ortogonal (Schowengerdt, 1997).

Segundo Cerqueira (2004), a ortorretificação é baseada em uma fundamentação matemática e geométrica que reflete a realidade física da geometria da visada do sensor.

Os métodos mais usados para ortorretificação são baseados nas informações relacionadas ao sensor, usando um modelo do sensor que pode ser de dois tipos: físico ou genérico. A principal diferença é que os modelos físicos são rigorosos e, requerem conhecimentos específicos do sensor na hora do imageamento (dados da calibração do sensor,

informações da órbita do satélite e atitude do sensor). O modelo genérico do sensor, por outro lado, é um modelo independente que não precisa para o processamento da imagem, do conhecimento de características do sensor e dos fenômenos físicos que envolvem a formação da imagem.

2.2.2 Transformação de Bandas

No intuito de melhorar a extração de informações em uma imagem aplica-se uma transformação de bandas que é um conjunto de procedimentos e de operações que não apresentam a adição de uma nova informação à imagem, mas uma redistribuição da informação original em uma forma mais útil (Schowengerdt, 1997).

Dentre as transformações de bandas mais utilizadas destaca-se a transformação por componentes principais (PC), índices de vegetação, filtros espaciais para realçar elementos de superfície com determinadas características e a transformada *Tasseled Cap*.

Segundo Huete (1989), os índices de vegetação são combinações matemáticas de duas ou mais bandas com o objetivo de estimar a abundância da vegetação em cada *pixel*. Em geral, os índices utilizam as bandas do Vermelho e do Infravermelho próximo, pois a relação entre as reflectâncias nessas bandas é proporcional à abundância de vegetação.

O objetivo de uma transformação por Componentes Principais (PC) é, a partir das bandas originais da imagem multiespectral, gerar novas bandas não correlacionadas, i.e., sem redundância da informação. Essa técnica é útil para realçar o conteúdo da informação, segregar componentes de ruído e reduzir a dimensionalidade do conjunto de dados.

2.2.3 Extração da informação temática

Os principais métodos para extração da informação temática para o mapeamento da cobertura do solo são: a análise visual da imagem, classificação automática e processos semi-automáticos.

A interpretação visual da imagem consiste na identificação visual de áreas, *pixels* pertencentes a uma mesma classe de mapeamento, e sua delimitação.

As interpretações das imagens orbitais realizadas de forma analógica dependem exclusivamente da experiência e conhecimento do intérprete, que são fatores determinantes na qualidade do produto final.

Segundo Curran, (1993), a informação espectral de uma cena pode ser representada por uma imagem espectral, onde cada *pixel* tem as coordenadas espaciais x e y e a coordenada espectral L , que representa a radiância de um alvo no intervalo de comprimento de onda de uma banda espectral. Cada *pixel* de uma banda possui uma correspondência espacial com um outro *pixel*, em todas as outras bandas, ou seja, para uma imagem de k bandas, existem k níveis de cinza associados a cada *pixel*, sendo um para cada banda espectral.

O conjunto de características espectrais de um pixel é designado pelo termo “atributos espectrais”.

A classificação digital consiste no processo de extração de informações em imagens com a finalidade de reconhecer padrões e objetos homogêneos e são utilizadas em sensoriamento remoto para mapear áreas da superfície terrestre que correspondem aos temas de interesse (INPE, 2002).

Esses classificadores podem ser divididos em classificadores “*pixel a pixel*” e classificadores por regiões.

Segundo Rodrigues (1998), os algoritmos de classificação de imagens multiespectrais de sensoriamento remoto, são divididos em decorrência da presença ou da ausência de uma fase de treinamento pelo qual o usuário fornece amostras que orientam a classificação. Dessa forma, existem essencialmente três abordagens na classificação digital: classificação supervisionada, não supervisionada e híbrida.

Os algoritmos de classificadores “*pixel a pixel*” utilizam apenas a informação espectral de cada *pixel* da imagem para encontrar regiões homogêneas.

Os classificadores por regiões utilizam além da informação espectral de cada *pixel*, a informação espacial que envolve a relação com seus vizinhos. Segundo Pinheiro (2003), na classificação orientada a objetos a análise é realizada sobre objetos ou segmentos da imagem e não apenas sobre *pixels*.

Os algoritmos de classificação por regiões procuram simular o comportamento de um fotointérprete ao reconhecer áreas homogêneas na imagem, baseadas nas propriedades espectrais e espaciais da imagem.

Segundo Gonçalves et al. (2001), existem duas justificativas para adoção da classificação orientada a objetos, ou seja, o processamento de imagens está mais próximo dos processos cognitivos humanos do que as classificações baseadas somente em *pixels* e, as informações contextuais com significado podem ser incorporadas mais facilmente numa abordagem orientada ao objeto, do que numa abordagem “*pixel a pixel*”.

2.2.3.1 Classificação por Regiões

A classificação de imagens orientada ao objeto inclui dois passos essenciais: (1) a criação dos objetos por segmentação das imagens e, (2) a classificação dos objetos.

O processo de segmentação consiste na subdivisão da imagem em zonas, ou regiões, homogêneas e uniformes em função de um determinado atributo da imagem (Franklin, 2000).

Na segmentação das imagens, o operador pode escolher o tamanho mínimo de cada região, o qual poderá coincidir com a unidade mínima do mapeamento – UMM (Caetano, 2002).

A segmentação tem como objetivo realizar apenas a subdivisão da imagem em regiões, sem efetuar a identificação ou classificação das unidades que originou.

Os principais métodos de segmentação incluem::

- 1) métodos baseados num limiar (*Thresholding*), se o atributo usado é a intensidade dos níveis radiométricos;
- 2) métodos de segmentação texturais se o atributo é a textura e;
- 3) métodos de segmentação por geração de aglomerados espectrais, se o atributo utilizado é a assinatura espectral dos elementos da imagem.

Os métodos de segmentação que utilizam a intensidade dos níveis radiométricos incluem, por exemplo, os métodos de segmentação por regiões, de segmentação por detecção isolada de pontos e por detecção de linhas e contornos de uma imagem. Relativamente aos métodos de segmentação por regiões destacam-se os métodos por crescimento de regiões e o método por divisão e fusão.

Posteriormente à segmentação é realizada a classificação das regiões. O fato de se ter objetos e não somente pixels isolados na classificação, torna possível a utilização de outras características além da informação espectral, tal como forma, tamanho, textura, hierarquia e relações de vizinhança.

Para Caetano (2002), essa estratégia de segmentação seguida de classificação têm sido bastante elogiada na literatura, pois se aproxima muito do procedimento de interpretação visual, ou seja, primeiro delimitam-se unidades homogêneas da paisagem, e depois se atribuí

um código. Por outro lado, não têm os inconvenientes do aspecto “salpicado” de um mapa resultante da classificação por *pixel*, evitando-se assim operações de pós-processamento ou generalização.

No aplicativo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, SPRING 4.2, encontram-se implementados dois algoritmos de classificação por regiões: o não supervisionado ISOSEG e o supervisionado BHATTACHARYA.

2.2.3.2 Algoritmo ISOSEG

Esse algoritmo é um método de classificação não supervisionado por regiões e baseia-se em técnicas de crescimento aplicadas sobre um conjunto de regiões, caracterizadas por seus atributos estatísticos como a média e a matriz de covariância (Rodrigues, 1998).

A primeira etapa do método consiste na divisão da imagem em regiões para extrair seus atributos estatísticos: média, matriz de covariância e área. A segunda etapa envolve a classificação das regiões divididas.

O algoritmo ISOSEG utiliza a matriz de covariância e o vetor das médias das regiões para estimar os centros das classes.

2.2.3.3 Algoritmo BHATTACHARYA

O algoritmo de classificação supervisionada por regiões, existente no aplicativo SPRING 4.2, utiliza como critério de decisão estatística a distância de Bhattacharya. Esta distância é frequentemente utilizada na seleção de atributos e permite medir o intervalo entre duas distribuições. A medida entre duas classes é definida pelo coeficiente de Bhattacharya.

A classificação supervisionada por regiões é feita computando-se a distância entre a distribuição referente a uma região e a distribuição da classe, sendo as distribuições tanto das classes como das regiões definidas pelos parâmetros: vetor das médias e a matriz de covariância (Bins et al., 1992).

Esse método de classificação partindo de uma imagem segmentada, envolve uma fase de aquisição e análise das amostras fornecidas, visando aperfeiçoar o Mapeamento final (Coutinho, 1997).

2.2.4 Integração de Informação Auxiliar

Para melhorar a discriminação de classes de ocupação do solo, a utilização de informações auxiliares tem sido empregada por muitos pesquisadores e técnicos.

Segundo Caetano (2002), o melhoramento introduzido pela integração de informação auxiliar é tanto maior quanto mais difícil for a discriminação espectral das classes de ocupação do solo.

Os dados auxiliares mais utilizados são derivados de modelos digitais de terreno (MDT): altitude e declividade (Caetano, 1997). Contudo, outros tipos de dados são também utilizados, como fatores ambientais que interferem na paisagem. Por exemplo, a distribuição de vegetação está associada ao tipo de solo, clima, entre outros fatores.

Existem diversas formas para combinar dados auxiliares com imagens de satélite, desde a utilização destes para resolução de dúvidas após à classificação (Hutchison, 1982), bem como na integração da informação auxiliar no algoritmo de classificação – a informação auxiliar é utilizada como um canal (banda) adicional no processo de classificação (Strahler, 1978).

2.2.4.1. Modelos Digitais do Terreno (MDT).

Um modelo digital de elevação (DEM) ou modelo digital do terreno (MDT) são termos empregados no modelamento matemático de superfícies.

Segundo Burrough (1986), o MDT é uma representação matemática da distribuição espacial das características de um fenômeno, vinculada a uma superfície real.

Segundo Cerqueira (2004), para a representação de uma superfície real no computador é indispensável a elaboração e a criação de um modelo digital, que pode estar representado por equações analíticas ou uma rede (grade) de pontos.

Segundo Mitishita (1997), podemos identificar três etapas distintas na modelagem tridimensional de superfícies: aquisição de dados, geração do modelo e a utilização deste. A aquisição de dados consiste na obtenção de informações da superfície real que possibilitem a caracterização matemática do modelo.

Na geração do modelo realiza-se a elaboração de um modelo matemático composto por estruturas de dados e funções de interpolação que simulem o comportamento da superfície real. Os dois principais tipos de grades utilizados em modelagem digital do terreno são a triangulação e a grade regular.

As grades regulares são representações matriciais onde cada elemento da matriz encontra-se associado a um valor numérico. Em sua geração são utilizados interpoladores matemáticos, a partir de um conjunto de pontos originais, para estimar os valores para as células que não possuem elevação considerando os pares vizinhos.

As grades triangulares ou TIN – *Triangular Irregular Network*, são estruturas do tipo vetorial, compostas de arcos (arestas) e nós (vértices), que representam a superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas. Para cada um dos vértices dos triângulos, as coordenadas de localização (X, Y) e o atributo Z são armazenadas, representando um valor

qualquer. Quanto mais equiláteras forem as faces triangulares maior a exatidão com que se descreve a superfície. O valor numérico (atributo Z) para qualquer ponto da superfície é então estimado com o uso de interpoladores, a partir das faces triangulares.

2.2.4.1.1 Modelo Digital do Terreno derivado de Imagens Orbitais

Um Modelo Digital de Elevação pode ser gerado a partir de pares estereoscópicos de imagens, na qual duas ou mais imagens de uma mesma área são tomadas por diferentes ângulos de visada.

Esse método pode ser muito útil para criação de um MDT em áreas de difícil acesso.

Podemos obter pares estereoscópicos de fotografias aéreas ou de imagens digitais orbitais dos seguintes sensores: ASAR, ASTER, IRS, IKONOS, SPOT, QUICKBIRD e RADARSAT.

2.3 AVALIAÇÃO DA EXATIDÃO DOS MAPEAMENTOS

Os dados de Sensoriamento Remoto freqüentemente têm sido difundidos, assimilados e utilizados para mapeamentos temáticos.

Para apresentar o seu grau de confiabilidade, um mapa temático precisa obter uma relação com a verdade terrestre e portanto é indispensável atribuir o conceito estatístico de exatidão (Congalton e Green, 1999).

Segundo Moreira (2003), os métodos usados para estimar a exatidão de um mapeamento têm como ponto de partida a construção de uma matriz de erros.

Na Matriz de Erros os *pixels* mapeados de forma correta e errada são analisados através de uma matriz, em termos de distribuição percentual. Segundo Congalton e Green (1999), a Matriz de Erros tem os seguintes objetivos:

- Fornecer dados que permitam ajustar as áreas das classes obtidas por um mapeamento;
- Calcular os parâmetros de exatidão global do mapeamento e;
- Identificar os erros específicos que afetam cada uma das classes.

Independentemente dos dados e métodos que o originaram, um mapeamento só pode ser considerado confiável após a análise da exatidão dos resultados gerados. Onde a exatidão do mapeamento utilizando imagens orbitais encontra-se limitada por fatores como o método de classificação, a qualidade das imagens utilizadas, o tamanho da unidade de mapeamento, escala de trabalho entre outros (Mendoza Rojas, 2005).

Entre os métodos mais utilizados está o coeficiente de concordância **Kappa** que é uma técnica de medida de exatidão que pode ser utilizada para determinar se uma matriz de erro é significativamente diferente de outra (Congalton e Green, 1999).

O coeficiente Kappa (\hat{k}) é dado pela equação 2.1.

$$\hat{k} = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r x_{i+} \cdot x_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^r x_{i+} \cdot x_{+i}} \quad (2.1)$$

onde:

r = número de linhas e colunas da matriz de confusão,

x_{ii} = número de observações na linha i e coluna i ,

x_{i+} = total de observações na linha i ,

x_{+i} = total de observações na coluna i ,

N = número total de observações.

Segundo Rennó (1995 apud Pinheiro, 2003), o conhecimento da variância do *Kappa* (k^{\wedge}) possibilita realizar comparações entre diferentes coeficientes *Kappa* e é dada por:

$$v\hat{a}r(k) = \frac{1}{N} \left\{ \frac{\theta_1(1-\theta_1)}{(1-\theta_2)^2} + 2 \cdot \frac{(1-\theta_1)(2\theta_1\theta_2 - \theta_3)}{(1-\theta_2)^3} + \frac{(1-\theta_1)^2 \cdot (\theta_4 - 4\theta_2^2)}{(1-\theta_2)^4} \right\} \quad (2.2)$$

onde:

$$\theta_1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^r x_{ii} \quad (2.3)$$

$$\theta_2 = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^r x_{i+} x_{+i} \quad (2.4)$$

$$\theta_3 = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^r x_{ii} (x_{i+} + x_{+i})^2 \quad (2.5)$$

$$\theta_4 = \frac{1}{N^3} \sum_{i=1}^r x_{ij} (x_{j+} + x_{+i})^2 \quad (2.6)$$

Os resultados obtidos através do cálculo do coeficiente Kappa são comparados pelos valores da tabela de avaliação de qualidade de classificação, proposto por Landis e Koch (1977). A Tabela 2.1, apresenta intervalos do coeficiente Kappa associados a critérios de concordância e seus valores distribuídos entre 0 e 1, onde 1 representa o valor da concordância máxima, e quando multiplicado por 100, dá a porcentagem da medida de exatidão da classificação.

Tabela 2.1 – Qualidade da classificação associada aos valores do coeficiente Kappa

kappa (k)	Qualidade
0.00	Péssima
0.01-0.20	Ruim
0.21-0.40	Razoável
0.41-0.60	Boa
0.61-0.8	Muito Boa
0.81-1.00	Excelente

2.4 PROGRAMAS OPERACIONAIS DE CARTOGRAFIA DE OCUPAÇÃO DA TERRA

Diversos países fazem uso de imagens de satélite para produção do mapeamento de uso e ocupação da terra através de programas operacionais implementados para a produção cartográfica abrangendo escalas locais/regionais, i.e., escalas iguais ou superiores a 1:100 000. Na Tabela 2.2, estão contempladas as principais características destes programas de mapeamento utilizando produtos de sensoriamento remoto.

Na maioria dos programas estudados, os produtos cartográficos são gerados com imagens Landsat TM. Segundo Caetano (2002), a escolha desse tipo de imagem é realizada provavelmente em consequência do seu reduzido preço quando comparado com outras que permitem a obtenção de produtos com especificações técnicas semelhantes.

As metodologias adotadas nesses programas baseiam-se na análise visual ou na classificação digital das imagens. A produção cartográfica apesar de ter como informação de base imagens de satélite, recorre a outros tipos de informação como fotografias aéreas, cartas de solos, modelos digitais de terreno e/ou trabalhos de campo. Esse procedimento visa melhorar os resultados obtidos no processamento digital.

Apesar da informação de base ser semelhante (i.e., Landsat), a especificação técnica como a nomenclatura, área mínima e escala, diferem de um programa para outro. O período médio para atualização dos produtos existentes é de 10-15 anos.

A principal conclusão dessa análise, segundo Caetano (2002), é que apesar de já existirem métodos que podem ser utilizados para produção operacional de cartografia de ocupação de solo com imagens de satélite, esses ainda incluem, além de alguns procedimentos automatizados, uma forte componente humana, exigindo a utilização de informação auxiliar para que os mapas tenham a precisão desejada.

Tabela 2.2. Caracterização de programas de cartografia da ocupação do solo com imagens de satélite.

Fonte: Adaptação de Caetano (2002)

<i>Programa</i>	<i>Nomenclatura (n° de classes)</i>	<i>Formato dos dados</i>	<i>Unidade Mínima (ha)</i>	<i>Imagens Orbitais utilizadas</i>	<i>Metodologia</i>	<i>Área de Atuação</i>
<i>North American Landscape Characterization (NALC)</i>	16	<i>Raster</i>	0.36	<i>Landsat MSS</i>	<i>Classificação não supervisionada e análise visual de imagens</i>	<i>América do Norte</i>
<i>National Land Cover Characterisation (NLCD)</i>	21	<i>Raster</i>	0.09	<i>Landsat TM</i>	<i>Classificação não supervisionada</i>	<i>48 Estados</i>
<i>Kansas State Land Use Land Cover Map</i>	10	<i>Vetorial</i>	1.00	<i>Landsat TM</i>	<i>Classificação não supervisionada e edição manual</i>	<i>Estado do Kansas, EUA</i>
<i>Califórnia Land Cover Mapping and Monitoring Program</i>	44	<i>Vetorial</i>	1.20	<i>Landsat TM</i>	<i>Classificação digital segmentação e reclassificação</i>	<i>Estado da Califórnia, EUA</i>
<i>North Carolina State Land Cover Map</i>	22	<i>Raster</i>	<i>0.97 e 0.49 (água)</i>	<i>Landast TM</i>	<i>Classificação de imagens com um método híbrido</i>	<i>Estado da Carolina do Norte, EUA</i>
<i>Ontário Cover Map</i>	28	<i>Raster</i>	0.5	<i>Landsat TM</i>	<i>Classificação supervisionada</i>	<i>Estado do Ontário, Canadá</i>
<i>South African National Land Cover Database (NLC)</i>	31	<i>Vetorial</i>	25	<i>Landsat TM</i>	<i>Análise visual de imagens</i>	<i>África do Sul, Suazilândia e Lesoto</i>
<i>CORINE land cover</i>	44	<i>Vetorial</i>	25	<i>Landsat TM</i>	<i>Análise visual</i>	<i>Europa</i>
<i>Finnish land use and forest classification</i>	50	<i>Raster</i>	0.06	<i>Landsat TM</i>	<i>Classificação supervisionada</i>	<i>Finlândia</i>
<i>Swedish Terrain Type Classification</i>	13	<i>Raster</i>	0.06	<i>Landsat TM e SPOT XS</i>	<i>Classificação e análise visual</i>	<i>Suécia</i>
<i>Land cover map of Great Britain</i>	25	<i>Vetorial</i>	0.06	<i>Landsat TM</i>	<i>Classificação supervisionada</i>	<i>Reino Unido</i>

2.5 O PROJETO *CORINE LAND COVER* (CLC)

O Programa *CORINE* (*Coordination of Information on Environment*), elaborado pela Comissão Europeia no período de 1985 a 1990, nasceu da necessidade de se ter uma base de informações ambientais de todo território europeu e de áreas limítrofes, de forma homogênea e suscetível a atualizações periódicas.

O projeto de cobertura da terra (*CLC*) é parte do programa *CORINE*, e também foi criado em 1985, coordenando as iniciativas nacionais dos estados-membros da comunidade europeia, para elaboração de uma carta temática de uso e ocupação do solo, para toda Europa (*CLC90*), com base em interpretação visual de imagens de satélites e em informações auxiliares. Esse inventário inclui os setores da agricultura e florestal, localização de infra-estruturas diversas e avaliações ambientais, servindo de suporte à elaboração de políticas ambientais e de ordenamento do território.

Entre os anos 90 e 2000, vários usuários europeus e internacionais expressaram a necessidade de atualização do *CLC90*. O projeto *I&CLC2000*, fruto dessa necessidade de atualização, estruturou-se em dois componentes:

- *IMAGE2000*: cobrindo todas as atividades relacionadas para aquisição de imagens de satélite, ortorretificação e mosaicagem e;
- *CLC2000*: cobrindo todas as atividades relacionadas às interpretações e mudanças ocorridas na cobertura da terra.

A metodologia padrão do *CLC90* baseada em interpretação visual assistida por computador, continuou a ser adotada para o *CLC2000*, utilizando-se imagens do sensor Landsat7 ETM+. Foram realizadas identificações e delimitações de alterações de ocupação do solo a partir da comparação visual das imagens utilizadas no *CLC90* e as imagens do *CLC2000*.

2.5.1 *CORINE Land Cover* – Especificações Técnicas

As especificações técnicas do programa *CORINE land cover* consiste de três elementos determinantes:

- A escala de mapeamento é 1:100.000. A precisão do mapeamento é de 100m para os produtos nacionais e europeus;
- A unidade mínima de mapeamento (UMM) é de 25 ha e a largura mínima para a unidade é de 100m. Somente elementos de área (polígonos) são identificados. Áreas menores que 25 ha são mostradas em um tema adicional nas bases de dados nacionais, mas, são agregadas / generalizadas na base de dados europeia;
- A nomenclatura do CLC é hierarquizada e distingue 44 classes para o terceiro nível, 15 classes para o segundo nível e 5 classes para o primeiro nível.

Com a realização do projeto *I&CLC2000*, baseado nas lições aprendidas no *CLC90*, algumas especificações foram otimizadas: melhora nas precisões geométrica e temática do mapeamento, o custo operacional foi mais baixo que o do primeiro inventário, padronização nos metadados armazenados na base de dados do projeto, dentre outras.

2.5.2 *CORINE Land Cover* - Nomenclatura

A legenda do projeto *CLC* tem uma estrutura lógica, numérica e hierárquica, a qual pode ser facilmente utilizada.

A estrutura da nomenclatura, exemplificada na Figura 2.1, baseia-se em princípios simples, ou seja, o planeta é coberto por água ou superfície seca. A água pode ser marinha ou continental e, a superfície com ou sem vegetação e assim sucessivamente.

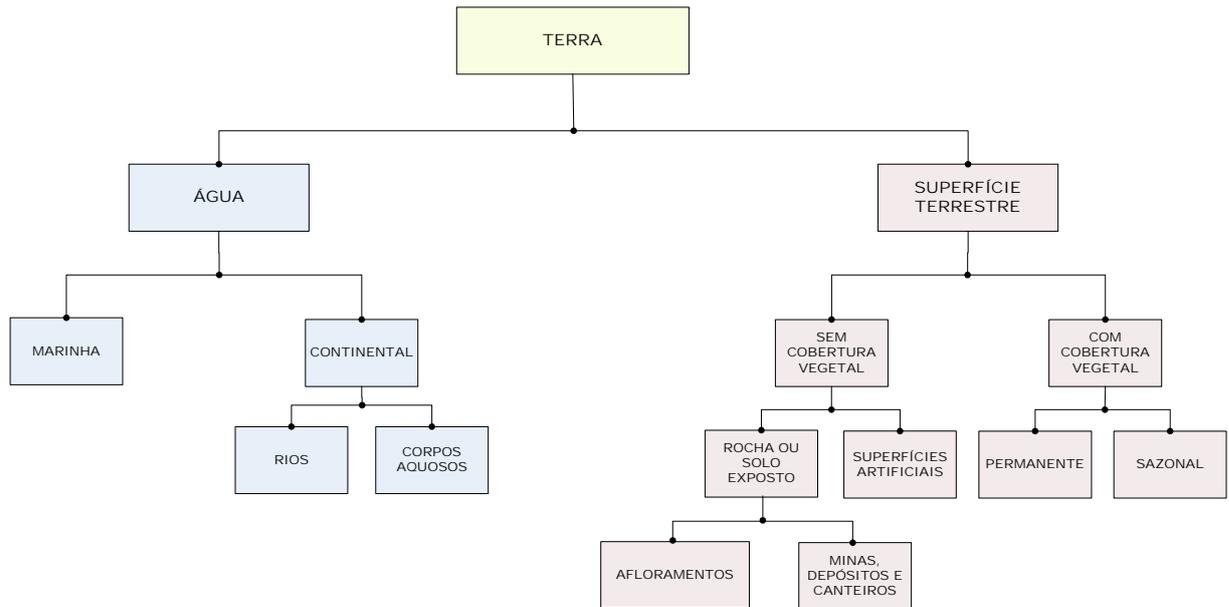


Figura 2.1 Estrutura Lógica da nomenclatura do projeto CORINE land cover
Fonte : EEA (1995a).

A nomenclatura do *CLC* consiste de três níveis. A nomenclatura estabelecida pelo Projeto *CLC*, para as categorias de cobertura da terra, compreende três níveis bem definidos em função da escala de trabalho. O primeiro nível compreende maiores categorias de cobertura da terra para o planeta; o segundo nível é utilizado para escalas de 1:500.000 a 1:1.000.000; e o terceiro nível deverá ser utilizado para projetos na escala 1:100.000, conforme Tabela 2.3. Um quarto nível poderá ser adicionado e corresponderá a uma informação mais detalhada e em escalas maiores que os outros níveis, a partir da derivação de categorias do terceiro nível.

Segundo EEA (1995a), cuidados devem ser tomados quando da criação de novas categorias para que estas sejam compatíveis com a escala, o tamanho da menor área a ser mapeada e com a informação básica, i.e., as imagens orbitais utilizadas.

Tabela 2.3 – Nomenclatura CORINE land cover
Fonte : EEA, 1995a.

<i>Nível 1</i>	<i>Nível 2</i>	<i>Nível 3</i>
1. Superfícies Artificiais	1.1. Estrutura Urbana	1.1.1. Estrutura Urbana Contínua
		1.1.2. Estrutura Urbana Descontínua
	1.2. Industrial, Comercial e Unidades de Transporte	1.2.1. Industrial ou Unidades Comerciais
		1.2.2. Estrada, Malha Viária e feições associadas
		1.2.3. Áreas Portuárias
		1.2.4. Aeroportos
	1.3. Minas, Depósitos e Canteiros de Construção	1.3.1. Minas
		1.3.2. Depósitos
		1.3.3. Canteiros de Construção
	1.4. Áreas Verdes Artificiais não Agrícolas	1.4.1. Áreas Urbanas Verdes
		1.4.2. Esportivas
	2. Áreas Agrícolas	2.1. Áreas de Cultivo
2.1.2. Áreas de Irrigação Permanente		
2.1.3. Arrozais		
2.2. Culturas Permanentes		2.2.1. Vinhedos
		2.2.2. Árvores Frutíferas e Plantações de Bagas
		2.2.3. Pomar de Oliveiras
2.3. Pastagens		2.3.1. Pastagens
2.4. Áreas de Cultivo Heterogêneas		2.4.1. Culturas Anuais associadas com Culturas Permanentes
		2.4.2. Cultivo Complexo
		2.4.3. Áreas ocupadas principalmente por Agricultura, com significantes Áreas de Vegetação Natural
		2.4.4. Silvicultura
3. Florestas e Áreas Semi-naturais		3.1. Florestas
	3.1.2. Florestas de Coníferas	
	3.1.3. Florestas Mistas	
	3.2. Arbustos e/ou Vegetação Herbácea Associada	3.2.1. Pastos Naturais
		3.2.2. Urzal e Charnecas
		3.2.3. Vegetação Mediterrânea
		3.2.4. Floresta Arbustiva de Transição
	3.3. Áreas com pouca ou nenhuma Vegetação	3.3.1. Praias, Dunas e Areais
		3.3.2. Afloramento Rochoso
		3.3.3. Áreas com Esparsa Vegetação
		3.3.4. Áreas de Queimada
		3.3.5. Glaciais e Neve Permanente
4. Áreas Úmidas	4.1. Áreas Úmidas Continentais	4.1.1. Pântanos Continentais
		4.1.2. Turfeiras
	4.2. Áreas Úmidas Marinhas	4.2.1. Pântanos Marinhas
		4.2.2. Salinas
		4.2.3. Áreas Úmidas Interditadas
	5. Água	5.1. Águas Continentais
5.1.2. Corpos d'Água		
5.2. Águas Marinhas		5.2.1. Lagos Costeiros
		5.2.2. Estuários
		5.2.3. Mares e Oceanos

2.5.3 CORINE *Land Cover* – Estrutura do Banco de Dados

O formato gráfico do Banco de dados do *CLC* é vetorial e, especificações topológicas são requeridas para o sistema de gerenciamento da base de dados.

O formato da base de dados possui as seguintes especificações:

- Adoção do aplicativo ARCT/INFO da ESRI para criação da topologia poligonal;
- Não existem feições lineares;
- Todos os polígonos são fechados;
- O número de polígonos é igual ao número de *labels*;
- Cada feição possui um único identificador (ID);
- Cada polígono é rotulado por um código de três caracteres que corresponde a legenda do *CLC*;
- Polígonos não classificados (código = 0) não são permitidos, somente códigos compatíveis com a nomenclatura;
- Polígonos vizinhos não podem ter o mesmo código do *CLC*;
- A base de dados gráfica vetorial deve ser consistente, ou seja, produzida sem qualquer unidade não codificada, o que significa uma perfeita adjacência entre as unidades de trabalho.

Baseado na experiência adquirida no projeto *CLC*, a equipe técnica do *CLC2000* elaborou uma estrutura para o armazenamento dos metadados seguida por todos os países participantes. Este procedimento garantiu que os metadados fossem armazenados e padronizados em todos os países participantes do projeto.

Segundo Büttner et al. (2002), o metadado é a informação a respeito do seu dado, é a que fornece as características da sua configuração.

As bases de dados dos metadados provêm informações do conteúdo, representação, referência espacial, qualidade, administração e outras características dos dados utilizados e produzidos no projeto *CLC2000*.

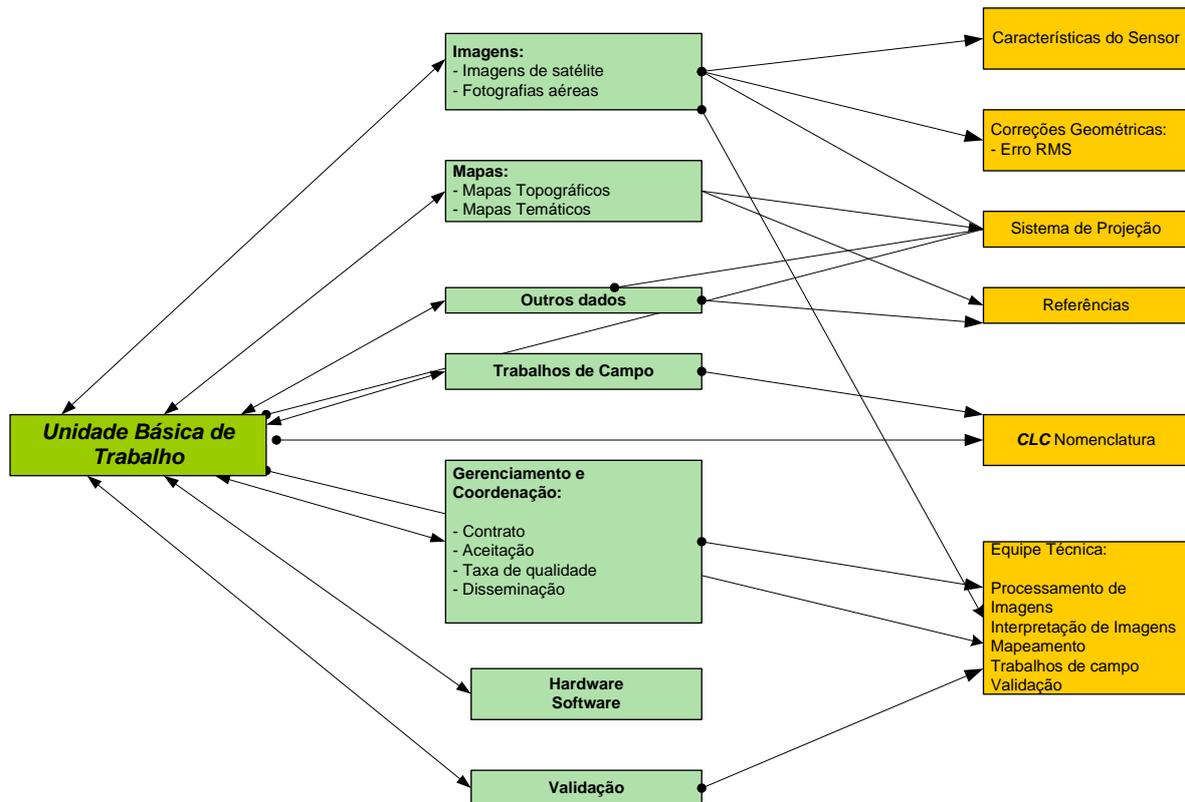


Figura 2.2 Estrutura de Metadados do CLC2000
 Fonte : Adaptação Büttner (2002)

2.6. O PROJETO USO DA TERRA DO IBGE

O projeto Uso da terra da Fundação IBGE compreende atividades inerentes ao Mapeamento Sistemático da cobertura e uso da terra para o Brasil.

Tem como objetivos gerais, o recobrimento do país em termos da classificação dos tipos de cobertura e uso, a análise dos impactos e a definição dos indicadores da qualidade ambiental.

O levantamento sistemático do mapeamento dos tipos de cobertura e de uso da terra, na escala 1:250 000 para todo o território nacional é realizado através do uso de imagens de satélite, de trabalhos de campo e de análises das formas de ocupação e das características do processo produtivo, armazenando os resultados em um sistema de informações.

O desenvolvimento das atividades tem como referência internacional o CORINE - Programa da Comunidade Européia para compilação de dados sobre Uso e Cobertura da Terra e o monitoramento de mudanças.

Para definição de “terra” foi adotado como referência, FAO (1976): “segmento da superfície do globo terrestre definido no espaço e reconhecido em função de características e de propriedades compreendidas pelos atributos da biosfera...”

No momento em que se discute a adoção de estratégias de desenvolvimento sustentável no Brasil e de mapeamento global das alterações da cobertura da terra, os mapeamentos de Uso da Terra representam uma importante contribuição do IBGE à sociedade, visto que esse Projeto possibilita caracterizar, de forma sistemática e em períodos regulares, a dinâmica da ocupação e uso dos espaços do território brasileiro (IBGE, 2004a).

Podemos destacar como um dos princípios norteadores deste Programa à noção de homogeneidade e heterogeneidade indissociáveis na delimitação das unidades de mapeamento, o que significa que dentro de uma unidade considerada homogênea há diversidade, tornando-se pertinente a utilização de padrões de uso e cobertura para interpretação da realidade.

Um conjunto de parâmetros e de variáveis define o roteiro operacional, desde a identificação da cobertura da terra, passando pelas informações que auxiliam a compreensão dos processos de desenvolvimento das atividades, até a definição dos principais padrões de uso da terra.

Através da análise e inter-relação desse conjunto de informações é possível distinguir e mapear unidades espaciais homogêneas e conhecer as diferentes formas de apropriação do espaço (Figura 2.4).

A nomenclatura utilizada no projeto foi definida em diversos níveis hierárquicos como classes e subclasses, procurando formar legendas com o máximo de significado e o mínimo de níveis.

Os diversos níveis da nomenclatura mantiveram coerência hierárquica e as classes apresentam-se representativas e relevantes. A Cobertura Nível I é definida via interpretação de imagem, e é empregada em escalas globais. A Cobertura Nível II define-se pelo refinamento da interpretação da imagem associada a informações bibliográficas e é utilizada para mapeamentos na escala 1:250.000.

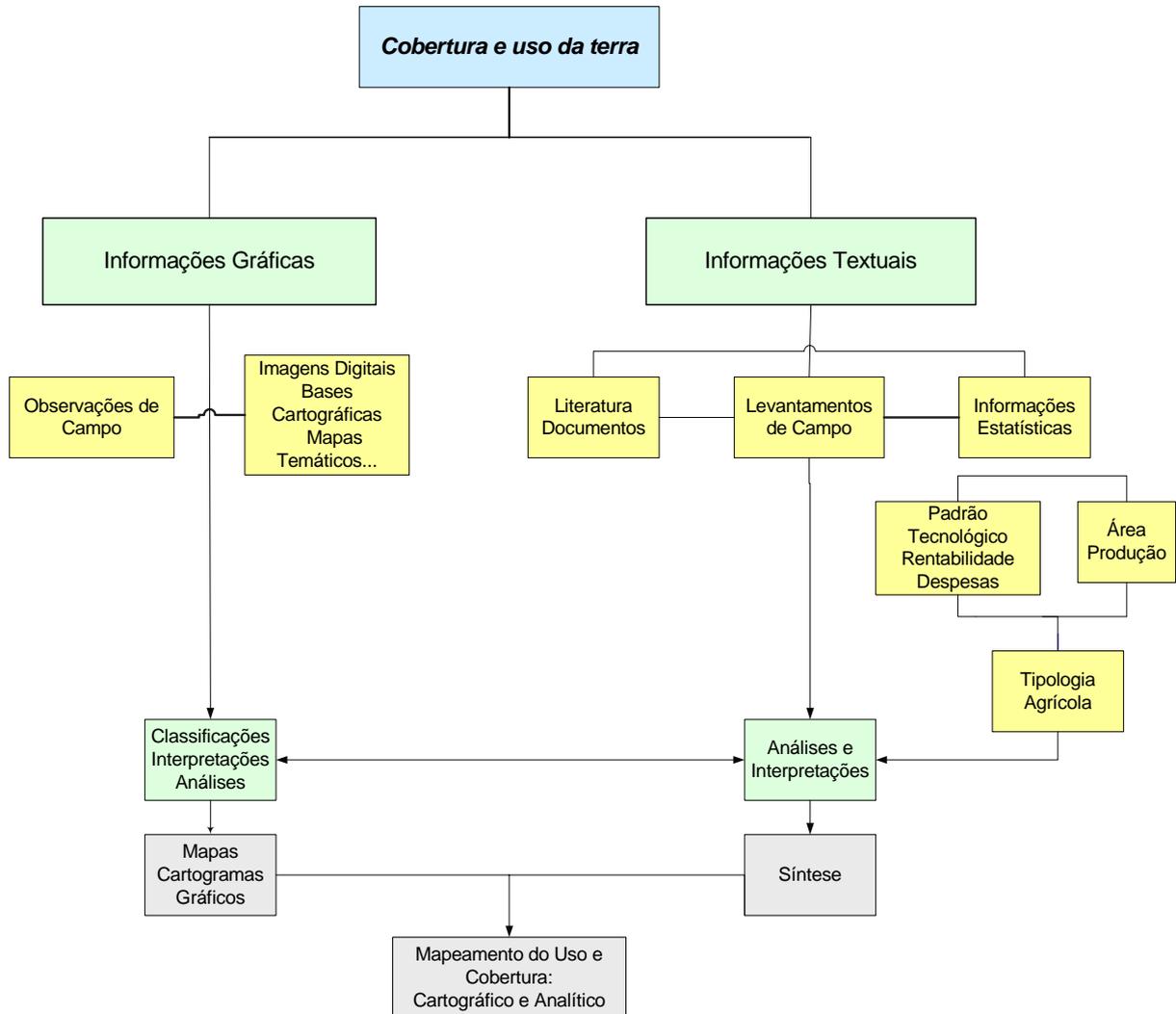


Figura 2.3 - Fluxograma das etapas do processo de levantamento e classificação da cobertura e uso da terra – IBGE.

Tabela 2.4 – Legenda para o Mapeamento de cobertura e uso da terra – Brasil

NÍVEL I	NÍVEL II	NÍVEL III	
1. Áreas Antrópicas Não Agrícolas	1. Áreas Urbanizadas	1. Cidades	1.1.1
	2. Áreas de Mineração	1. Lavra a céu aberto	1.2.1
		2. Lavra subterrânea	1.2.2
		3. Garimpo a céu aberto e/ou em leito de rios	1.2.3
2. . Áreas Antrópicas Agrícolas	1. Culturas Temporárias	4. Garimpo subterrâneo	1.2.4
		Cultivos de subsistência	2.1.1
		Cultivos de Tradicional	2.1.2
		Cultivos comerciais e Industriais (sequeiro ou irrigado)	2.1.3
	2. Culturas Permanentes	Cultivos de subsistência	2.2.1
		Cultivos de Tradicional	2.2.2
		Cultivos comerciais e Industriais (sequeiro ou irrigado)	2.2.3
	3. Pastagens	Pecuária Semi-Intensiva	2.3.1
		Pecuária Intensiva	2.3.2
	4. Silvicultura	Florestamento	2.4.1
		Cultivo Agroflorestal	2.4.2
		Reflorestamento	2.4.3
3. Áreas de Vegetação Natural	1. Florestal	Unidades de Conservação de Uso integral	3.1.1
		Unidades de Conservação de Uso Sustentado	3.1.2
		Terra Indígena	3.1.3
		Extrativismo Vegetal	3.1.4
		Extrativismo Animal	3.1.5
		Agricultura de Subsistência	3.1.6
		Pecuária Extensiva	3.1.7
	2. Campestre	Unidades de Conservação de Uso integral	3.2.1
		Unidades de Conservação de Uso Sustentado	3.2.2
		Terra Indígena	3.2.3
		Extrativismo Vegetal	3.2.4
		Extrativismo Animal	3.2.5
		Cultivos de Subsistência	3.2.6
		Pecuária Extensiva	3.2.7
4. Água	1. Continentais	1. Aquicultura	4.1.1
		2. Pesca	4.1.2
		3. Energia	4.1.3
		4. Transporte	4.1.4
		5. Lazer e desporto	4.1.5
		6. Captação	4.1.6
		7. Receptor	4.1.7
	2. Costeiras	1. Aquicultura	4.2.1
		2. Pesca	4.2.2
		3. Transporte	4.2.3
		4. Lazer e desporto	4.2.4
		5. Captação	4.2.5
		6. Receptor	4.2.6

2.7 O Satélite Landsat7 ETM+

O Landsat7 foi um dos satélites em operação do programa Landsat, financiado pelo Governo norte-americano. Lançado em abril de 1999, com um novo sensor a bordo denominado ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus), teve sua operação em órbita administrada pela NASA (National Space and Space Administration) e a produção e comercialização de suas imagens ficaram sob os cuidados da USGS (United States Geological Survey). A sua vida útil foi curta saindo de operação em maio de 2003, em função de uma pane no equipamento eletro-mecânico chamado SLC (Scan Line Correction). Esse equipamento é um sistema que compensa o deslocamento do satélite em relação ao movimento de rotação da Terra durante as aquisições das imagens.

Uma imagem LANDSAT 7 ETM+ é composta por 8 bandas espectrais que podem ser combinadas em inúmeras possibilidades de composições coloridas e opções de processamento. O sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*), foi capaz de ampliar as possibilidades de uso dos produtos LANDSAT, porque manteve a alta resolução espectral e conseguiu ampliar a resolução espacial da banda 6 (Infravermelho Termal) para 60 metros além de inserir a banda pancromática e permitir a geração de composições coloridas com 15 metros de resolução.

As Tabelas 2.5 e 2.6 apresentam as características técnicas do satélite LANDSAT 7 e as resoluções do sensor ETM+, respectivamente.

Tabela 2.5. - Características Técnicas do satélite Landsat 7 ETM+

Missão	Land Remote Sensing Satellite (Landsat)
Instituição Responsável	NASA (National Aeronautics and Space Administration)
País/Região	Estados Unidos
Satélite	LANDSAT 7
Lançamento	15/4/1999
Situação Atual	Inativo (2003)
Órbita	Polar, Circular e Heliossíncrona
Altitude	705 km
Inclinação	98,3°
Tempo de Duração da Órbita	98,9 min
Horário de Passagem	10:00 a.m.
Período de Revisita	16 dias
Instrumentos Sensores	ETM+

Tabela 2.6. – Resoluções do Sensor - Landsat 7 ETM+

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
ETM+	1	0,45 - 0,52 μm	30 m	16 dias	185 km
	2	0,50 - 0,60 μm			
	3	0,63 - 0,69 μm			
	4	0,76 - 0,90 μm			
	5	1,55 - 1,75 μm			
	6	10,4 - 12,5 μm	60 m		
	7	2,08 - 2,35 μm	30 m		
	8	0,50 - 0,90 μm	15 m		

2.8 O Satélite SPOT 5

A série SPOT (*Satellite pour l'Observation de la Terre*), foi iniciada com o satélite franco-europeu SPOT 1, em 1986, sob a responsabilidade do Centre National d'Études Spatiales - CNES da França. Hoje a plataforma do SPOT está em órbita com três satélites (2, 4 e 5) o que possibilita acesso a qualquer ponto da Terra em menos de 24 horas e atuando em conjunto, com revisitas com intervalos de 3 a 5 dias. Os satélites da família SPOT operam com sensores ópticos, em bandas do visível, infravermelho próximo e infravermelho médio. Com o lançamento do SPOT 5, ocorrido em maio de 2002, a missão conseguiu melhorar a resolução espacial do canal pancromático para 5 metros.

Tabela 2.7 – Características Técnicas do SPOT 5

Missão	Satellite pour l'Observation de la Terre (SPOT)
Instituição Responsável	Centre National d'Études Spatiales - CNES
País/Região	Estabelecido por iniciativa do governo francês em 1978, com a participação da Suécia, Bélgica e Itália.
Satélite	SPOT-5
Lançamento	04/05/2002
Situação Atual	Ativo
Órbita	Circular, heliossíncrona e polar
Altitude	832 km
Inclinação	98°
Tempo de Duração da Órbita	101,4 min
Horário de Passagem	10:30 A.M.
Período de Revisita	26 dias
Instrumentos Sensores	HRG, HRS VEGETATION-2

Tabela 2.8 – Resoluções dos Sensores - SPOT 5

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
HRG	PA E SUPERMODE	0,48 - 0,71 μ m	5 m	26 dias	60 x 60 km
	B1	0,50 - 0,59 μ m	10 m		
	B2	0,61 - 0,68 μ m			
	B3	0,78 - 0,89 μ m			
	SWIR	1,58 - 1,75 μ m			
HRS (gera pares estereoscópicos)	PA	0,49 - 0,69 μ m	10 m	26 dias	120 x 600 km
VEGETATION-2	B0	0,43 - 0,47 μ m	1 km	24 horas	2.250 km
	B2	0,61 - 0,68 μ m			
	B3	0,78 - 0,89 μ m			
	MIR	1,58 - 1,75 μ m			

2.9 O Satélite QUICKBIRD

O satélite QUICKBIRD II, lançado pelo Boeing Delta II, em outubro de 2001, na Vandenberg Air Force Base, Califórnia, é operado pela empresa americana Digital Globe, que detém os direitos globais de comercialização.

As imagens geradas pelo QUICKBIRD II possuem uma resolução espacial de 0,61 metro (nadir) a 0,72 metro (25° off-nadir) no modo pancromático, e de 2,44 metro (nadir) a 2,88 metro (25° off-nadir) no multiespectral.

As características técnicas do satélite *QUICKBIRD II* estão apresentadas na tabela 2.9:

Tabela 2.9 - Características Técnicas do satélite Quickbird II

Data de Lançamento	Outubro de 2001	
Veículo de Lançamento	Boeing Delta II	
Local de Lançamento	Vandenberg Air Force Base, California	
Capacidade de Armazenamento de Dados	128 Gbytes, aproximadamente 57 áreas imagens simples	
Altitude da Órbita	450 Km	
Inclinação da Órbita	98° em sincronismo com o sol	
Velocidade	7,1 Km/segundo	
Horário da Passagem	10:30 h	
Duração da Órbita	98 minutos	
Capacidade de Envio de Dados	320 Mbps em Banda X	
Largura do Imageamento	16,5 Km x 16,5 Km, no nadir	
Tempo de Revisita	1 a 3,5 dias, dependendo da latitude (30° off-nadir)	
Precisão Métrica	Horizontal: 23 metros (CE 90%) Vertical : 17 metros (LE 90%)	
Digitalização	11 bits	
Resolução	Pan: 61 cm (nadir) to 72 cm (25o off-nadir) Multispectral: de 2.44 m (nadir) até 2.88 m (25o off-nadir)	
Bandas	Pancromática	450 - 900 nm
	Azul	450 - 520 nm
	Verde	520 - 600 nm
	Vermelho	630 - 690 nm
	Infravermelho Próximo	760 - 900 nm
Formatos Disponíveis	GeoTIFF 1,0, NTIF 2.1 ou NTIF 2,0	

As imagens *QUICKBIRD* são produzidas segundo diferentes níveis de processamento, os quais são apresentados na Tabela 2.10.

Tabela 2.10 - Produtos Quickbird II

<i>PRODUTO</i>	<i>PROCESSAMENTO</i>	<i>PRECISÃO ABSOLUTA</i>	
		CE 90%	RMSE
Basic Imagery	Sem processamento	23 m	14 m
Standard Imagery	Georreferenciada	23 m	14 m
Ortho Ready Standard	Georreferenciada	23 m	14 m
Ortho 1:25.000	Ortorreferenciada	12,7 m	7,7 m
Custom Ortho	Ortorreferenciada	Variável	Variável

CAPÍTULO 3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Área de Proteção Ambiental Gama Cabeça-de-Veado foi criada pelo Decreto Distrital nº 9.417, de 21 de abril de 1986, com o objetivo de proteger os recursos hídricos das bacias do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça-de-Veado, de forma a garantir a integridade de suas drenagens, responsáveis por um terço das águas do Lago Paranoá.

Segundo UNESCO (2003), foram as características naturais da área que contribuíram para torná-la uma Área de Proteção Ambiental. Além da necessidade de proteção dos mananciais hídricos, existem amostras representativas e bem preservadas dos vários tipos de vegetação e fauna do Bioma Cerrado.

A Área de Proteção Ambiental das bacias do Gama e Cabeça de Veado encontra-se inserida na Bacia do Lago Paranoá, que drena, aproximadamente, 3.634 km², representando cerca de 62% do território do DF.

Localizada no centro-sul do Distrito Federal, com uma área de aproximadamente 23.650 ha, a APA Gama Cabeça-de-Veado engloba a Região Administrativa da Candangolândia, RA XIX, uma grande parte da Região Administrativa do Lago Sul, RA XVI, e da Região Administrativa do Núcleo Bandeirante, incluídos o Setor de Mansões Park Way, o Catetinho, o Núcleo Rural Vargem Bonita e o Aeroporto Internacional de Brasília (Figura 3.1).

A APA Gama Cabeça de Veado é composta por zonas de uso direto onde são previstos usos humanos de baixo impacto e pelas Zonas de Vida Silvestre, áreas de Proteção Integral, formadas por um conjunto de importantes Unidades de Conservação e Instituições de pesquisa científica. São estas a Estação Ecológica do Jardim Botânico, a Estação Ecológica

da Universidade de Brasília, a Reserva Ecológica do IBGE, a Fazenda Experimental Água Limpa - UnB, o Jardim Zoológico de Brasília e as Áreas de Relevante Interesse Ecológico: ARIE do Santuário de Vida Silvestre do Riacho Fundo, ARIE da Capetinga-Taquara e ARIE do Cerradão.

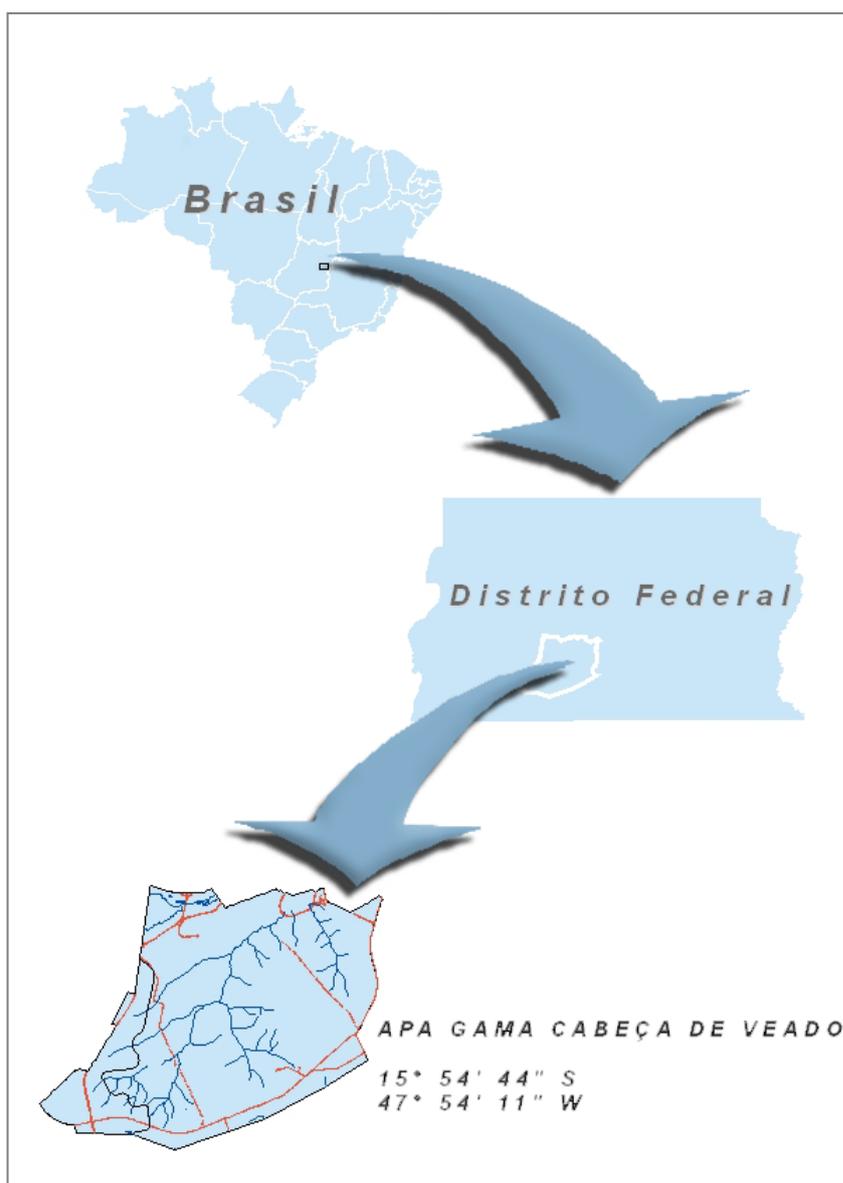


Figura 3.1 – Localização da área de estudo.

3.1.1 Unidades de Conservação

A APA Gama Cabeça-de-Veado é uma unidade de conservação do Distrito Federal e abrange diversas áreas de preservação ou proteção dentro do seu território. Segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (2000), a APA se insere na categoria de Uso Sustentável, ou seja, “*exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável*”.

A APA possui ocupações urbanas e rurais e diversas instituições federais e distritais dentro de sua área.

Tabela 3.1 – Localidades Urbanas e Rurais que compõe a APA Gama Cabeça-de-Veado
Fonte : Felfili e Santos (2002)

Localidades Urbanas e Rurais	
Região Administrativa	Setores e Núcleos
Lago Sul (RA XVI)	Setor Habitacional Individual Sul (SHIS) – QI 1, 3, 15, 17, 19, 21 Chácaras QI 5 e 7, QL 2, 16, 18, 20
	Setor de Mansões Dom Bosco (SMDB), Conjuntos 12 ao 19
Núcleo Bandeirante (RA VIII)	Setor de Mansões Park Way (SMPW), Quadra 8 e Quadras 14 a 29
	Núcleo Hortícola Suburbano de Vargem Bonita
	Núcleo Rural Córrego da Onça
Candangolândia (RA XIX)	Toda contida na APA

Segundo Felfili e Santos (2002), existem seis unidades de Conservação inseridas no território da APA e outras áreas naturais remanescentes de médio porte as quais contêm Áreas de Preservação Permanente que poderão vir a integrar corredores ecológicos para a Reserva da Biosfera.

ÁREAS DE PROTEÇÃO DE MANANCIAL: Catetinho;

ÁREAS DE RELEVANTE INTERESSE ECOLÓGICO: Capetinga-Taquara, Santuário da Vida Silvestre do Riacho Fundo e do Cerradão;

ESTAÇÕES ECOLÓGICAS: Jardim Botânico, Reserva Ecológica do IBGE e Universidade de Brasília;

JARDIM BOTÂNICO: de Brasília;

JARDIM ZOOLOGICO: de Brasília.

Figura 3.2 – Unidades de Conservação e Áreas Protegidas inseridas na APA Gama Cabeça-de-Veados
Fonte: adaptada UNESCO (2003).

A APA ainda está inserida na Zona Núcleo e também na Zona Tampão da Reserva da Biosfera do Cerrado implementada no Distrito Federal no âmbito do programa o Homem e a Biosfera, desenvolvido pela UNESCO, organismo da ONU.

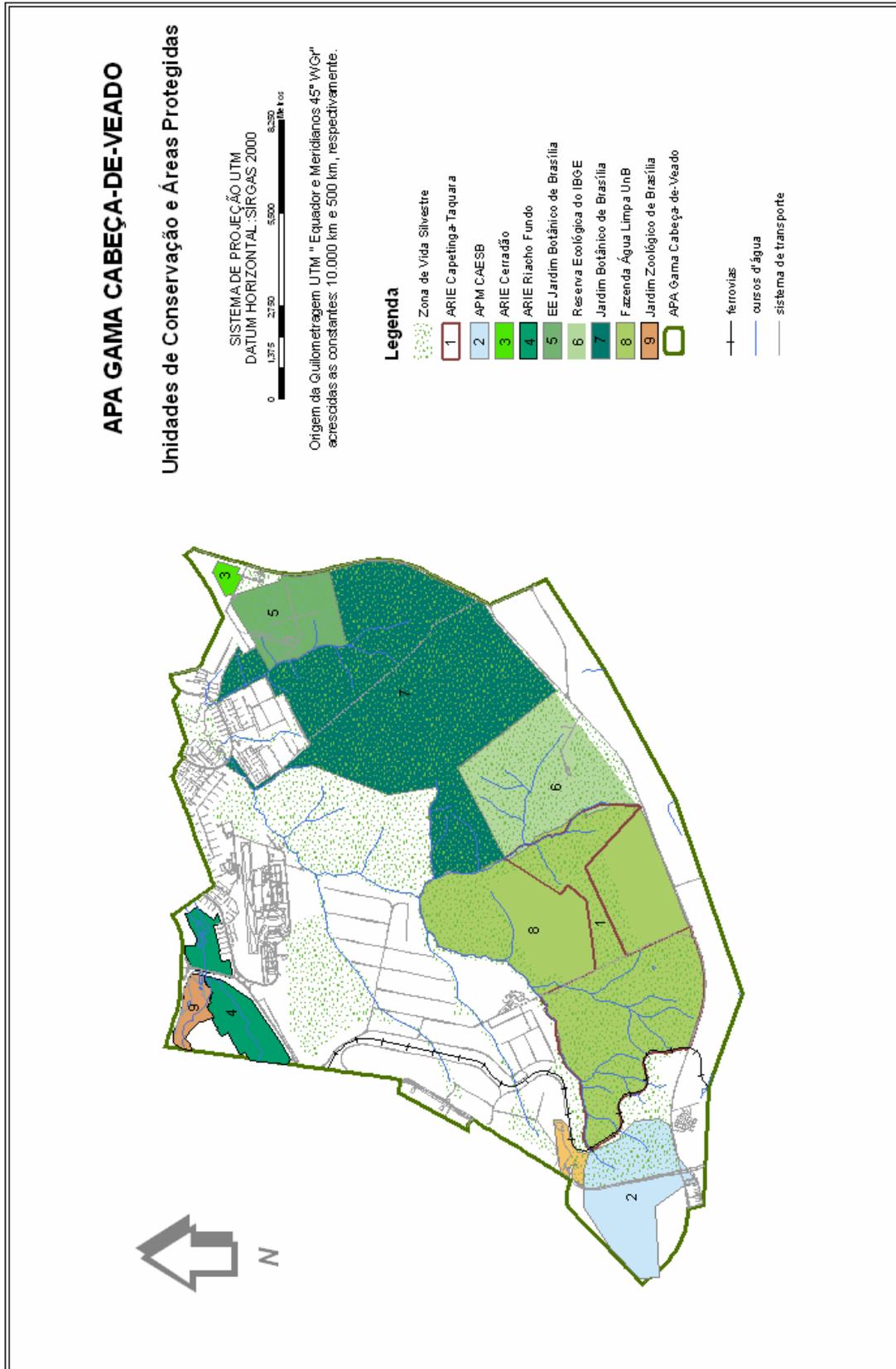


Figura 3.3 – Unidades de Conservação e áreas Protegidas da APA Gama Cabeça-de-Veado
Fonte : adaptado de UNESCO (2003)

3.1.2 Clima

Segundo IBGE (2004b), como em todo Brasil Central, o clima é tipicamente sazonal, com duas estações bem definidas: uma chuvosa e outra seca.

A estação chuvosa começa em setembro ou outubro e se prolonga até abril ou maio. Os meses mais chuvosos são os de novembro a março, período no qual ocorre, em média, 75% do total anual de precipitação.

A estação seca geralmente começa em maio e termina em setembro. Os meses de junho, julho e agosto são os mais secos, constituindo um período de déficits hídricos na maioria dos solos.

As temperaturas são elevadas na estação chuvosa e amenas na seca. A temperatura média anual é de 22°C. Os meses mais quentes são setembro e outubro, sendo junho e julho os meses mais frios.

A umidade relativa do ar é alta durante o verão e ao longo de alguns meses da primavera e do outono. Nesse período as médias registradas oscilam entre 73% e 79%. Entre junho e setembro essas médias passam a variar entre 50% e 61%, mas períodos com umidade relativa do ar abaixo de 20% são frequentes.

3.1.3 Geomorfologia

Conforme Novaes (1988 apud UNESCO, 2003), a APA Gama Cabeça-de-Veado está localizada nas seguintes unidades geomorfológicas: Chapadas da Contagem e de Brasília e Depressão do Paranoá.

A região das chapadas é constituída de áreas planas e suavemente onduladas, que corresponde à porção sul e sudoeste da APA.

A área da Depressão do Paranoá corresponde ao restante da APA e representa as regiões inclinadas e fracamente dissecadas, que partem da base das chapadas em direção aos vales dos cursos d'água.

As áreas das bacias do Gama e Cabeça-de-Veado apresentam quatro tipos de formas de relevo características: os níveis aplainados, as encostas, as planícies aluviais e os campos de murundus.

3.1.4 Geologia

A cobertura detrítica terciária-quaternária, a qual constitui uma superfície de erosão plana, recobre a maior parte da área da APA Gama Cabeça-de-Veado (UNESCO, 2003). Em termos litológicos é formada de detritos argilo-arenosos, normalmente oxidados e fracamente consolidados.

Os metassiltitos, meta-argilitos e quartzitos ocorrem nas cabeceiras de drenagem, enquanto que nas áreas mais movimentadas do relevo e no sudoeste da APA aparecem as ardósias.

Os aluviões formam depósitos de areia e argilas, com pequenas espessuras e normalmente impregnados de matéria orgânica. A principal área de afloramento rochoso na APA Gama Cabeça-de-Veado é na bacia do Ribeirão do Gama, na porção das cabeceiras dos cursos d'água.

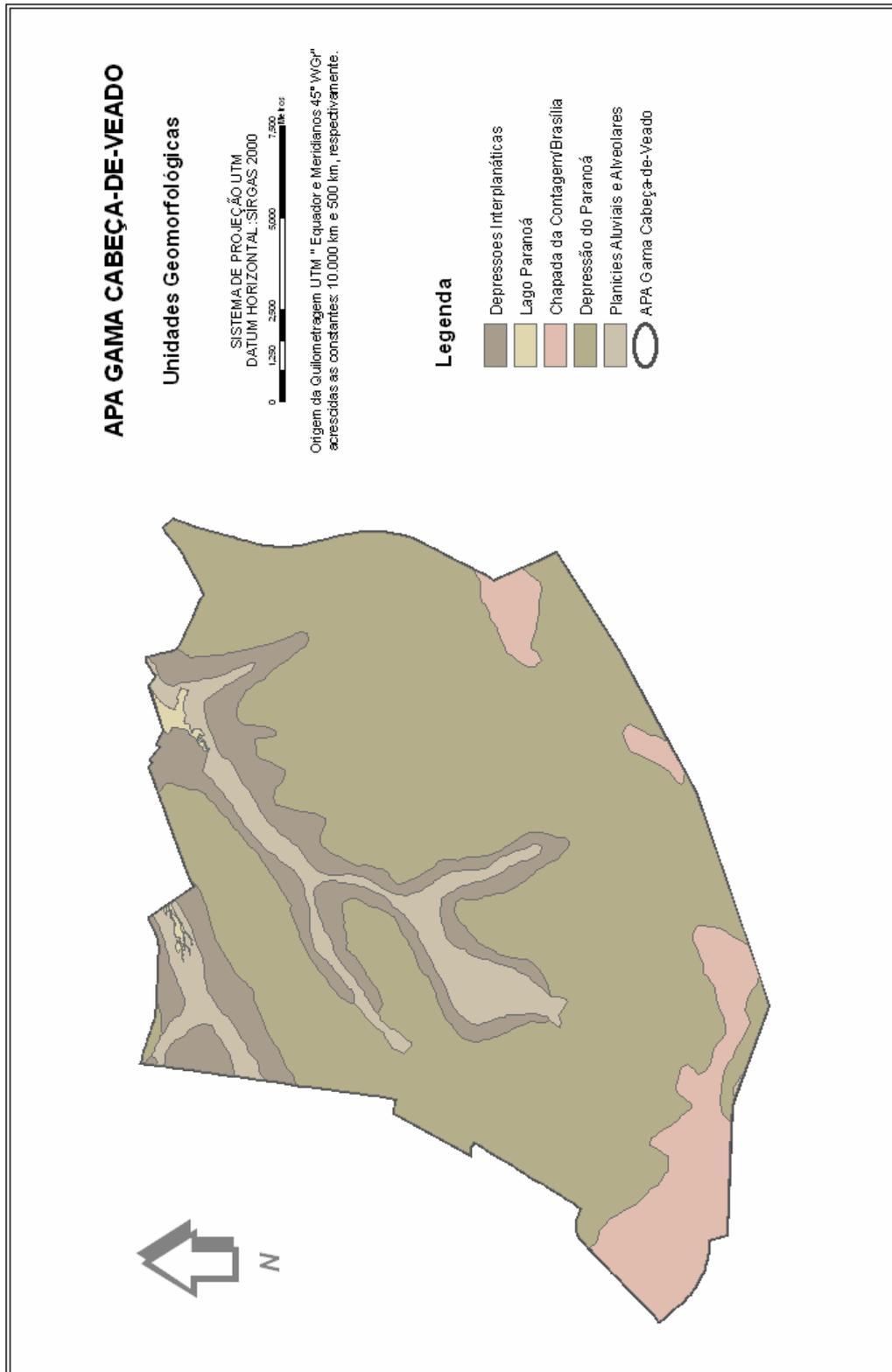


Figura 3.4 – Unidades Geomorfológicas – APA Gama Cabeça-de-Veado
Fonte : adaptado de UNESCO (2003)

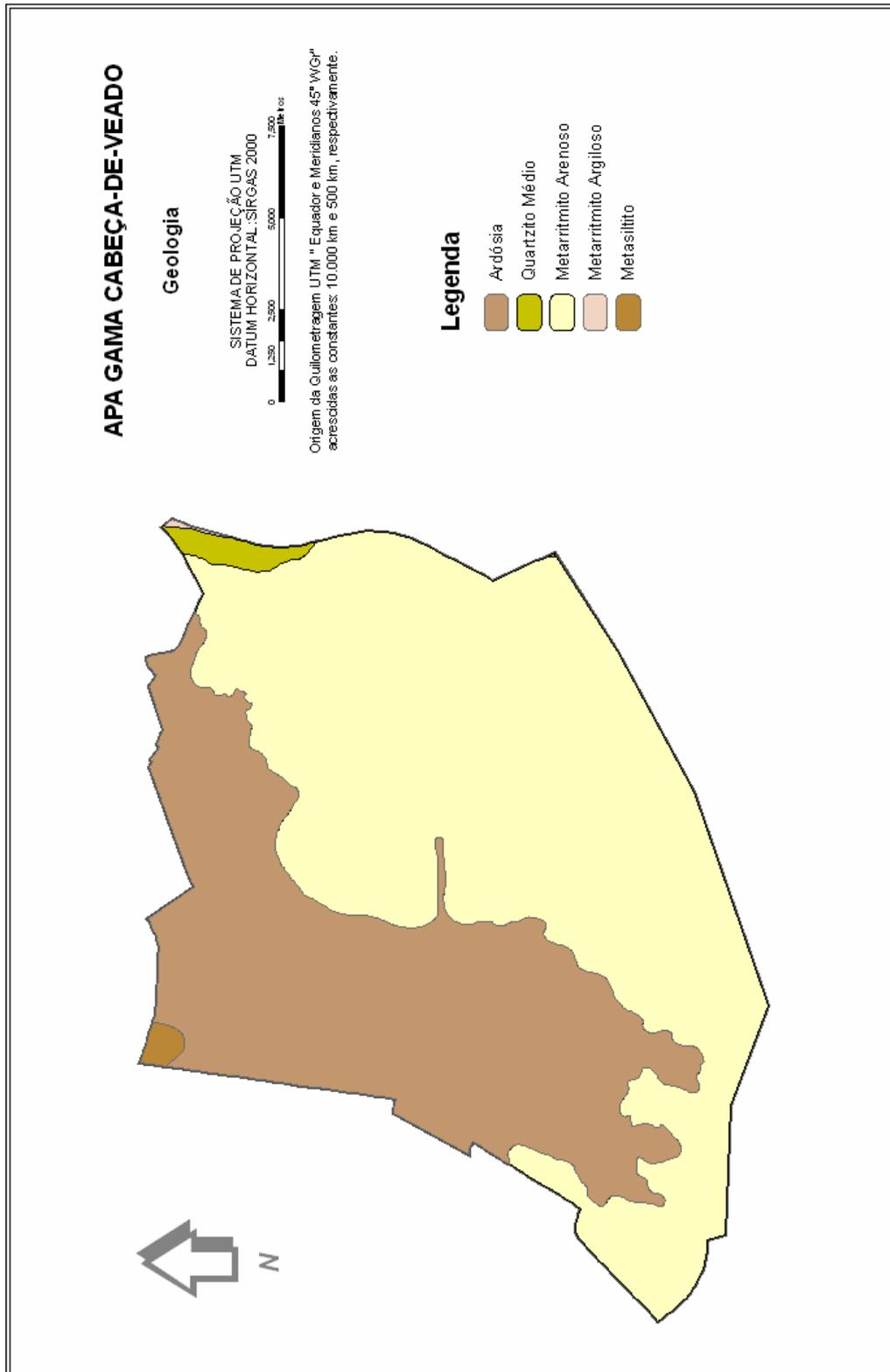


Figura 3.5 – Geologia – APA Gama Cabeça-de-Veado
Fonte : adaptado de UNESCO (2003)

3.1.5 Solos

Os latossolos predominam na área da APA Gama Cabeça-de-Veado. Estes solos espessos ocorrem principalmente na depressão do Paranoá.

Os cambissolos aparecem nas áreas de relevo mais acidentado e são solos mais rasos.

Nos afloramentos rochosos, nas cabeceiras dos cursos d'água, principalmente na porção sudoeste da APA, ocorrem os solos litólicos.

Os solos hidromórficos aparecem nas áreas dos vales e planas onde ocorrem às matas de galeria e veredas.

3.1.6 Hidrografia

A APA Gama Cabeça-de-Veado localiza-se bacia do Lago Paranoá e é drenada por três sub-bacias hidrográficas: as bacias do Ribeirão do Gama , do Córrego Cabeça-de-Veado assim como do Riacho Fundo.

O Ribeirão do Gama possui uma extensão de 20,76 km e sua bacia ocupa uma área de 14.472 ha. Os tributários de sua margem direita possuem água pura e rica fauna, que compõem as áreas contíguas de preservação (UNESCO, 2003). Em contrapartida, a margem esquerda da bacia de drenagem do Ribeirão do Gama encontra-se sob forte pressão antrópica, face à urbanização (Setor de Mansões Park Way, e a agricultura praticada no Núcleo Rural de Vargem Bonita.

O Córrego Cabeça-de-Veado possui uma extensão de 6,91 km e cobre uma área de 3.135,1 ha. Seus cursos superior e médio encontram-se protegidos pela Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília, enquanto que seu baixo curso sofre pressões em função do processo de urbanização (Setor de Mansões Dom Bosco).

O Ribeirão do Gama e o Córrego Cabeça de Veado são importantes fontes de abastecimento para a cidade de Brasília. Enquanto o Gama possui em sua nascente três pequenas captações, que abastecem o Setor de Mansões Park Way e o Núcleo Rural de Vargem Bonita, o Córrego Cabeça de Veado possui quatro captações, que atendem moradores do Lago Sul.

A foz do Riacho Fundo atravessa a ARIE da Vida Silvestre do Riacho Fundo e possui uma extensão de 5,2 km.

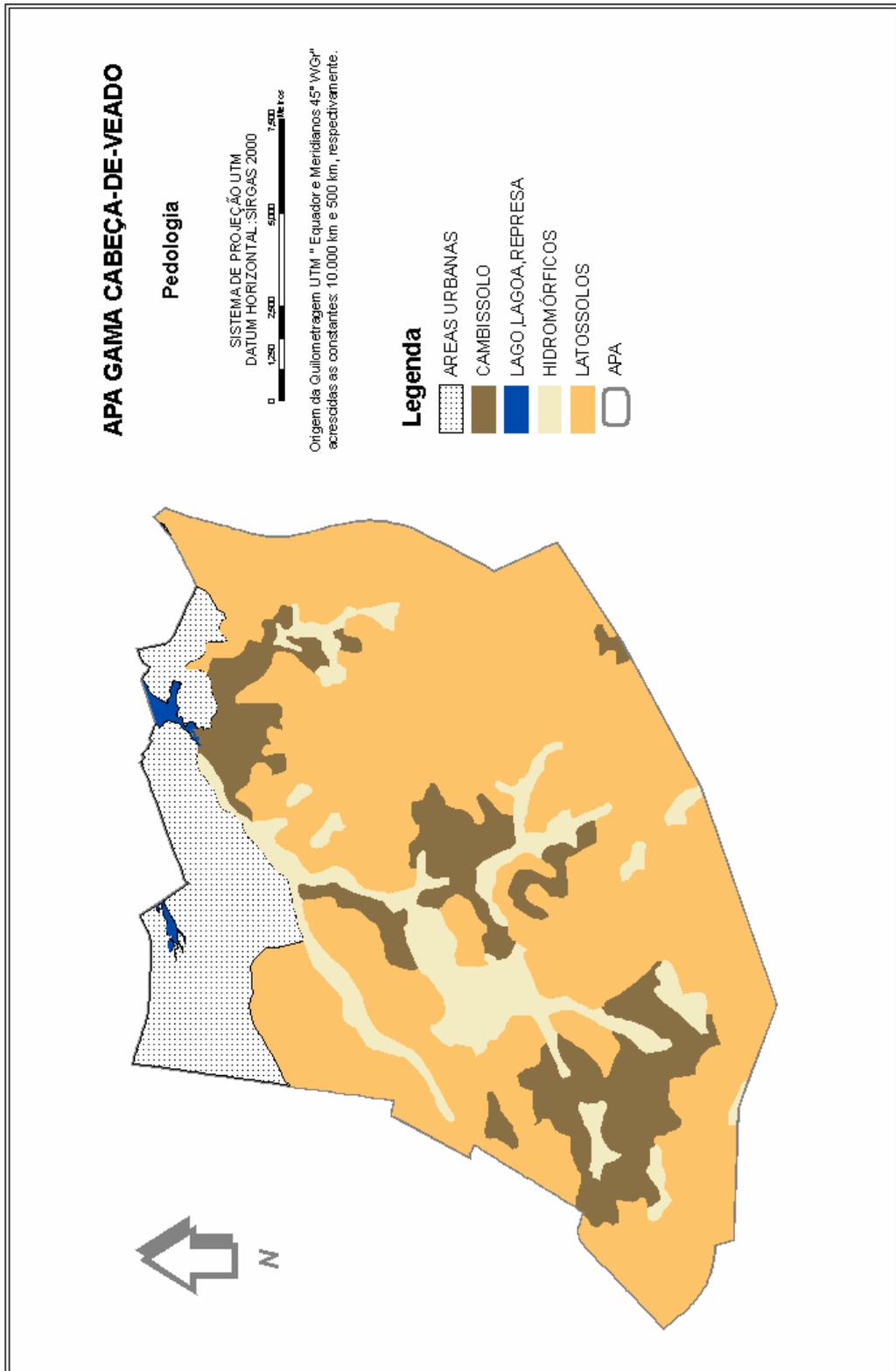


Figura 3.6 – Pedologia – APA Gama Cabeça-de-Veado
Fonte : adaptado de UNESCO (2003)

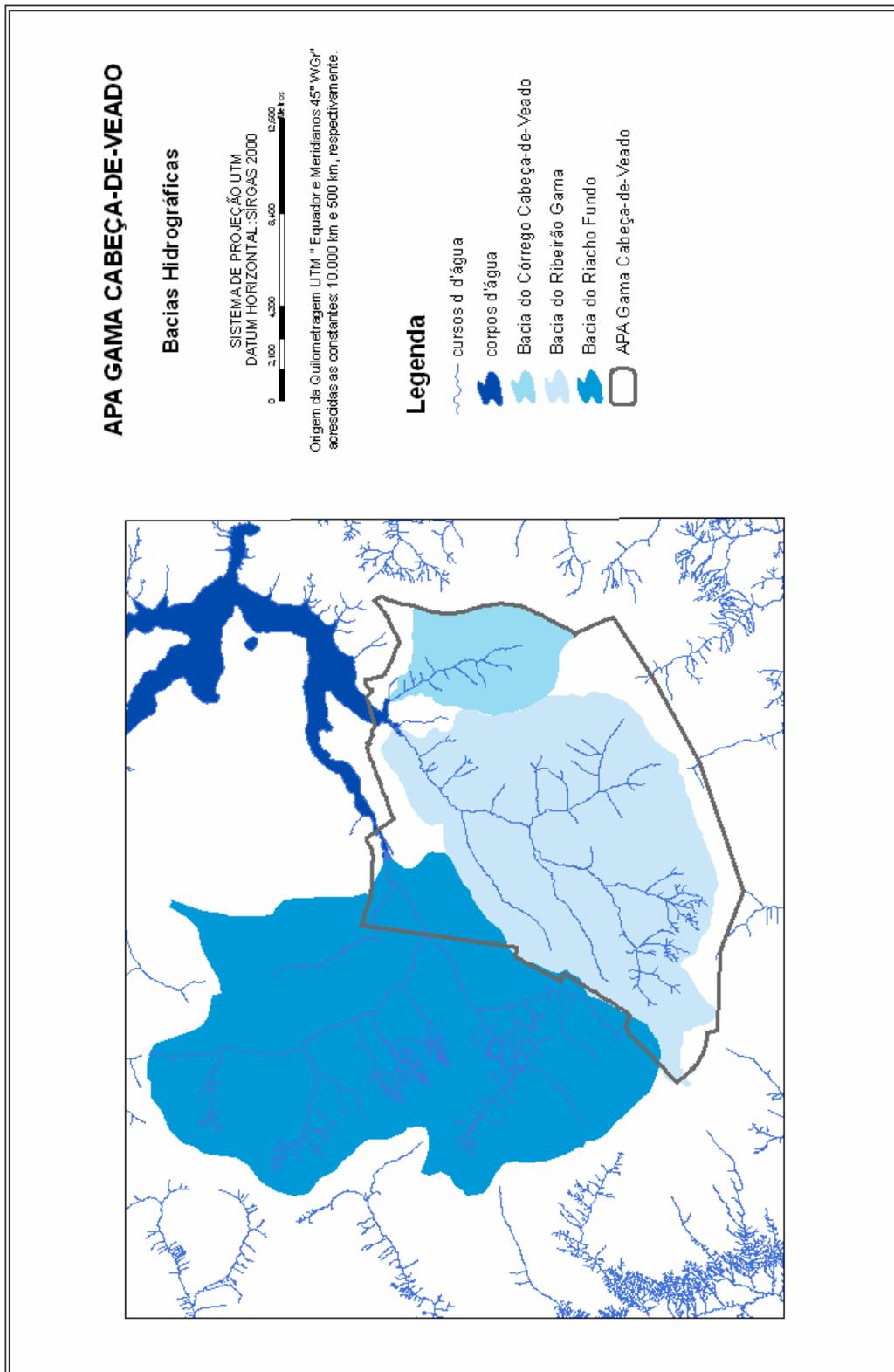


Figura 3.7 – Bacias Hidrográficas da APA Gama Cabeça-de-Veado.
Fonte : adaptado de UNESCO (2003)

3.1.7 Vegetação

Na APA Gama Cabeça-de-Veado encontram-se amostras representativas e bem preservadas das várias fisionomias de vegetação do Bioma Cerrado, tais como cerradão, cerrado, campo sujo, campo limpo, campo de murundus, vereda, mata de galeria e mata mesofítica.

Nas áreas bem drenadas das matas de galeria da APA Gama e Cabeça de Veado ocorre uma flora característica, com cerca de 230 espécies por hectare (UNESCO, 2000).

A Mata mesofítica e o Cerradão são formações que ocorrem nos interflúvios. A mata mesofítica é uma fisionomia rara hoje no DF. Na APA ocorre apenas em uma estreita faixa entre a Escola de Administração Fazendária e o Jardim Botânico de Brasília. Embora menos raros, os cerradões, também têm uma distribuição restrita, ocorrendo na EE do Jardim Botânico e na ARIE do Cerradão.

O cerrado ocorre em grandes extensões da APA, com diferentes densidades de cobertura arbórea. As espécies predominantes são o pequi (*Caryocar brasiliense*), jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*), carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*), pau-terra (*Qualea grandiflora*), pau-terra-liso (*Qualea multiflora*), pau-terrinha (*Qualea parviflora*), gomeira (*Vochysia thyrsoidea*), ipês (*Tabebuia caraiba*, *T. ochracea*), jacarandá-do-cerrado (*Dalbergia miscolobium*), pau-santo (*Kielmeyera coriacea* e *K. Speciosa*), canela-de-ema (*Vellozia squamata*) e palmeiras (*Butia leiospatha*, *Syagrus speciosa*, *S. comosa*, *S. petraea*, *Allagoptera leucocalyx*). No estrato herbáceo, além do capim-flexinha (*Echinolaena inflexa*) ocorrem ciperáceas (*Rhynchospora* sp., *Scleria* sp.), arbustos, subarbustos e ervas latifoliadas como gabiobas (*Psidium* spp., *Campomanesia* spp.), cigana ou flor-de-brasília (*Calliandra dysantha*) e arnica (*Lychnophora ericoides*), entre outras.

Os campos limpos ocorrem em áreas de solos rasos, com diferenças no grau de umidade ou em áreas mal drenadas, geralmente margeando as matas de galeria. A vegetação caracteriza-se pela presença de Gramineae (*Echinolaena inflexa*, *Andropogon leucostachys*, *Axonopus brasiliensis*, *Panicum campestre*, *Paspalum erianthum*, *Tristachya leiostachya*), Cyperaceae (*Bulbostylis paradoxa*, *Dicromena* sp. *Rhynchospora velutina*, *Scleria burchellii*), Orchidaceae (*Bletia catenulata*, *Cleistes castanoides*, *Episthepium sclerophyllum*, *Habenaria* spp., *Stenorhynchus lanceolatus*), Gentianaceae (*Calolisianthus speciosus*, *Deianira chiquitana*, *Deianira pallescens*, *Curtia tenuifolia* e *Schultesia brachyptera*), sempre-vivas (*Paepalanthus* spp., *Eriocaulon* spp.), pires (*Xyris* spp.), e uma erva insetívora (*Drosera Montana*).

Os campos sujos caracterizam-se pela presença de poucas árvores, ou arvoretas, e arbustos grossos espalhados sobre um estrato herbáceo-subarbusivo bem desenvolvido. Possuem flora semelhante à do cerrado.

As Veredas são fisionomias que ocorrem em ambientes alagados cobertos com vegetação graminosa e de ciperáceas e que têm a palmeira buriti (*Mauritia flexuosa*) como único elemento de porte arbóreo. Têm um papel fundamental na regulação hídrica dos córregos, para os quais fornece água na estação seca. Na APA ocorrem em pequenas extensões e diversos locais.

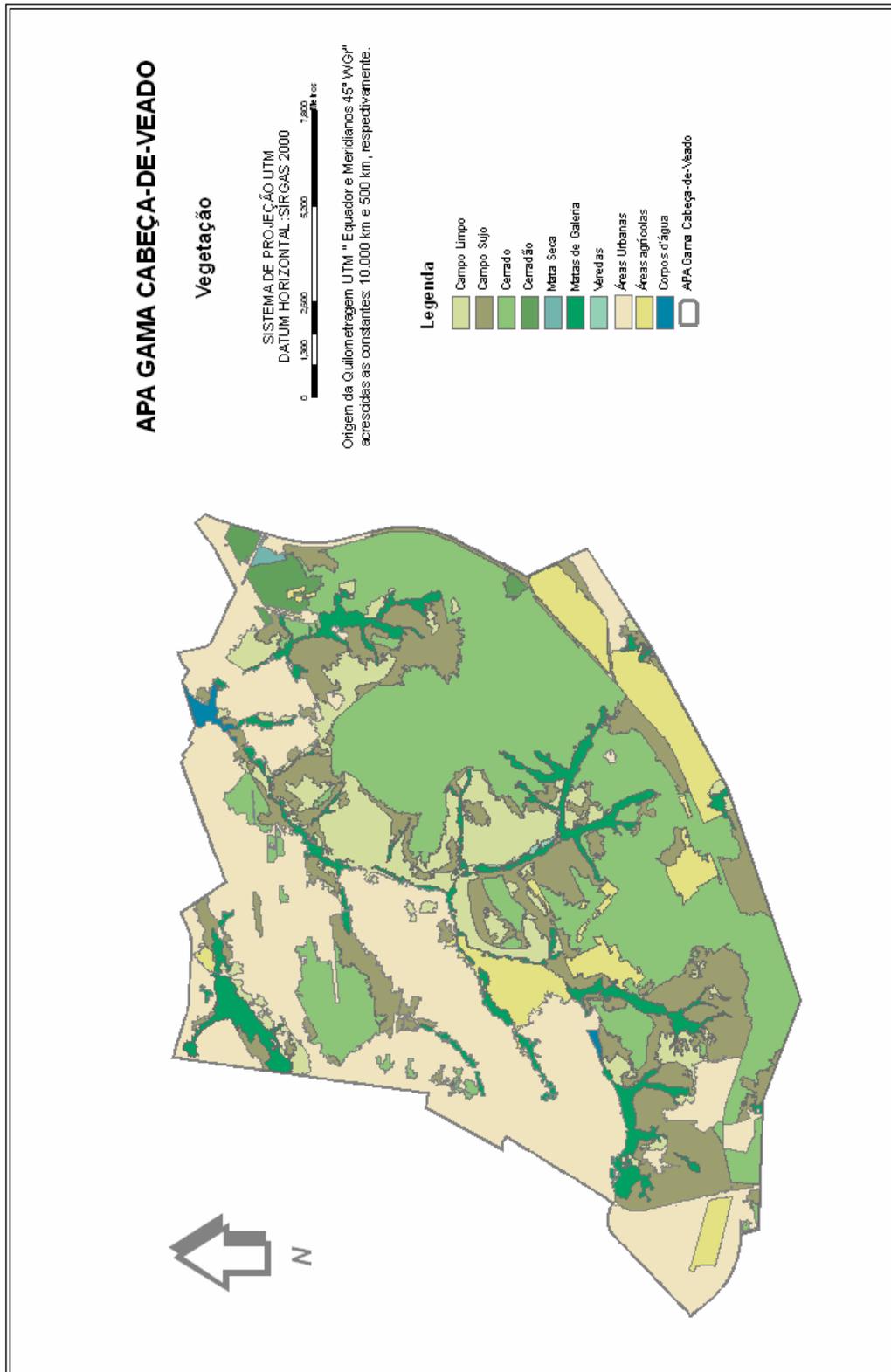


Figura 3.8 - Vegetação - APA Gama Cabeça-de-Veado
Fonte: Verônica Santos, 2005.

3.2 MATERIAL E EQUIPAMENTOS

Na realização deste trabalho foram utilizados os seguintes insumos:

- 1) Imagens Quickbird do tipo Standard, QuickPac, contendo as correções radiométricas, do sensor e geométricas, projetadas no sistema UTM, fuso 23 e Datum WGS84, não estando ortorretificadas. Adquiridas em 3 de junho de 2002 e 22 de agosto de 2003. As imagens foram mascaradas no contorno da APA Gama Cabeça-de-Veados, possuem 16 bits e 5 bandas espectrais: uma banda Pancromática com resolução espacial de 0,60 m e quatro bandas multiespectrais (azul, verde, vermelho e infravermelho próximo) com resolução espacial de 2,4 m;
- 2) Imagens SPOT 5 do tipo Standart 1A, cenas 709/381, 709/382 e 710/381 e 710/382, contendo as correções radiométricas e geométricas, projetadas no sistema UTM, fuso 23 e Datum SAD69. Adquiridas em 29 de abril de 2003, possuem 8 bits e 4 bandas espectrais (azul, verde, vermelho e infravermelho próximo), com resolução espacial de 10 m. Estas imagens foram cedidas pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação – SEDUH do governo do Distrito Federal;
- 3) Imagem *Enhanced Thematic Mapper* – LANDSAT 7 ETM+ , Nível 1G, com as correções radiométrica e geométrica, associada a um sistema de coordenadas geográficas e Datum SAD69. Órbita-Ponto 221/71 adquirida em 23 de maio de 2003, com seis bandas espectrais com resolução espacial de 30 m;
- 4) Base Cartográfica digital planialtimétrica IBGE, folha SD-23-Y-C-IV, no sistema de projeção UTM, fuso 23, Datums Planimétrico e Altimétrico, SAD69 e Imbituba respectivamente, na escala 1:100.000;

- 5) Base Cartográfica Digital planialtimétrica do Distrito Federal, no Sistema de Cartografia do DF – SICAD (sistema de projeção UTM, fuso 23, Datums Planimétrico e Altimétrico, Astro-Chuá e Imbituba, respectivamente) - na escala 1:25.000;
- 6) Base Cartográfica Digital planialtimétrica do Distrito Federal, no Sistema de Cartografia do DF – SICAD (sistema de projeção UTM, fuso 23, Datums Planimétrico e Altimétrico, Astro-Chuá e Imbituba, respectivamente) - na escala 1:10.000;
- 7) Base Cartográfica Digital planialtimétrica do Distrito Federal, no Sistema de Cartografia do DF – SICAD (sistema de projeção UTM, fuso 23, Datums Planimétrico e Altimétrico, Astro-Chuá e Imbituba, respectivamente) - na escala 1:2.000;
- 8) Modelo Digital do Terreno - MDT gerado a partir de pares estereoscópicos de imagens ASTER do DF de 14/04/2002, cedido pela Seção de Imagens e Informações Geográficas do Comando de Operações Terrestres – COTER do Ministério da Defesa;
- 9) Modelo Digital do Terreno do DF, gerado pela SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com resolução espacial de 90 m;
- 10) Mapa Digital de Solos do DF, na escala 1:100.000 no Sistema de Cartografia do DF – SICAD, CODEPLAN, 1997;
- 11) Mapa Digital de Geologia do DF, na escala 1:300.000 no Sistema de Cartografia do DF – SICAD, CODEPLAN, 1997;
- 12) Mapa Digital de Geomorfologia do DF, na escala 1:300.000 no Sistema de Cartografia do DF – SICAD, CODEPLAN, 1997;
- 13) Mapa Digital Ambiental do DF, na escala 1:100.000 no sistema UTM, fuso 23, Datum SAD 69, Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMARH, 2000;
- 14) Mapa Digital de Vegetação da área da Bacia do Taquara, no sistema de projeção UTM, fuso 23, Datum SAD69, na escala 1:10.000, IBGE;

15) Malha Digital Censitária Urbana e Rural do DF, na escala 1:100.000, projetadas no sistema de coordenadas geográficas e a projeção Universal Transversa de Mercator – UTM, respectivamente e, como referência geodésica Datum SAD 69, IBGE, 2000 ;

16) Mapeamento do Plano Diretor de Ordenamento Territorial –PDOT, Macrozoneamento do DF, no SICAD , na escala 1:100.000, SEMARH, reeditado em 2002;

17) Dados Tabulados do Censo 2000, por setores urbanos e rurais, da área da APA Gama Cabeça-de-Veado;

18) Pontos de Controle (82), adquiridos por meio de rastreamento diferencial do Sistema GPS de Navegação, processados para o sistema de projeção UTM, Datum WGS84;

Os principais equipamentos utilizados no desenvolvimento deste trabalho são:

- Dois receptores GPS Magelan PROMARK X;
- Receptor GPS AshTech PROMARK 2;
- Computador Intel Pentium 4, 1800 MHz, 512 mb de memória RAM, com um disco Rígido de 40 Gb, com sistema operacional Windows XP – SP2;

Foram utilizados os seguintes aplicativos no processamento dos dados e informações:

- *Software Ashtech Solutions*, versão 2.5, da *Ashtech*;
- *Software ENVI*, versão 4.2, da *Research Systems Inc.*;
- *Software PCI Geomatics*, versão 9.1, da *PCI Geomatics Enterprises, Inc.*;
- *Software ArcGis*, versão 9.0, da *ESRI – Environmental Systems Research Institute, Inc.*;
- *Software SPRING* - Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas, versão 4.2, do INPE - Instituto de Pesquisas Espaciais.

3.3 METODOLOGIA

Para atingir os objetivos propostos nesta pesquisa, que visa à aplicação de classificação digital de imagens orbitais orientada a objetos, para a produção de mapeamentos de uso e cobertura da terra, a metodologia adotada foi dividida em diversas etapas que se complementam. A Figura 3.8 apresenta um fluxograma dos procedimentos adotados para o desenvolvimento do trabalho proposto.

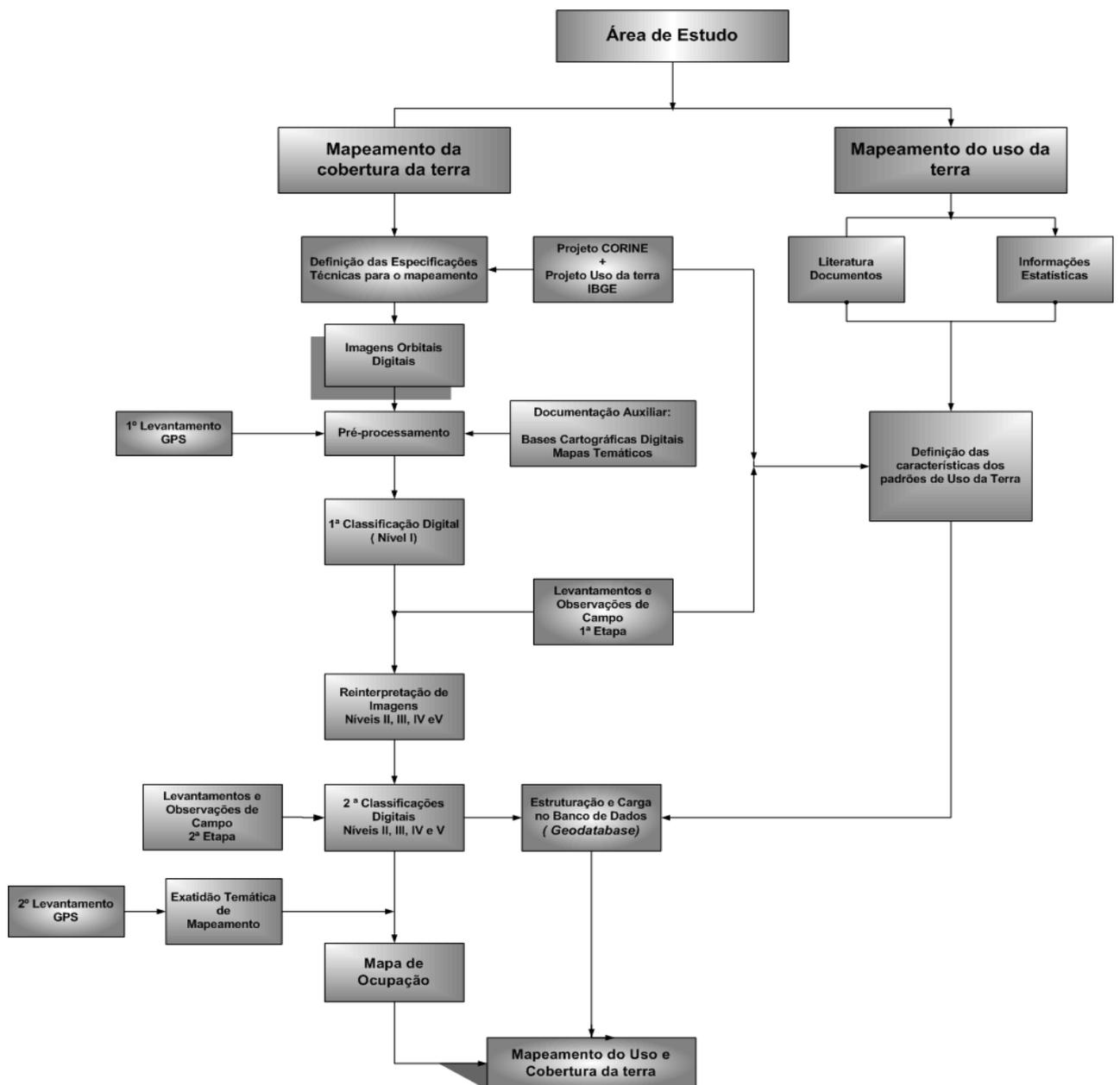


Figura 3.9 – Fluxograma da metodologia de trabalho

3.3.1 Definição das Especificações Técnicas para o Mapeamento de Cobertura

Após a análise das especificações técnicas do Programa CORINE, adotado como referência no desenvolvimento do Projeto Uso da terra do IBGE, definiram-se os elementos determinantes para o mapeamento de uso e cobertura da terra nas escalas propostas para este trabalho, em concordância com a área de estudo - a APA Gama Cabeça-de-Veados.

As escalas de mapeamento propostas para o desenvolvimento deste trabalho, seguem um procedimento de mapeamento em escalas crescentes, indo desde um nível global, exploratório (1:250.000 até 1:1.000.000), regional (1:250.000 até 1:100.000) e o nível de semi-detalle (1:100.000 até 1:25.000).

A unidade mínima de mapeamento (UMM), determinada para cada escala utilizada, foi calculada com base nas menores dimensões que podem ser delineadas de forma legível no mapa, sem comprometer as informações obtidas no levantamento. Portanto, a área mínima considerada, na escala do mapa, é de 0,5 cm X 0,5 cm (IBGE, 1999).

Em função da adoção de unidades mínimas de mapeamento haverá agregação de classes, o que significa que dentro de uma unidade considerada homogênea haverá diversidade.

Somente elementos de área (polígonos) são identificados. As áreas menores que a UMM são agregadas/generalizadas na base de dados.

A nomenclatura é hierarquizada e distingue 30 classes para o quinto nível, 19 classes para o quarto nível , 10 classes para terceiro nível e 6 classes para o segundo, uma vez que estas foram derivadas a partir de quatro classes globais. O nível I e o nível II adotados, foram os elaborados para o País, pelo projeto Uso da Terra do IBGE.

Tabela 3.2 – Especificações Técnicas mapeamento de uso e cobertura da terra

Mapeamento de uso e cobertura da terra			
<i>Escala</i>	<i>UMM (ha)</i>	<i>Largura Mínima (m)</i>	<i>Nomenclatura (classes)</i>
1:250.000	156	250	6
1:100.000	25	100	10
1:50.000	6	50	19
1: 25.000	1	25	30

As classes e subclasses das nomenclaturas propostas foram definidas em função da área de estudo e, procuraram ser representativas e relevantes para o objetivo do mapeamento, mantendo-se coerência hierárquica entre elas.

O Sensoriamento Remoto é adotado como primeira fonte de dados para o Nível I e, para identificação dos demais níveis serão utilizados os dados obtidos das imagens, aliados a informações auxiliares adicionais (mapeamentos temáticos diversos existentes, dados estatísticos etc.).

3.3.2 Escolha das Imagens Orbitais

Na escolha de uma determinada resolução espacial de uma imagem orbital, alguns pontos devem ser considerados em função do objetivo a ser atingido: o custo de aquisição, processamento e armazenamento da imagem; a compatibilidade com outros conjuntos de dados com os quais a imagem será utilizada; e primordialmente as feições, ou seja, elementos da paisagem que necessitam ser mapeados e detectados na imagem.

Atualmente no mercado existem disponíveis comercialmente, diversos satélites orbitais de observação da Terra, com as mais diversas características que atendem as mais distintas finalidades.

Aronoff (2005), define os melhores satélites orbitais óticos para diversas escalas de mapeamento do uso e cobertura da terra (tabela 3.3).

Tabela 3.3 – Satélites orbitais de observação da Terra recomendados para o Mapeamento de Uso e Cobertura da terra

Fonte: Adaptação de Aronoff (2005)

Escala de Mapeamento	Resolução Espacial Adequada	Satélites Orbitais Óticos
1:100.000 - 1:500.000	> 20m	Landsat ETM+, SPOT HRV/HGR, NOAA AVHRR, IRS, LISS, Terra ASTER, Água / Terra MODIS
1:50.000	5-20 m	Terra ASTER (bandas do visível), Landsat ETM+, SPOT HRV/HRG
1:25.000	1-5 m	IKONOS, QuickBird, OrbView 3
1:10.000	< 1 m	Imagens de resolução espacial fina

As escalas propostas para o desenvolvimento deste trabalho foram determinadas em função das mesmas contemplarem os mapeamentos nos diversos níveis hierárquicos, objetos desta pesquisa.

Para um mapeamento de uso e cobertura da terra, nas escalas 1:250.000 e 1:100.000, foi adotada a imagem do satélite Landsat 7, com resolução espacial de 30m. Para a escala 1:50.000 foi utilizada a imagem do satélite SPOT 5, com resolução espacial de 10m e, para o mapeamento de semidetalhe, na escala 1:25.000, a imagem do satélite Quickbird com 0,60 m de resolução espacial.

3.3.3 Trabalhos de Campo

Durante a realização deste projeto foram realizados quatro trabalhos de campo na área da APA Gama Cabeça de Veado.

Em julho de 2004, foram realizados os primeiros trabalhos de campo, levantamentos GPS para geração de pontos de apoio terrestre ou pontos de controle (GCP's), para a ortorretificação da imagem QuickBird.

Os GCP's foram identificados na imagem Quickbird em locais de fácil acesso e apresentaram uma distribuição homogênea, por toda a imagem.

Para a aquisição das coordenadas dos pontos de controle, foi utilizado o método Diferencial de rastreo GPS (DGPS), com coordenadas pós-processadas. Foram realizadas campanhas para determinação destes pontos utilizando dois receptores Magelan PROMARK X, sendo um colocado em uma estação fixa, denominada estação base, de coordenadas conhecidas, localizada na Reserva Ecológica do IBGE. O outro receptor foi utilizado como móvel (*ROVER*), no levantamento dos demais pontos de interesse. O tempo médio de duração do rastreo por estação foi de 25 minutos, com a finalidade de garantir uma precisão submétrica.

Os dados, obtidos no rastreo DGPS, foram processados através do aplicativo Ashtech Solutions, versão 2.5, sendo calculadas as coordenadas no sistema WGS-84, sistema geodésico das imagens a serem ortorretificadas. Foram produzidos 29 pontos de apoio (Apêndice 1).

O segundo trabalho de campo teve como objetivo o reconhecimento geral da área, das características de ocupação e dos padrões de uso interpretados nas imagens após a primeira classificação digital e, para a confirmação das nomenclaturas definidas para cada nível do mapeamento.

O penúltimo trabalho de apoio em campo serviu para dirimir quaisquer dúvidas existentes geradas após a segunda classificação digital que já contemplava todos os níveis de mapeamento até a escala 1:25.000.

Em Janeiro de 2006, foi realizado o último trabalho em campo, com levantamentos GPS para aquisição de pontos aleatórios para análise de exatidão do mapa de uso e cobertura da terra, na escala 1:25.000.

Foram realizadas campanhas para determinação destes pontos utilizando o receptor Ashtech PROMARK II . O método para obtenção das coordenadas destes pontos foi o método cinemático *Stop and Go*, com coordenadas pós-processadas. Como estação base foi utilizada a estação Brasília da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo GPS - RBMC, do IBGE. O receptor PROMARK II foi utilizado como móvel (ROVER), no levantamento dos pontos de interesse. O tempo médio de duração do rastreamento por estação foi de 30 segundos, garantindo uma precisão submétrica.

Após o rastreamento, os dados foram processados através do software Ashtech Solutions, versão 2.5, sendo obtidas as coordenadas no sistema WGS-84. Foram produzidos 53 pontos (Apêndice 2).

3.3.4 Pré-processamento das Imagens Orbitais

3.3.4.1 Fusão das Imagens QuickBird

As imagens do satélite QuickBird ,pancromática e multiespectrais, foram fundidas antes do processo de correção geométrica. Para otimizar o tempo de processamento e tornar operacional o uso das imagens, estas foram quantizadas de 16 bits para 8 bits. A fusão foi efetuada através de uma técnica denominada *Gram-Schmidt*, por meio do aplicativo ENVI 4.2. Este algoritmo possui a vantagem de realizar a fusão utilizando as quatro bandas multiespectrais. Segundo Pinho et al. (2005), a técnica de *Gram-Schmidt* produz melhores resultados para a fusão de imagens QuickBird, utilizando as quatro bandas multiespectrais conjuntamente com a pancromática. A banda pancromática da imagem Quickbird recobre todo o intervalo das bandas multiespectrais, do azul até o infravermelho próximo. Desta forma

para que não ocorram grandes distorções nas cores, torna-se necessário na produção da imagem sintética fusionada, a utilização da banda 4 (infravermelho próximo).

Posteriormente à fusão, foi produzido um mosaico com as imagens QuickBird que compõe a área de estudo, e aplicada uma máscara, recortando a imagem mosaicada no contorno da APA Gama Cabeça-de-Veados.

3.3.4.2 Correção Geométrica das Imagens

Para georreferenciar as imagens Landsat7 e a SPOT5, foi aplicado o modelo polinomial, utilizando o *software* ENVI 4.2. Sobre bases planimétricas vetoriais digitais foram identificados os pontos de controle. O georreferenciamento foi realizado por meio de um polinômio de 1º grau utilizando o interpolador Vizinheiro mais Próximo para reamostragem das imagens.

Na retificação das imagens a partir de coordenadas retiradas de carta, foi admitido um erro máximo correspondente a 0,2 mm da carta de referência (Comastri, 1977 apud Rodrigues,1998). Assim, estando as bases planimétricas nas escalas 1:100.000, utilizada para o registro do sensor Landsat7 ETM+ (30 m) e 1:25.000, empregada no registro da imagem SPOT5 (10 m), os valores aceitáveis correspondem a 0,66 pixel e 0,50 pixel, respectivamente.

A metodologia utilizada para corrigir as distorções na imagem QuickBird foi a ortorretificação. O Modelo de Função Racional foi usado para ortorretificar a imagem Quickbird, fusionada e mosaicada anteriormente. Para efetuar esta correção foram utilizados os pontos de controle adquiridos por DGPS em campo, com precisão centimétrica, um Modelo Digital do Terreno gerado a partir de imagens ASTER, com resolução espacial de 15 m e, os Coeficientes Racionais Polinomiais (RPC). O aplicativo utilizado para a ortorretificação foi o PCI Geomatics 9.0, módulo OrthoEngine.

3.3.5 Classificação das Imagens Orbitais

Na classificação das imagens utilizadas na produção do mapeamento de uso e cobertura da terra, nas diferentes escalas propostas, foi utilizado o método de classificação por regiões, disponível no aplicativo SPRING 4.2, do INPE.

Este método de classificação pressupõe a realização de duas etapas. Primeiramente, foi realizada uma segmentação das imagens utilizando o algoritmo por crescimento de regiões e posteriormente, foi realizada uma classificação supervisionada das regiões utilizando o algoritmo Bhattacharya.

No processo de segmentação por crescimento de regiões, a seleção dos limiares de similaridade e área, é considerada uma etapa fundamental no processo, pois define a precisão do produto final a ser utilizado na classificação.

Segundo Nascimento (1998), não há um valor de limiar ideal, pois depende do tipo da imagem, do uso do solo, do período em que o dado foi adquirido e dos objetivos da pesquisa. A definição dos limiares para cada imagem utilizada, foi alcançada após vários testes entre combinações possíveis no algoritmo, atingindo-se um resultado satisfatório na separação das regiões para o mapeamento da cobertura da terra.

O sucesso da classificação por regiões, utilizando o algoritmo Bhattacharya está diretamente relacionado ao resultado da segmentação e das amostras de treinamento selecionadas, adquiridas com base nos trabalhos de verificação realizados em campo.

3.3.6 Definição do Padrão de Uso

A partir dos elementos visíveis na paisagem, interpretados na imagem com apoio dos trabalhos de campo, de dados estatísticos e outros documentos ou mapas, foi realizada uma definição dos padrões de uso da terra, para a área de estudo.

Primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico que pudesse subsidiar informações sobre as atividades exercidas na área da APA Gama Cabeça-de-Veado, conjuntamente com um detalhamento da análise da imagem. A APA é considerada uma das unidades de conservação mais estudadas do Distrito Federal, apresentando um rico acervo bibliográfico sobre a região.

Informações descritas nos relatórios dos trabalhos de campo realizados em duas etapas, entrevistas e informações estatísticas disponíveis auxiliaram na determinação desses padrões para as classes contempladas nas diversas escalas de mapeamento.

Os padrões de uso, depois de definidos, foram incorporados ao banco de dados estruturado para o mapeamento de uso e cobertura da terra.

3.3.7 Banco de Dados para o Mapeamento de Uso e Cobertura da terra

O banco de dados (BD) estruturado para o mapeamento de uso e cobertura da terra foi idealizado para ser um BD geoespacial com nível de detalhamento compatível com as diversas escalas de mapeamento produzidos, compreendendo dois tipos de repositórios: um de feições gráficas e outro de informações alfanuméricas, com integração desses ambientes em um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

O conceito de geodatabase, adotado no aplicativo ArcGis veio substituir os formatos de dados baseados em arquivos (coberturas e shapefiles), por banco de dados relacionais.

Num geodatabase, operamos com dados geográficos de forma muito semelhante ao que fazemos com dados convencionais. Cada tipo de dado geográfico corresponde a uma tabela diferente do banco de dados, e cada entidade será armazenada como uma linha desta tabela (incluindo suas coordenadas). Neste modelo, as aplicações mais simples arquivam os dados vetoriais num banco de dados Access.

Baseado neste conceito, tanto os dados gráficos como seus atributos foram armazenados na estrutura geodatabase do ArcGis 9.0, criado no formato *MS ACCESS* (.mdb), caracterizando um *geodatabase*. Portanto, foi construído um modelo espacial reunindo objetos heterogêneos e articulados em uma base única com acesso geral, ressaltando as seguintes especificações: não existem feições lineares; todos os polígonos são fechados; o número de polígonos é igual ao número de *labels*; cada feição possui um único identificador (ID); cada polígono é rotulado por um código de caracteres que corresponde ao nível de hierarquização adotado; polígonos vizinhos não podem ter o mesmo código, dentre outras. A estrutura de armazenamento adotada para os metadados seguiu o modelo desenvolvido pelo projeto *CLC2000*, da Comunidade Européia.

3.3.8 Mapas de Uso e Cobertura da Terra

A metodologia adotada para a execução dos mapas de uso e cobertura da terra, nas diversas escalas propostas, foi fundamentada na interpretação de imagens de sensores remotos e técnicas de processamento digital, além da utilização imprescindível de informações auxiliares gráficas e textuais, complementadas por trabalhos de campo, que resultaram nas análises das formas de ocupação e das características do processo produtivo, armazenando os resultados em um sistema de informações.

As nomenclaturas de uso e cobertura desenvolvidas e adequadas à realidade da área de estudo, basearam-se no Programa *CORINE land cover*, da Comunidade Européia, e no Projeto Uso da Terra desenvolvido pelo IBGE.

Na ampliação das classes, com relação à vegetação natural, foi adotada para a classificação do Cerrado, a terminologia definida por Ribeiro e Walter (1998), por ser adequada às escalas de mapeamento empregadas e por utilizar termos regionais consagrados.

No processamento digital das imagens foram utilizados os aplicativos ENVI 4.2, da *RSI* e SPRING 4.2, do INPE. Na edição e produção final dos mapas e estruturação de seu banco de dados, foi empregado o aplicativo ArcGIS 9.0, da *ESRI*.

3.3.9 Análise da Exatidão Temática do Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra

A análise de exatidão temática foi realizada no mapa de uso e cobertura da terra na escala 1:25.000, criado por meio de classificação digital.

Para tanto foi adotado o método do coeficiente de concordância *Kappa*, descrito por Congalton e Green (1999). A utilização da estatística *Kappa* permitiu que fosse gerada uma Matriz de erro que possibilitou a comparação entre as classes mapeadas e os dados de campo.

Foram realizados vários testes de controle de qualidade baseados na Matriz de Erros. Foram calculados a Exatidão Global, índice *Kappa* e os erros de omissão e comissão.

Como verdade de campo, foram utilizados 123 pontos, distribuídos aleatoriamente em toda a área de estudo. Estes pontos são originados de levantamentos GPS e de coordenadas retiradas de mapeamentos atuais da região na escala 1:10.000.

Para estruturar a Matriz de Erros, os pontos que representam a verdade terrestre foram lançados sobre o mapa de uso e cobertura da terra na escala 1:25.000, fornecendo os elementos para compor esta matriz (Apêndice 8).

Os componentes da diagonal principal da matriz de confusão fornecem o número de pontos corretamente classificados para cada classe correspondente, enquanto que suas linhas e colunas, indicam a quantidade de pontos mal classificados, denominados erros de inclusão e omissão, respectivamente.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo estão descritos os resultados obtidos com a aplicação da classificação digital de imagens orbitais, orientada a objetos, utilizada para o mapeamento de uso e cobertura da terra para APA Gama Cabeça-de-Veados. Inicialmente será apresentada a nomenclatura desenvolvida para os diversos níveis de mapeamento, com a caracterização da cobertura e uso da terra presentes na área de estudo. Serão apresentados os resultados quantitativos e qualitativos obtidos a partir da aplicação das técnicas de pré-processamento e da técnica de classificação por regiões, etapas cruciais na produção, além da avaliação da exatidão do mapeamento realizado para a maior escala, 1:25.000.

4.1 NOMENCLATURA PARA O MAPEAMENTO DE USO E COBERTURA DA TERRA

As especificações técnicas estabelecidas para nortear os mapeamentos de uso e cobertura da terra em escalas diversas, definiram, além dos princípios básicos para sua realização, legendas hierarquizadas baseadas em experiências já consagradas. Estes princípios orientaram satisfatoriamente todo o processo de produção das novas classes.

A nomenclatura elaborada para representar as peculiaridades da área de estudo, em função das escalas propostas, apresenta cinco níveis de hierarquização (Apêndice 3), com as seguintes classes definidas:

NOMENCLATURA

1. Áreas Antrópicas não Agrícolas

São superfícies alteradas pela ação do homem sem produção do setor primário, com grande parte da terra coberta por estruturas, ou seja, superfícies artificiais.

1.1 Áreas Urbanizadas

Compreende as áreas de uso intensivo; incluem-se nesta classe as cidades, vilas, além de outras áreas ocupadas por complexos industriais, comerciais, administrativos que podem em alguns casos, estarem isolados do núcleo urbano. Engloba as áreas edificadas e podem não coincidir com o perímetro urbano legal, ou seja, o definido pelas prefeituras municipais.

1.1.1 Áreas Urbanizadas Residenciais

Compreende as áreas urbanizadas direcionadas predominantemente ao uso residencial.

1.1.1.1 Áreas Urbanizadas Residenciais com Alta Densidade de Domicílios

Compreende as áreas urbanizadas de uso residencial, cujas edificações (moradias) cobrem quase todo o terreno; áreas de vegetação ou solo exposto são excepcionas – padrão contínuo.

1.1.1.1.1 Domicílios particulares simples

Compreende as áreas ocupadas por domicílios que servem exclusivamente à habitação e tem a finalidade de servir de moradia a uma ou mais pessoas, cujo relacionamento entre estas é ditado por laços de parentesco, de dependência doméstica ou por normas de convivência.

1.1.1.2 Áreas Urbanizadas Residenciais com Baixa Densidade de Domicílios

Compreende as áreas urbanizadas de uso residencial, cujas edificações (moradias) estão associadas a áreas com vegetação ou solo exposto que caracterizam descontínuos espaços na paisagem – padrão descontínuo.

1.1.1.2.1 Domicílios particulares simples

Compreende as áreas ocupadas por domicílios que servem exclusivamente à habitação e tem a finalidade de servir de moradia a uma ou mais pessoas, cujo relacionamento entre estas é ditado por laços de parentesco, de dependência doméstica ou por normas de convivência.

1.1.2 Áreas Urbanizadas Industriais, Comerciais e de Serviços

Compreende as áreas urbanizadas usadas predominantemente para as atividades industriais, venda de produtos e serviços.

1.1.2.1 Industriais

Compreende as áreas urbanizadas cobertas por estruturas usadas predominantemente para as atividades industriais que compreendem uma ampla variedade de usos da terra, sendo classificadas quanto ao destino dos produtos produzidos.

1.1.2.1.1 Bens de Consumo

Compreende as áreas urbanizadas cobertas por estruturas usadas predominantemente para as atividades industriais de bens, mercadorias para uso e consumo da população.

1.1.2.2 Comerciais

Compreende as áreas urbanizadas cobertas por estruturas usadas predominantemente para fins comerciais, venda de produtos.

1.1.2.2.1 Comércio Varejista

Compreende as áreas urbanizadas cobertas por estruturas usadas predominantemente para fins comerciais, com venda de produtos a varejo, tais como shopping-centers, comércios locais, pólos de artesanatos, feiras livres, entre outros.

1.1.2.3 Instituições de Serviços

Compreende as áreas urbanizadas cobertas por estruturas usadas predominantemente para a prestação de serviços.

1.1.2.3.1 Educacionais

Compreende as áreas urbanizadas cobertas por estruturas usadas predominantemente para a prestação de serviços educacionais, tais como instituições de ensino, colégios, universidades, entre outros.

1.1.2.3.2 Religiosas

Compreende as áreas urbanizadas cobertas por estruturas usadas predominantemente para a prestação de serviços religiosos, tais como templos de qualquer credo, santuários, seminários, entre outros.

1.1.2.3.3 Saúde

Compreende as áreas urbanizadas cobertas por estruturas usadas predominantemente para a prestação de serviços na área de saúde, tais como: hospitais, clínicas e postos de saúde.

1.1.2.3.4 Recreativas

Compreende as áreas urbanizadas cobertas por estruturas usadas predominantemente para a prestação de serviço na área de entretenimento e lazer, tais como: clubes, drive-in, jardim zoológicos, parques de diversões, etc.

1.1.2.3.5 Militares

Compreende as áreas urbanizadas cobertas por estruturas usadas predominantemente para a prestação de serviços militares, tais como quartéis, vilas militares, etc.

1.1.3 Transportes e Unidades Associadas

Compreende as áreas urbanizadas recobertas por vias de transporte incluindo suas instalações associadas (rodoviárias, estações, plataformas entre outras). Largura mínima de área : 100 m.

1.1.3.1 Malha Viária, Ferroviária e unidades associadas

Compreende as áreas ocupadas por rodovias, vias, ferrovias e estruturas associadas a estes elementos. Largura mínima de área : 50 m.

1.1.3.1.1 Malha Viária

Compreende as áreas urbanizadas recobertas por vias de transporte rodoviário, tais como rodovias, interseções circulares, entre outras vias e unidades associadas. Largura mínima de área : 25 m.

1.1.3.2 Aeroportos e unidades associadas

Compreende as áreas ocupadas por aeroportos: pista de pouso, construções e espaços associados.

1.1.3.2.1 Aeroporto com pistas de pouso com cobertura artificial

Compreende as áreas ocupadas por aeroportos com pista de pouso com cobertura artificial e, construções e espaços associados.

1.1.4 Outras Áreas

Compreende áreas urbanizadas recobertas ou não por estruturas e que não possuem um uso definido.

1.1.4.1 Áreas degradadas

Compreende áreas urbanizadas, que por ação do homem, sua cobertura apresenta-se degradada.

1.1.4.1.1 Solo exposto – cascalheiras

Compreende as áreas urbanizadas degradadas pela ação antrópica, onde camadas naturais do solo foram retiradas.

2. Áreas Antrópicas Agrícolas

São as áreas da superfície da terra que se encontram ocupadas, basicamente na produção de alimentos e fibras.

2.1 Culturas Temporárias

Compreende as áreas da superfície da terra que se encontram ocupadas, basicamente para a produção agrícola, onde as culturas são de curta ou média duração, geralmente com ciclo inferior a um ano, que após a colheita necessita de novo plantio para produzir.

2.1.1 Cultivos Comerciais e Industriais

Compreende as áreas que se encontram ocupadas, basicamente, para a produção agrícola, onde as culturas praticadas são temporárias voltadas ao comércio e a indústria.

2.1.1.1 Cultivos Irrigados

Compreende as áreas que se encontram ocupadas, basicamente, para a produção agrícola, que utiliza técnicas artificiais e controladas para fornecer água ao solo visando deixá-lo apto para o cultivo.

2.1.1.1.1 Olericultura

Compreende as áreas que se encontram ocupadas, basicamente, para a produção agrícola, no cultivo de legumes e verduras.

2.1.1.2 Cultivos Sequeiros

Compreende as áreas que se encontram ocupadas, basicamente, para a produção agrícola, que utiliza os períodos regulares das chuvas para o seu desenvolvimento.

2.1.1.2.1 Sojicultura

Compreende as áreas que se encontram ocupadas, basicamente, para a produção agrícola, no cultivo de soja.

2.4 Silvicultura

Compreende as áreas da superfície da terra que se encontram ocupadas, basicamente para a produção agrícola praticada unicamente com fins florestais.

2.4.1 Reflorestamento

Compreende as áreas de silvicultura voltadas ao replantio de espécies florestais nativas ou não (exóticas).

2.4.1.1 Reflorestamento com Espécies Exóticas

Compreende as áreas de silvicultura voltadas ao replantio de espécies florestais não ativas.

2.4.1.1.1 Reflorestamento Eucalipto

Compreende as áreas de silvicultura voltadas ao replantio de espécies florestais não ativas, com povoamento de Eucalipto.

2.4.1.1.2 Reflorestamento Pinus

Compreende as áreas de silvicultura voltadas ao replantio de espécies florestais não ativas, com povoamento de Pinus.

3. Áreas de Vegetação Natural

São as áreas da superfície terrestre que estão recobertas por vegetação natural em seu estágio primário ou secundário.

3.1 Florestal

São as áreas da superfície terrestre que estão recobertas por vegetação natural onde predominam espécies arbóreas formando um dossel contínuo ou descontínuo.

3.1.1 Formações Florestais do Cerrado

Compreende as áreas de vegetação do bioma Cerrado com predominância de espécies arbóreas, onde há formação de dossel, contínuo ou não.

3.1.1.1 Cerradão

Compreende as áreas ocupadas por formação florestal do bioma Cerrado, com aspecto xeromórfico; é uma mata mais rala e mais fraca; apresenta dossel predominantemente contínuo.

3.1.1.1.1 Cerradão

3.1.1.2 Formações Florestais associadas com os cursos d'água – matas de galeria e ciliar

Compreende as áreas ocupadas por formação florestal do bioma Cerrado que acompanha a drenagem; localizam-se nos fundos do vale e cabeceiras de drenagem, podendo ou não formar galerias sobre os cursos d'água.

3.1.1.2.1 Mata de Galeria

Compreende as áreas ocupadas por formação florestal do bioma Cerrado que acompanha córregos ou rios de pequeno porte formando galerias sobre os cursos d'água.

3.1.1.3 Mata Seca

Compreende as áreas ocupadas por uma formação florestal do bioma Cerrado caracterizada por diversos níveis de cauducifolia durante a estação seca; ocorre nos interflúvios, em terrenos bem drenados.

3.1.1.3.1 Mata Seca

3.2 Campestre

São as áreas da superfície terrestre que estão recobertas por vegetação natural onde predominam formações vegetais com feições gramíneo-lenhosas e arbustivo-graminóides da savana.

3.2.1 Formações Savânicas do Cerrado

Compreende as áreas de vegetação do bioma Cerrado com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem a formação de dossel contínuo.

3.2.1.1 Cerrado Sentido Restrito

Compreende as áreas ocupadas por uma formação savânica do bioma Cerrado caracterizada pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas com ramificações irregulares e retorcidas.

3.2.1.1.1 Cerrado Denso

Compreende as áreas ocupadas por uma formação savânica do bioma Cerrado caracterizada por uma vegetação predominantemente arbórea, com cobertura arbórea de 50% a 70% e altura média de 5 a 8 metros. Representa a forma mais densa e alta de Cerrado sentido restrito.

3.2.1.1.2 Cerrado Típico

Compreende as áreas ocupadas por uma formação savânica do bioma Cerrado caracterizada por uma vegetação predominantemente arbóreo-arbustivo, com cobertura arbórea de 20% a 50% e altura média de 3 a 6 metros.

3.2.1.1.3 Cerrado Ralo

Compreende as áreas ocupadas por uma formação savânica do bioma Cerrado caracterizada por uma vegetação arbóreo-arbustiva, com cobertura arbórea de 5% a 20% e altura média de 2 a 3 metros. Representa a forma mais baixa e menos densa de Cerrado sentido restrito.

3.2.1.3 Vereda

Compreende as áreas ocupadas por uma formação savânica do bioma Cerrado caracterizada pela presença de uma única espécie de palmeira, o Buriti.; é circundada por um estrato arbustivo-herbáceo característico sem a formação de dossel.

3.2.1.3.1 Vereda

3.2.2 Formações Campestres do Cerrado

Compreende as áreas de vegetação do bioma Cerrado com predominância de espécies herbáceas e algumas arbustivas, faltando árvores na paisagem.

3.2.2.1 Campo Sujo

Compreende as áreas ocupadas por uma formação campestre do bioma Cerrado caracterizada pela presença marcante de arbustos e sub-arbustos entremeados no estrato herbáceo.

3.2.2.1.1 Campo Sujo

Compreende as áreas ocupadas por campo sujo onde os terrenos são bem drenados e o lençol freático é profundo.

3.2.2.1.2 Campo Sujo com Murundus

Compreende as áreas ocupadas por campo sujo onde os terrenos são mal drenados e ocorrem microrelevos mais elevados (murundus).

3.2.2.1.3 Campo Sujo Úmido

Compreende as áreas ocupadas por campo sujo onde os terrenos são mal drenados e o lençol freático é alto.

3.2.2.2 Campo Limpo

Compreende as áreas ocupadas por uma formação campestre do bioma Cerrado predominantemente herbáceo, com raros arbustos e ausência completa de árvores

3.2.2.2.1 Campo Limpo

Compreende as áreas ocupadas por campo limpo onde os terrenos são bem drenados e o lençol freático é profundo.

3.2.2.2.2 Campo Limpo com Murundus

Compreende as áreas ocupadas por campo limpo onde os terrenos são mal drenados e ocorrem microrelevos mais elevados (murundus).

3.2.2.2.3 Campo Limpo Úmido

Compreende as áreas ocupadas por campo limpo onde os terrenos são mal drenados e o lençol freático é alto.

4. Água

Compreende todos os corpos líquidos continentais e costeiros, naturais e artificiais que cobrem a superfície do planeta.

4.1 Águas Continentais

São as áreas recobertas por corpos e cursos d'água, naturais e artificiais que não são de origem marinha, tais como rios, canais, lagos, represas, açudes, etc.

4.1.2 Corpos D'água

Compreende as áreas recobertas por corpos d'água, naturais e artificiais que não são de origem marinha, tais como lagos de água doce, represas, açudes, etc.

4.1.2.2 Artificiais

Compreende as áreas recobertas por corpos d'água artificiais, tais como lagos de água doce, represas, açudes, etc.

4.1.2.2.1 Lagos e Reservatórios

Compreende as áreas recobertas por lagos e reservatórios artificiais originados pelo represamento de cursos d'água naturais.

4.2 PRÉ-PROCESSAMENTO DAS IMAGENS ORBITAIS

O pré-processamento constitui uma das etapas mais importantes no processo de produção, pois a partir das informações extraídas nas imagens orbitais é feita a construção do mapeamento das áreas de uso e ocupação da terra.

Para a correção geométrica das imagens Landsat7 ETM+ e SPOT5, foram obtidos pontos retirados de cartas planimétricas digitais da área e realizado o georreferenciamento através do modelo polinomial – 1º grau.

Para a imagem Landsat7 ETM+, o Erro Médio Quadrático (RMS), para os 54 pontos de controle foi de 0,464 pixel . Para a imagem SPOT5, o RMS para os 27 pontos foi de 0,469 pixel. Os Apêndices 4 e 5 apresentam as coordenadas de cada ponto utilizado, bem como os erros planimétricos encontrados no processo de registro das imagens, respectivamente. O erro

de posicionamento para o georreferenciamento de cada imagem ficou abaixo dos limites de precisão cartográfica recomendados por Comastri (1997 apud Rodrigues,1998).

Para as imagens QuickBird, a aquisição dos GCP's para auxiliar em sua ortorretificação foi obtida por rastreo DGPS. Foram adquiridos 29 pontos de controle distribuídos homogeneamente por toda área de estudo (Figura 4.1).

O método empregado para obtenção dos GCP's garantiu uma precisão centimétrica na obtenção das coordenadas, sendo essas calculadas para o sistema de projeção UTM, fuso 23, no Datum WGS84 (Apêndice 1).

A correção geométrica das imagens Quickbird foi realizada através do Modelo de Função Racional (RMF). Foram utilizados nesta ortorretificação os coeficientes RPC, calculados a partir do apoio de campo – 29 pontos DGPS, e o MDT derivado das imagens Aster com 15m de resolução espacial.

O RMS obtido na ortorretificação das imagens QuickBird foi de 4,49 pixel, com XRMS de 2,78 pixel e YRMS de 3,53 pixel (Apêndice 6).

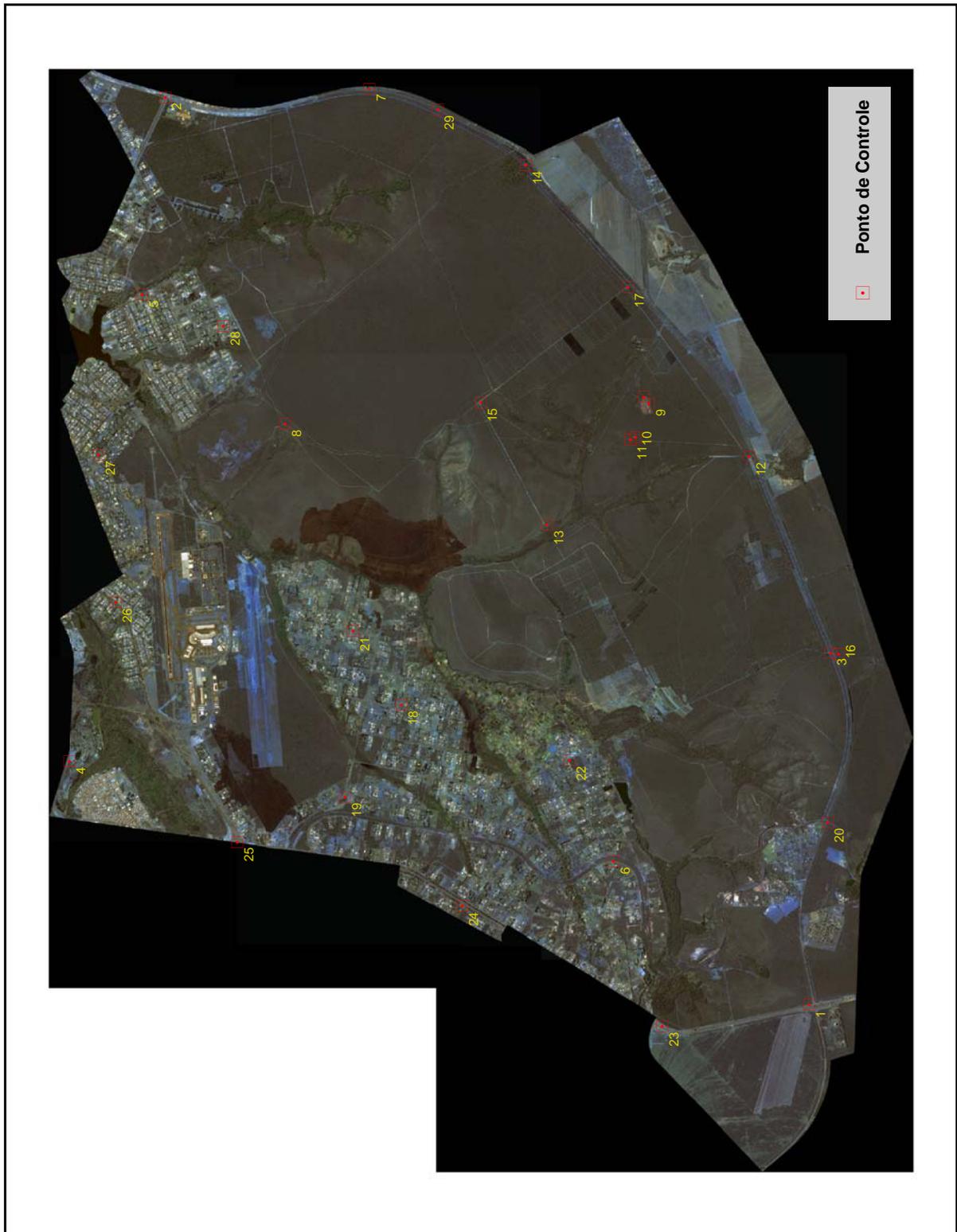


Figura 4.1 – Distribuição dos Pontos de Controle para ortorretificação da imagem

QuickBird

No processo de ortorretificação, para reamostragem da imagem, foi utilizado o interpolador Bilinear, e a imagem foi projetada para o sistema UTM, Fuso 23 e datum planimétrico WGS84.

Utilizando uma base planimétrica digital da região, na escala 1: 2.000, foi realizada uma análise visual do deslocamento das feições vetoriais com a imagem corrigida.



Figura 4.2 – Análise visual da imagem Quickbird ortorretificada.

Como podem ser observados na figura 4.2, praticamente todos os vetores da base planimétrica, estão em seu local correto, não ocorrendo deslocamentos relevantes. O resultado do processo de ortorretificação se apresentou satisfatório para realização dos trabalhos de mapeamento de uso e cobertura da terra.

4.3. CLASSIFICAÇÃO DIGITAL DAS IMAGENS ORBITAIS

As imagens orbitais empregadas nos mapeamentos de uso e cobertura da terra, nas diversas escalas de produção, utilizaram para sua classificação digital, o método de classificação por regiões.

Este método pressupõe a realização de duas etapas: uma segmentação e posteriormente, a classificação digital propriamente dita.

O segmentador utilizado para separar as regiões análogas nas imagens foi o algoritmo por crescimento de regiões. O segmentador opera com a diferenciação dos níveis radiométricos, separando a imagem em regiões em função de dois parâmetros denominados, similaridade e área.

O valor de similaridade depende dos níveis de cinza da imagem. Quanto maior o limite de similaridade maior a distância estatística entre as regiões e mais homogênea a segmentação. A medida de similaridade é baseada na distância euclidiana entre as médias das regiões. Assim, duas regiões serão distintas se a distância euclidiana entre as médias for superior ao limite de similaridade. Limite de similaridade baixo implica em alto número de regiões.

O limiar de área depende, da área mínima em número de pixel, que se deseja identificar. Portanto, quanto maior o limiar de área, mais homogêneo o resultado da segmentação. Áreas menores que o limiar de área selecionado não serão individualizadas.

Como os parâmetros da segmentação são determinados empiricamente, vários testes foram efetuados até que as segmentações apresentaram resultados satisfatórios na separação das áreas, em função das escalas e legendas dos diversos mapeamentos.

Para a imagem Landsat7, empregada nos mapeamentos nas escalas 1:250.000 e 1:100.000, foi adotado o par com valor 8 de similaridade e 42 para o limiar de área,

apresentando a melhor delimitação das classes temáticas. Na segmentação foram utilizadas as seis bandas do sensor Landsat7 ETM+.

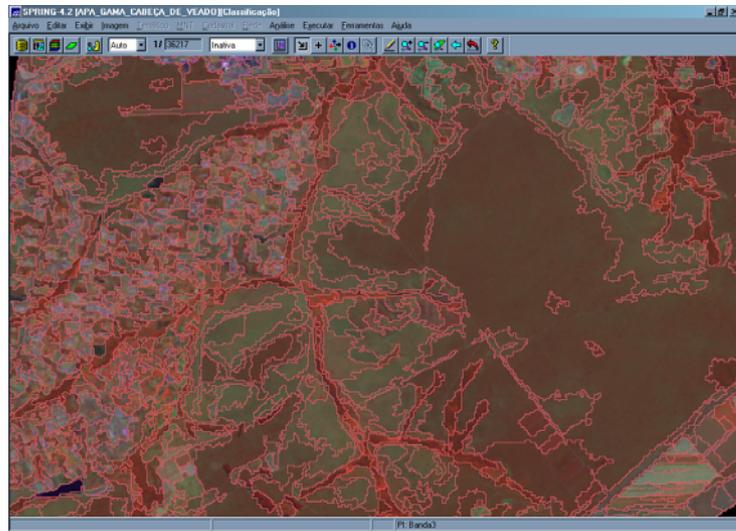


Figura 4.3 – Resultado da segmentação da imagem Landsat7 – 8 X 42

A imagem SPOT5, utilizada para a escala de mapeamento 1:50.000, utilizou as quatro bandas espectrais para a segmentação e adotou o par com valor 8 de similaridade e 50 para o limiar de área.

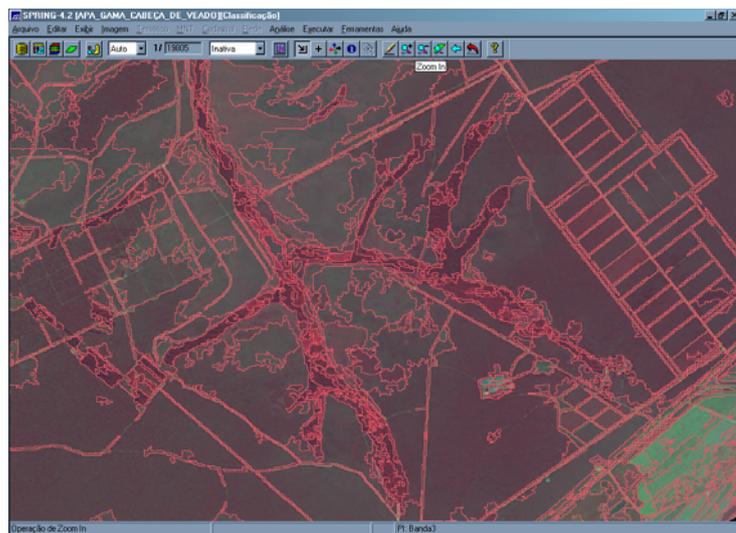


Figura 4.4 – Resultado da segmentação da imagem SPOT5 – 8 X 50

Para a imagem Quickbird, o processo de segmentação teve como melhor resultado os valores de 7 para similaridade e 1200 para limiar de área, uma vez que a área mínima para o mapeamento é de 1 ha. Foram utilizadas as quatro bandas espectrais nesta operação.

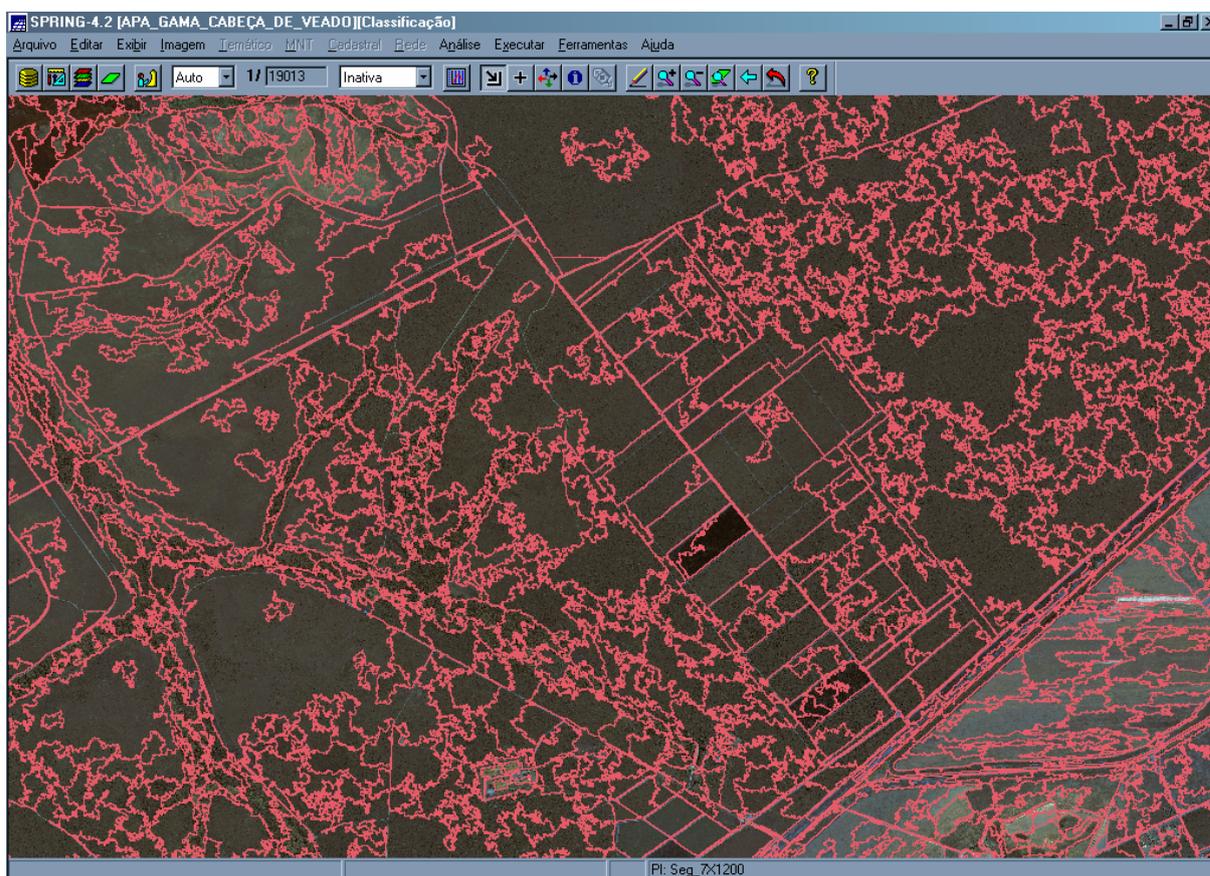


Figura 4.5 – Resultado da segmentação da imagem Quickbird – 7 X 1200

O tempo de processamento variou em função das resoluções espaciais das imagens e dos limiares utilizados. Qualquer operação realizada com a imagem Quickbird solicitou um tempo de máquina maior do que os das outras imagens, em função principalmente do seu tamanho.

A etapa seguinte no processamento foi realizar uma classificação supervisionada, através do algoritmo Bhattacharya utilizado pelo software SPRING 4.2, na classificação por regiões.

Para classificar as imagens segmentadas foram selecionadas algumas áreas de treinamento para cada classe da legenda empregada, nas diversas escalas de mapeamento do uso e cobertura da terra.

Após o treinamento foi realizada uma análise das amostras adquiridas com o objetivo de verificar o comportamento do conjunto de amostras, para cada classe temática. Para as quatro legendas utilizadas, as amostras de teste apresentaram coerência de 100%, ou seja, as áreas de treinamento de uma classe não apresentaram sobreposição de valores com outras classes existentes.

Na classificação das imagens em todas as quatro legendas propostas, houve uma redução do número de regiões ou polígonos, que pode ser explicada pela heterogeneidade das unidades mapeadas que, na segmentação provocaram a separação de regiões pertencentes a uma mesma classe e que no processo de classificação, foram fundidas.

Para Rodrigues (1998), no classificador Bhattacharya, a classe é vista como um conjunto de distribuições definidas individualmente pelas amostras fornecidas para a classe. Em função disto, uma classe pode ter mais que uma nuvem representando a distribuição de suas amostras, ao invés de possuir uma única nuvem com grande dispersão.

Em função desta característica do classificador, a maioria das classes definidas para as legendas propostas foram corretamente mapeadas, produzindo resultados satisfatórios.

Em seguida, foram exportadas as classificações, já vetorizadas em polígonos no software SPRING, para edições e produção final do mapa, no programa ArcGis 9.0.

Foram produzidos quatro mapeamentos de uso e cobertura da terra, para a área da APA Gama Cabeça-de-Veado, nas escalas 1:250.000 (Nível II), 1: 100.000 (Nível III), 1: 50.000 (Nível IV) e 1: 25.000 (Nível V), constantes do Apêndice 7.

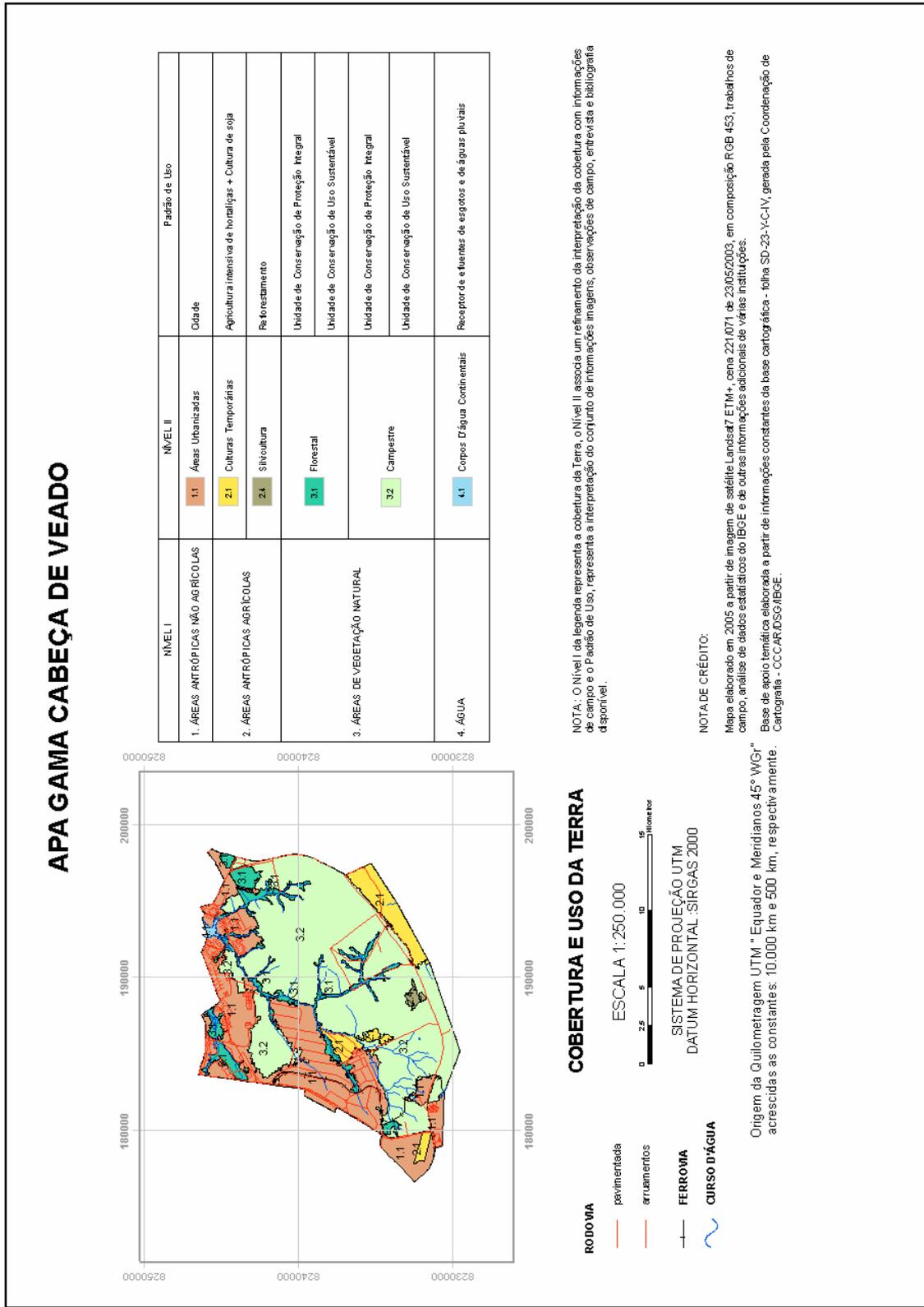


Figura 4.6 - Mapa de uso e ocupação – 1:250.000

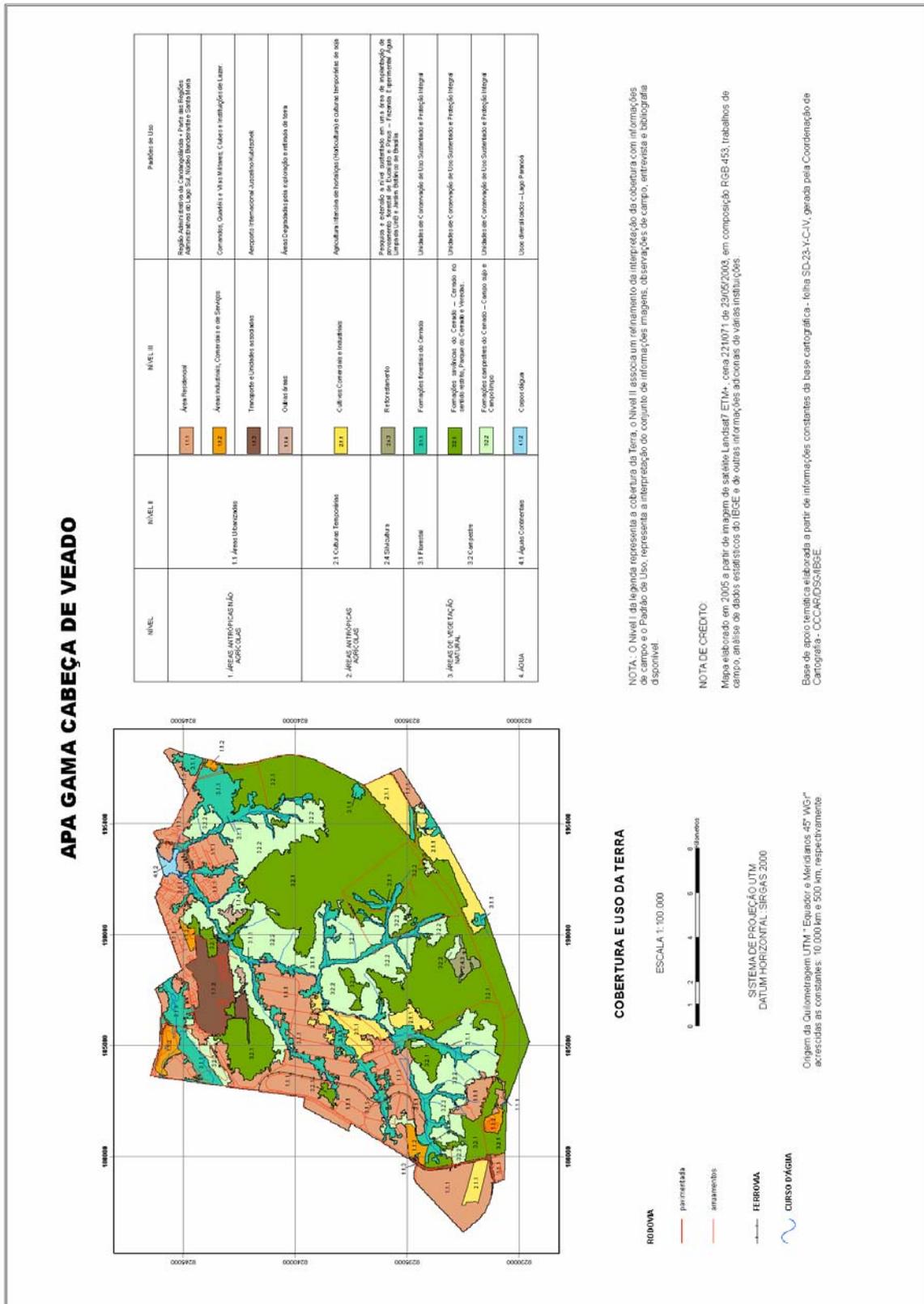


Figura 4.7 - Mapa de uso e ocupação – 1:100.000

4.4 Avaliação da Exatidão Temática do Mapeamento

Após todo o processo de produção do mapeamento de uso e cobertura da terra para a área de estudo, foi avaliada a sua exatidão temática, conforme metodologia desenvolvida por Congalton e Green (1999).

A partir da criação de uma Matriz de Erros (Apêndice 8), foram calculados a Exatidão Global, o Índice Kappa e os erros de omissão e comissão. Nas tabelas 4.1 e 4.2 encontram-se os valores utilizados nesta análise.

Tabela 4.1 – Valores obtidos para os testes de Exatidão Temática

	<i>Valores</i>
<i>Exatidão Global</i>	0,878
<i>Índice Kappa</i>	0,870

Segundo a tabela 4.1, o índice Kappa, calculado entre os dados coletados em campo e as classes do Mapa de uso e cobertura da terra, para a escala 1:25.000, foi de 0.87.

Conforme os valores da tabela de avaliação de qualidade de classificação, proposta por Landis e Koch (1977), o índice obtido é considerado *Excelente*, e atesta a exatidão do mapeamento.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos após a realização da aplicação de classificação digital de imagens orbitais orientada a objetos, na produção dos mapeamentos de uso e ocupação da terra, com a utilização de um sistema de classificação hierárquico aberto, para a área de estudo, a APA Gama Cabeça-de-Veado, convergiram para diversas e relevantes conclusões:

- a aplicação da metodologia definida pela Fundação IBGE, derivada do *CLC*, para o mapeamento brasileiro através do projeto Uso da terra, na escala 1:250.000, mostrou-se satisfatória no mapeamento da realidade da APA Gama Cabeça-de-Veado, retratando a consistência e flexibilidade da nomenclatura definida para o mapeamento sistemático do país;
- na extrapolação de legendas para escalas maiores, mapeamentos nas escalas 1:100.000, 1:50.000 e 1:25.000, a partir da nomenclatura existente, o sistema apresentou-se aberto, com flexibilidade para o desenvolvimento de classificações mais detalhadas de uso e cobertura da terra, em níveis subseqüentes, de forma a integrar as especificidades locais e regionais;
- A constatação do elemento que permite agregação é uma descrição adequada do que se encontra incluído em cada classe individual. As classes apresentaram-se funcionais e conceituadas de maneira consistente;
- quanto maior a escala de mapeamento, conseqüentemente maior categorização do uso e cobertura da terra, mais necessária é a utilização de informações auxiliares adicionadas aos dados de Sensoriamento Remoto;

- no processamento digital das imagens, o processo de segmentação por crescimento de regiões, utilizado em diversas imagens orbitais, se mostrou eficiente na separabilidade das classes dos mapeamentos nas escalas propostas, contemplando uma área de características de uso e ocupação heterogêneas;

- a classificação supervisionada por regiões, utilizando a distância Bhattacharya, mostrou-se eficaz no mapeamento da cobertura vegetal natural e das demais ocupações, separando as classes temáticas definidas nos diversos níveis da nomenclatura elaborada, resultando em dados compatíveis com a verdade de campo;

- a incorporação das informações resultantes do mapeamento, tanto gráficas como alfanuméricas, em um banco de dados relacional, fornece aos órgãos de planejamento e tomadores de decisão, um quadro geral da organização do espaço do seu território.

Finalmente, sugere-se a utilização e avaliação desta metodologia em regiões com características físicas e de uso diferentes, com outras tecnologias e produtos de sensores remotos que estejam em operação e ao alcance de comunidade científica brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M. C. et al. **Mapeamento do Uso do Solo e da Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado a partir de dados orbitais MODIS e SRTM e dados Censitários**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005, Goiânia. Anais...Goiânia: INPE, 2005. p. 2799-2801.

ANDERSON, J. R.; HARDY, E. E.; ROACH, J. T. **Sistema de classificação do uso da terra e revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos**. Tradução: Harold Strang. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 78 p.

ARONOFF, S. **Remote Sensing for GIS managers**. 1st ed. California: ESRI Press, 2005. 487 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC**. Brasília, DF: MMA, 2000. 32 p.

BINS, L. S.; ERTHAL G. J.; FONSECA, L. M. G. **Um método de classificação supervisionada por regiões**. In: Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, 5., 1992, Águas de Lindóia. Anais... São José dos Campos: INPE, 1992. v.2, p.65-68.

BOSSARD, M.; FERANEC, J.; OTAHEL, J. **CORINE land cover technical guide – Addendum 2000**. Copenhagen: EEA. Technical Report n.40. 2000. 105 p.
Disponível em: <<http://reports.eea.eu.int>>. Acesso em: dezembro 2004.

BURROUGH, P. A. **Principles of geographic information system for land resource assessment**. Oxford: Claredon Press, 1986. 193 p.

BUTTNER, G.; FERANEC, J.; JAFFRAIN, G. **CORINE land cover update 2000: Technical guidelines**. Copenhagen: EEA. Technical Report n.89. 2002. 56 p.
Disponível em: <<http://reports.eea.eu.int>>. Acesso em: dezembro 2004.

CAETANO, M.; SANTOS, T.; GONÇALVES, L. **Cartografia de Ocupação do Solo com Imagens de Satélite : estado da arte**. In: Encontro Nacional de Utilizadores de Informação Geográfica, 7., 2002, Oreias. **Resumos...** Lisboa : ESIG, 2002. p.92.

CAETANO, M.; SANTOS, J.; NAVARRO A. **A multi-strategic approach for land use mapping of urban areas by integrating satellite and ancillary data**. In: IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1997. Singapura. 1997, p. 240-242.

CANADA CENTRE OF REMOTE SENSING (CCRS). **Fundamentals of Remote Sensing**. Disponível em: <<http://www.ccrs.nrcan.gc.ca>>. Acesso em : abril de 2004.

CERQUEIRA, J. D. M. **Ortorretificação Digital de Imagens de Satélites de Alta Resolução Espacial**. 2004. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2004.

CHENG, P.; TOUTIN, T. **Quickbird – A Milestone for High-Resolution Mapping** . Earth Observation Magazine, v.11, n.4, p.14-18, 2002.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. New York: Lewis Publishers, 1999. 136 p.

COUTINHO, A.C. **SEGMENTAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS LANDSAT-TM PARA O MAPEAMENTO DOS USOS DA TERRA NA REGIÃO DE CAMPINAS, SP**. 1997. 158 p. Dissertação de Mestrado – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

CURRAN, P. J. **Principles of Remote Sensing**. New York: John Wiley & Sons, 1993. 300p.

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (EEA). **CORINE – Land Cover –Part 1: Methodology**. Bruxelas: Commission of the European Communities. 1995a. 94 p. Disponível em: <<http://reports.eea.eu.int>>. Acesso em: outubro 2003.

_____. **CORINE – Land Cover –Part 2: Nomenclature**. Bruxelas: Commission of the European Communities. 1995b. 68 p. Disponível em: <<http://reports.eea.eu.int>>. Acesso em: outubro 2003.

FELFILI, J. M.; SANTOS A. A. B. **Legislação Ambiental – APA Gama Cabeça de Veado**. Brasília, DF: UnB. 2002. 59 p.

FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Land Resources Information System for Sustainable Land Use**. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em : outubro 2003.

FONSECA, L. M. G. **Processamento Digital de Imagens**. São José dos Campos: INPE, 2000.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTADÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da vegetação brasileira**. Manuais Técnicos em Geociências, n. 1. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p.

_____. **Manual Técnico de uso da terra**. Manuais Técnicos em Geociências, n. 7. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 58 p.

_____. **Reserva Ecológica do IBGE : Ambiente e Plantas Vasculares**. Estudos & Pesquisas Informação Geográfica, n. 3. Rio de Janeiro: IBGE, 2004a. 73 p.

_____. **Uso da Terra no Estado do Amapá**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004b. 137 p. Relatório Técnico. Disponível em :
< http://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/usodaterra/usoterra_AP.pdf > .
Acesso em : janeiro, 2005.

HUETE, A. R. **Soil influences in remotely sensed vegetation-canopy spectra. Theory and applications of optical remote sensing**. New York: John Wiley & Sons. 1989. 141p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas – SPRING 3.6 – Tutoriais**. São José dos Campos, 2002.

HUTCHISON, C. F. **Techniques for combining Landsat data and ancillary data for digital classification improvement**. In: Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1982. p. 123-130.

JENSEN, J. R. **Introductory digital image processing: a remote sensing perspective**. 2th ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1996. 316p.

LANDIS, J.; KOCH, G. G. **The measurements of agreement for categorical data**. Biometrics, v. 33, n. 1. p. 159-179, 1977.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. 4th ed. New York: John Wiley & Sons Inc., 2000. 736p.

MEINEL, G.; HENNERSDORF, J. **Classification Systems of land cover and land use and their challenges for picture processing of remote sensing data – Status of international discussion and programs**. In: International Symposium Remote sensing of urban areas. 3rd, 2002. p. 472-479.

MENDOZA ROJAS, E. H. **Síntese genética de redes neurais artificiais ART2 na classificação de imagens ASTER para mapeamento de uso e cobertura da terra na região norte do Mato Grosso**. 2004. 124 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2004.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de Aplicação**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2003. 307 p.

NASCIMENTO, P.; BATISTA, G.; ALMEIDA FILHO, R. **Efeito de pré-processamento (ajuste) no desempenho de segmentação e classificação de imagens Landsat/TM**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9, 1998. **Anais...** Santos: INPE, 1998. 1 CD-ROM.

NEVES, S. C. M.; PELAES, E.G. **Estudo e Implementação de técnicas de Segmentação de imagens**. Revista Virtual de Iniciação Acadêmica da UFPA. Belém, v.1, n.2, 1-11 p.,2001. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/revistaic>>. Acesso em: maio de 2005.

PCI GEOMATICS ENTERPRISES INC. **Geomatica OrthoEngine: use guide**. Richmond Hill: PCI Geomatics Enterprises Inc., 2003. 151 p.

PINHEIRO, E. da S. **Avaliação de Imagens Quickbird na Análise Geográfica de um Setor da Mata Atlântica do Rio Grande do Sul**. 2003. 186 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

PINHO, C. M. D. de; RENNÓ, C. D.; KUX, H. J. H. **Avaliação de técnicas de fusão aplicadas à imagem Quickbird**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 12., 2005. Goiânia, 2005. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 4225-4232.

PONZONI, F. J.; REZENDE, A. C. P. **Influência da resolução espacial de imagens orbitais na identificação da paisagem em Altamira-PA**. Sociedade de Investigações Florestais. Viçosa, v.26, n.4, p. 403-410, 2002.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. In: Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 89-166.

RODRIGUES, L. M. R. **Geoprocessamento aplicado ao estudo da evolução e adequação do uso agrícola das terras na microbacia do córrego Lamarão**. 1998. 110p. Dissertação (Mestrado em Geologia), Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1998.

SANTOS, M. V. **Metodologia de Zoneamento Ambiental. Área de estudo: APA Gama Cabeça-de-Veado**. 2003. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2003.

SCHOWENGERDT, R. A. **Remote sensing: models and methods for image processing**. 2th ed. New York: Academic Press, 1997. 522 p.

STRAHLER, A. H., LOGAN T. L., BRYANT N. A. **Improving forest cover classification accuracy from Landsat by incorporating topographic information** . In: International Symposium on Remote Sensing of Environment, 12., 1978. Michigan, 1978. p. 927-942.

TAO, C.V.; HU. Y. **The rational function model – A tool for procesing high-resolution imagery**. Frederick. Earth Observation Magazine, v.10, n.1, p. 13-16, 2001.

TOUTIN, T. **Review Paper: Geometric Processing of Remote Sensing Images:Models, Algorithms and Methods**. Ontario. International Journal of Remote Sensing, n.24. 2003.

UNESCO. **Vegetação no Distrito Federal – tempo e espaço**. Brasília, DF: UNESCO, 2000. 74 p.

_____. **Subsídios ao zoneamento da APA Gama Cabeça-de-Veado e Reserva da Biosfera do Cerrado: caracterização e conflitos socioambientais**. Brasília, DF: UNESCO. 2003. 172 p.

APÊNDICES

APÊNDICE 1
LEVANTAMENTOS COM DGPS REALIZADOS NA ÁREA DA APA GAMA
CABEÇA-DE-VEADO

PONTO	Código	N (m)	$\sigma_{95\%}$ (m)	E (m)	$\sigma_{95\%}$ (m)	H(elp.) (m)	$\sigma_{95\%}$ (m)	h(ort.) (m)	A. Antena (m)	Equip.	Épocas	Freq.
0	BASE	8234712.418	0.000	191997.582	0.000	1101.377	0.000	1114.072	2.360	Promark X	27559	L1
1	PT25	8231467.815	0.023	179969.126	0.014	1230.813	0.035	1243.430	2.360	Promark X	1510	L1
2	PT01	8244114.246	0.016	197937.171	0.015	1136.325	0.033	1149.029	2.360	Promark X	1503	L1
3	PT09	8231051.182	0.011	186940.238	0.010	1186.359	0.017	1199.039	2.510	Promark X	1532	L1
4	PT18	8245991.000	0.019	184792.135	0.018	1027.991	0.039	1040.580	2.360	Promark X	1506	L1
5	PT19	8244566.306	0.015	194030.161	0.015	1001.000	0.029	1013.674	2.360	Promark X	1565	L1
6	PT20	8235308.725	0.015	182813.457	0.012	1102.923	0.027	1115.543	2.360	Promark X	1506	L1
7	PT22	8240103.891	0.014	198109.757	0.013	1142.955	0.022	1155.668	2.360	Promark X	1509	L1
8	PT23	8241759.140	0.012	191476.446	0.012	1086.462	0.020	1099.123	2.360	Promark X	1511	L1
9	91168	8234616.828	0.001	191869.090	0.001	1103.036	0.001	1115.947	2.360	Promark X	1504	L1
10	91127	8234880.227	0.001	191214.870	0.002	1089.530	0.005	1102.653	2.360	Promark X	1323	L1
11	92500	8234975.445	0.001	191160.033	0.002	1089.770	0.005	1102.460	2.360	Promark X	1322	L1
12	1510	8232645.633	0.010	190838.522	0.050	1124.316	0.050	1138.405	2.360	Promark X	1323	L1
13	1507	8236614.881	0.020	189478.601	0.050	1038.092	0.050	1052.200	2.360	Promark X	1321	L1
14	1609	8237031.000	0.050	196600.429	0.060	1155.856	0.060	1169.566	2.360	Promark X	1339	L1
15	1508	8237913.719	0.020	191902.391	0.050	1133.989	0.050	1148.060	2.360	Promark X	1329	L1
16	91130	8230887.352	0.002	186921.344	0.002	1185.500	0.007	1198.410	2.360	Promark X	1322	L1
17	1509	8235027.540	0.020	194171.418	0.050	1128.830	0.050	1142.967	2.360	Promark X	1322	L1
18	91133	8239471.719	0.002	185907.734	0.002	1056.530	0.006	1069.500	2.360	Promark X	1509	L1
19	JJJJ	8240582.065	0.081	184088.875	0.098	1056.453	0.081	1069.056	2.510	Promark X	1323	L1
20	IIII	8231105.733	0.015	183579.833	0.014	1180.796	0.026	1193.449	2.510	Promark X	1560	L1
21	HHHH	8240419.868	0.011	187374.059	0.010	1065.292	0.023	1077.925	2.510	Promark X	1323	L1
22	GGGG	8236173.138	0.012	184813.047	0.012	1053.888	0.021	1066.521	2.510	Promark X	1339	L1
23	FFFF	8234351.150	0.022	179549.686	0.027	1179.672	0.028	1192.266	2.510	Promark X	1323	L1
24	EEEE	8238277.127	0.019	181930.371	0.023	1116.732	0.025	1129.326	2.510	Promark X	1322	L1
25	DDDD	8242695.781	0.019	183200.720	0.016	1017.566	0.035	1030.151	2.510	Promark X	1329	L1
26	CCCC	8245081.001	0.092	187935.325	0.096	1017.608	0.083	1030.229	2.810	Promark X	1321	L1
27	BBBB	8245416.477	0.019	190860.020	0.017	1028.548	0.031	1041.194	2.510	Promark X	1320	L1
28	AAAA	8242969.622	0.018	193413.507	0.017	1079.188	0.025	1091.861	2.510	Promark X	1312	L1
29	KKKK	8238764.118	0.013	197694.275	0.013	1141.285	0.022	1153.999	2.510	Promark X	1321	L1

Sistema de Projeção UTM – Fuso 23

Datum Planimétrico-WGS84

Datum Altimétrico-Imbituba

Responsável-IBGE

APÊNDICE 2

LEVANTAMENTO CINEMÁTICO GPS – *STOP AND GO* – REALIZADO NA ÁREA DA APA GAMA CABEÇA-DE-VEADO

PONTO	N (m)	$\sigma_{95\%}$ (m)	E (m)	$\sigma_{95\%}$ (m)	Fuso
BRAZ	8234747.341	0.000	191901.220	0.000	23
1	8234712.418	0.000	191997.582	0.000	23
2	8237290.799	0.037	196812.654	0.027	23
3	8244160.063	0.133	197812.607	0.098	23
4	8243709.246	0.025	197743.310	0.020	23
5	8244002.057	0.035	197538.229	0.018	23
6	8243419.702	0.027	197695.925	0.022	23
7	8243585.641	0.027	196884.943	0.022	23
8	8243033.416	0.204	196446.766	0.204	23
9	8242799.826	0.035	196862.169	0.029	23
10	8242530.752	0.025	195740.191	0.031	23
11	8242849.822	0.088	195122.220	0.080	23
12	8242060.307	0.022	193457.055	0.018	23
13	8242009.566	0.027	193315.192	0.020	23
14	8242458.566	0.022	192385.952	0.022	23
15	8240894.126	0.024	193912.778	0.025	23
16	8242119.258	0.024	193947.433	0.025	23
17	8241890.162	0.076	191778.468	0.061	23
18	8239117.669	0.020	190798.391	0.025	23
19	8238059.419	0.024	191261.438	0.022	23
20	8238037.298	0.024	190915.866	0.024	23
21	8238171.964	0.025	190603.028	0.024	23
22	8238064.319	0.025	190374.958	0.024	23
23	8237645.057	0.031	189596.132	0.045	23
24	8238072.749	0.020	189067.647	0.022	23
25	8235749.527	11.815	193603.121	2.219	23
26	8235934.393	0.151	193043.489	0.055	23
27	8236648.347	0.012	192200.598	0.022	23
28	8237087.891	0.010	191188.414	0.012	23
29	8235918.341	0.031	191048.636	0.012	23
30	8235863.669	0.018	191024.574	0.024	23
31	8235556.370	0.008	189927.970	0.010	23
32	8233437.544	0.024	190816.515	0.051	23
35	8234389.076	0.010	194026.309	0.008	23
36	8233236.232	0.018	193401.300	0.010	23
37	8232105.145	0.094	190586.757	0.088	23
38	8231794.913	0.022	181996.064	0.018	23
39	8231534.162	0.020	181182.394	0.020	23
40	8233047.562	0.018	180344.017	0.016	23

PONTO	N (m)	$\sigma_{95\%}$ (m)	E (m)	$\sigma_{95\%}$ (m)	Fuso
41	8236933.246	0.020	185336.962	0.016	23
42	8237970.806	0.059	186199.944	0.018	23
43	8236592.235	0.020	184756.043	0.012	23
44	8237082.587	0.016	184960.011	0.014	23
45	8236360.473	0.020	187065.853	0.024	23
46	8237152.662	0.020	187116.333	0.010	23
47	8237740.092	0.020	187354.051	0.010	23
48	8237622.181	0.024	187629.484	0.010	23
49	8236401.449	0.045	187756.116	0.055	23
50	8236401.206	3.026	187756.285	1.448	23
51	8234575.338	0.100	184038.678	0.092	23
52	8234435.806	0.020	183694.938	0.018	23
53	8234033.064	0.022	183345.301	0.020	23
54	8233125.624	1.188	183836.086	0.937	23

Sistema de Projeção UTM – Fuso 23

Datum Planimétrico WGS84

Receptores: Trimble - 4000 SSI

Ashtech - PROMARK II

APÊNDICE 3
Nomenclatura – Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra - APA GAMA CABEÇA DE VEADO

NÍVEL I (1.000.000 – 500.000)	NÍVEL II (250.000) - 156 ha – 250 m	NÍVEL III (100.000) - 25 ha – 100 m	NÍVEL IV (50.000) 6 ha – 50m	NÍVEL V (25.000) 1 ha – 25m
1. ÁREAS ANTRÓPICAS NÃO AGRÍCOLAS	1.1 Áreas Urbanizadas	1.1.1 Área Residencial	1.1.1.1 Alta Densidade de domicílios	1.1.1.1.1 Domicílios particulares simples
			1.1.1.2 Baixa Densidade de domicílios	1.1.1.2.1 Domicílios particulares simples
		1.1.2 Áreas industriais, Comerciais e de Serviços.	1.1.2.1 Industrial	1.1.2.1.1 Bens de Consumo
			1.1.2.2 Comercial	1.1.2.2.1 Comércio Varejista
			1.1.2.3 Instituições de Serviços	1.1.2.3.1 Educacionais
				1.1.2.3.2 Religiosas
				1.1.2.3.3 Saúde
		1.1.2.3.4 Recreativas (Lazer)		
		1.1.2.3.5 Militares		
		1.1.3 Transporte e Unidades associadas	1.1.3.1 Malha Viária, Ferroviária e unidades associadas	1.1.3.1.1 Malha Viária
1.1.3.2 Aeroportos e unidades associadas	1.1.3.2.1 Aeroporto com pistas de pouso com cobertura artificial -asfalto			
1.1.4 Outras áreas	1.1.4.1 Áreas degradadas	1.1.4.1.1 Solo exposto - cascalheiras		
2. ÁREAS ANTRÓPICAS AGRÍCOLAS	2.1 Culturas Temporárias	2.1.1 Cultivos Comerciais e Industriais	2.1.1.1 Cultivos Irrigados	2.1.1.1.1 Olericultura
			2.1.1.2 Cultivos Sequeiros	2.1.1.2.1 Sojicultura
	2.4 Silvicultura	2.4.3 Reflorestamento	2.4.3.1 Reflorestamento com Espécies Exóticas	2.4.3.1.1 Reflorestamento Eucalipto
			2.4.3.1.2 Reflorestamento Pinus	
3. ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATURAL	3.1 Florestal	3.1.1 Formações florestais do Cerrado	3.1.1.1 Cerradão	3.1.1.1.1 Cerradão
			3.1.1.2 Formações florestais associadas com os cursos d'água – matas de galeria e ciliar	3.1.1.2.1 Mata de Galeria
			3.1.1.3 Mata Seca	3.1.1.3.1 Mata Seca
	3.2 Campestre	3.2.1 Formações savânicas do Cerrado – Cerrado no sentido restrito, Parque do Cerrado e Veredas.	3.2.1.1 Cerrado Sentido Restrito	3.2.1.1.1 Cerrado Denso
			3.2.1.1.2 Cerrado Típico	
			3.2.1.1.3 Cerrado Ralo	
		3.2.1.3 Veredas	3.2.1.3.1 Veredas	
		3.2.2 Formações campestres do Cerrado – Campo sujo e Campo limpo	3.2.2.1 Campo Sujo	3.2.2.1.1 Campo Sujo
			3.2.2.1.2 Campo Sujo com Murundus	
			3.2.2.1.3 Campo Sujo Úmido	
3.2.2.2 Campo Limpo	3.2.2.2.1 Campo Limpo			
3.2.2.2.2 Campo Limpo com Murundus				
3.2.2.2.3 Campo Limpo Úmido				
4. ÁGUA	4.1 Águas Continentais	4.1.2 Corpos d'água	4.1.2.2 Artificiais	4.1.2.2.1 Lagos e Reservatórios

APÊNDICE 4

PONTOS DE CONTROLE UTILIZADOS PARA A CORREÇÃO DA IMAGEM LANDSAT7 ETM+

ENVI Ground Control Points Table

ENVI Image to Map GCP Table

Map (x,y), Image (x,y), Predict (x,y), Error (x,y), RMS Error

Total RMS Error: 0.464474

<i>ID</i>	<i>Mapx</i>	<i>Mapy</i>	<i>Imagex</i>	<i>Imagey</i>	<i>Predictx</i>	<i>Predicty</i>	<i>Errorx</i>	<i>Errory</i>	<i>RMS</i>
1	183650.31	8246478.25	3818.00	3377.71	3817.97	3378.00	-0.03	0.29	0.29
2	176607.06	8232480.26	3582.80	3844.80	3583.16	3844.31	0.36	-0.49	0.61
3	196738.77	8236951.27	4253.13	3692.88	4253.65	3694.04	0.52	1.16	1.27
4	188060.00	8239038.86	3964.25	3626.25	3964.69	3625.23	0.44	-1.02	1.11
5	188716.05	8240744.92	3986.50	3568.25	3986.62	3568.49	0.12	0.24	0.27
6	177068.55	8248537.42	3598.76	3309.63	3598.53	3309.51	-0.23	-0.12	0.26
7	181475.71	8233630.06	3745.29	3806.29	3745.25	3805.60	-0.04	-0.69	0.69
8	185943.01	8232744.17	3894.67	3834.05	3893.95	3834.67	-0.72	0.62	0.95
9	199638.56	8247357.42	4351.80	3349.00	4351.11	3348.62	-0.69	-0.38	0.79
10	196389.80	8239265.06	4241.43	3617.68	4242.20	3617.26	0.77	-0.42	0.87
11	186274.80	8230668.67	3905.08	3903.53	3904.93	3903.65	-0.15	0.12	0.20
12	177915.51	8233843.46	3625.90	3799.00	3626.73	3798.80	0.83	-0.20	0.85
13	176588.55	8232472.42	3582.75	3844.31	3582.55	3844.58	-0.20	0.27	0.33
14	184708.55	8233542.42	3852.90	3808.28	3852.88	3808.23	-0.02	-0.05	0.05
15	188508.55	8238802.42	3979.35	3633.12	3979.62	3633.07	0.27	-0.05	0.28
16	194203.69	8247868.96	4169.35	3331.30	4169.92	3331.68	0.57	0.38	0.69
17	185618.55	8244232.42	3883.71	3452.00	3883.52	3452.66	-0.19	0.66	0.68
18	189715.00	8244000.16	4019.83	3460.92	4020.06	3460.27	0.23	-0.65	0.69
19	189667.80	8235693.76	4017.96	3736.47	4018.09	3736.31	0.13	-0.16	0.21
20	186217.11	8236464.76	3903.09	3710.99	3903.21	3710.93	0.12	-0.06	0.13
21	179658.55	8231357.42	3684.96	3881.24	3684.73	3881.41	-0.23	0.17	0.28
22	178238.55	8246692.42	3637.88	3371.13	3637.54	3370.94	-0.34	-0.19	0.39
23	186765.81	8234818.86	3921.39	3765.67	3921.42	3765.62	0.03	-0.05	0.06
24	183399.21	8242094.06	3809.20	3523.90	3809.50	3523.85	0.30	-0.05	0.30
25	183283.30	8244065.36	3805.92	3458.08	3805.68	3458.28	-0.24	0.20	0.31
26	179294.11	8236727.76	3672.73	3702.44	3672.65	3702.66	-0.08	0.22	0.24
27	180509.61	8237085.06	3713.19	3690.51	3713.14	3690.69	-0.05	0.18	0.18
28	181041.61	8244549.15	3730.81	3442.25	3730.97	3442.24	0.16	-0.01	0.16
29	178507.81	8248932.55	3646.23	3296.55	3646.53	3296.35	0.30	-0.20	0.36
30	178633.31	8240507.16	3650.64	3576.76	3650.67	3576.87	0.03	0.11	0.12
31	177454.51	8234776.26	3611.56	3767.57	3611.38	3767.78	-0.18	0.21	0.27
32	178727.11	8234624.66	3653.90	3772.56	3653.75	3772.72	-0.15	0.16	0.22
33	195265.00	8242352.16	4205.01	3514.72	4204.94	3514.83	-0.07	0.11	0.13
34	195552.70	8241135.06	4214.49	3555.17	4214.44	3555.23	-0.05	0.06	0.08
35	191264.50	8243876.56	4071.78	3464.22	4071.70	3464.33	-0.08	0.11	0.14
36	190161.60	8237551.96	4034.67	3674.45	4034.63	3674.53	-0.04	0.08	0.09
37	191349.00	8235757.77	4074.10	3734.00	4074.08	3734.06	-0.02	0.06	0.06
38	190058.90	8234701.57	4031.08	3769.20	4031.07	3769.25	-0.01	0.05	0.05

<i>ID</i>	<i>Mapx</i>	<i>Mapy</i>	<i>Imagex</i>	<i>Imagey</i>	<i>Predictx</i>	<i>Predicty</i>	<i>Errorx</i>	<i>Errory</i>	<i>RMS</i>
39	187043.50	8238773.36	3930.87	3634.04	3930.82	3634.12	-0.05	0.08	0.09
40	198623.99	8250485.56	4317.20	3245.00	4317.53	3244.83	0.33	-0.17	0.37
41	193727.50	8245233.36	4153.95	3419.04	4153.88	3419.21	-0.07	0.17	0.18
42	194988.10	8243225.26	4195.83	3485.68	4195.77	3485.85	-0.06	0.17	0.18
43	194271.90	8243165.16	4172.83	3487.83	4171.89	3487.87	-0.94	0.04	0.94
44	190717.30	8238742.16	4053.23	3634.90	4053.20	3634.94	-0.03	0.04	0.06
45	178401.11	8230308.86	3642.87	3916.43	3642.87	3916.45	0.00	0.02	0.02
46	191522.55	8237800.42	4079.95	3666.15	4079.97	3666.18	0.02	0.03	0.04
47	192161.60	8237660.16	4101.80	3670.70	4101.25	3670.80	-0.55	0.10	0.56
48	194223.60	8234970.77	4169.75	3760.19	4169.75	3759.98	0.00	-0.21	0.21
49	195442.80	8239087.16	4210.67	3624.00	4210.64	3623.22	-0.03	-0.78	0.78
50	191041.20	8232809.27	4063.66	3832.31	4063.67	3832.04	0.01	-0.27	0.27
51	200510.89	8249782.26	4380.41	3268.10	4380.41	3268.18	0.00	0.08	0.08
52	199918.89	8250210.06	4360.70	3253.89	4360.70	3253.98	0.00	0.09	0.09
53	197277.19	8241578.06	4271.93	3540.53	4271.93	3540.45	0.00	-0.08	0.08
54	197338.59	8247569.86	4274.44	3341.56	4274.44	3341.59	0.00	0.03	0.03

APÊNDICE 5

PONTOS DE CONTROLE UTILIZADOS PARA A CORREÇÃO DA IMAGEM SPOT5

ENVI Ground Control Points Table

ENVI Image to Map GCP Table

Map (x,y), Image (x,y), Predict (x,y), Error (x,y), RMS Error

Total RMS Error: *0.469271*

ID	Mapx	Mapy	Imagex	Imagey	Predictx	PredictY	Errorx	Errory	RMS
1	192708.00	8234002.37	2103.93	1747.00	2104.47	1746.82	0.54	-0.18	0.57
2	184721.97	8233552.65	1305.44	1791.44	1306.11	1791.84	0.67	0.40	0.78
3	196385.90	8239264.96	2473.00	1220.36	2472.63	1220.68	-0.37	0.32	0.49
4	190386.30	8243783.96	1872.82	767.91	1872.86	768.11	0.04	0.20	0.20
5	176596.41	8232493.76	494.17	1898.33	493.89	1898.02	-0.28	-0.31	0.42
6	179666.41	8234558.76	800.17	1691.17	800.71	1691.05	0.54	-0.12	0.55
7	183648.41	8246479.76	1199.00	497.40	1198.82	497.26	-0.18	-0.14	0.22
8	187579.20	8241947.56	1592.17	951.70	1591.99	951.55	-0.18	-0.15	0.23
9	193710.20	8234721.87	2205.40	1675.00	2204.71	1674.86	-0.69	-0.14	0.70
10	191398.50	8235425.77	1973.49	1604.55	1973.65	1604.42	0.16	-0.13	0.20
11	191041.20	8232809.27	1937.55	1866.45	1937.78	1866.18	0.23	-0.27	0.35
12	191193.50	8232626.97	1952.60	1884.80	1952.99	1884.42	0.39	-0.38	0.55
13	190693.90	8234309.17	1904.00	1715.89	1903.14	1716.12	-0.86	0.23	0.89
14	189336.80	8232065.77	1767.50	1940.00	1767.38	1940.61	-0.12	0.61	0.62
15	188600.10	8231705.47	1693.88	1976.75	1693.73	1976.69	-0.15	-0.06	0.17
16	180843.71	8233997.86	918.25	1747.00	918.42	1747.26	0.17	0.26	0.30
17	190217.00	8239986.86	1855.74	1147.91	1855.74	1148.02	0.00	0.11	0.11
18	191465.20	8241755.86	1980.68	970.97	1980.68	971.14	0.00	0.17	0.17
19	185636.41	8244243.76	1397.79	721.32	1397.70	721.46	-0.09	0.14	0.16
20	185966.40	8245479.06	1430.84	597.67	1430.74	597.83	-0.10	0.16	0.19
21	178401.11	8230308.86	674.88	2116.88	674.36	2116.94	-0.52	0.06	0.52
22	178104.91	8237442.66	644.35	1402.18	644.49	1402.02	0.14	-0.16	0.21
23	178371.81	8241735.46	670.93	971.96	671.03	971.84	0.10	-0.12	0.16
24	197277.19	8241578.06	2562.37	988.93	2562.00	989.51	-0.37	0.58	0.69
25	197149.59	8242003.66	2548.80	947.60	2549.28	946.95	0.48	-0.65	0.80
26	197661.79	8241686.96	2600.00	978.89	2600.48	978.67	0.48	-0.22	0.53
27	198012.79	8241136.96	2635.56	1033.89	2635.53	1033.68	-0.03	-0.21	0.21

APÊNDICE 6
PONTOS DE CONTROLE UTILIZADOS PARA A ORTORRETIFICAÇÃO DA
IMAGEM QUICKBIRD

Geomatica OrthoEngine - Ground Control Points Table

Map (x,y), Image (x,y), Predict (x,y), Error (x,y), RMS Error

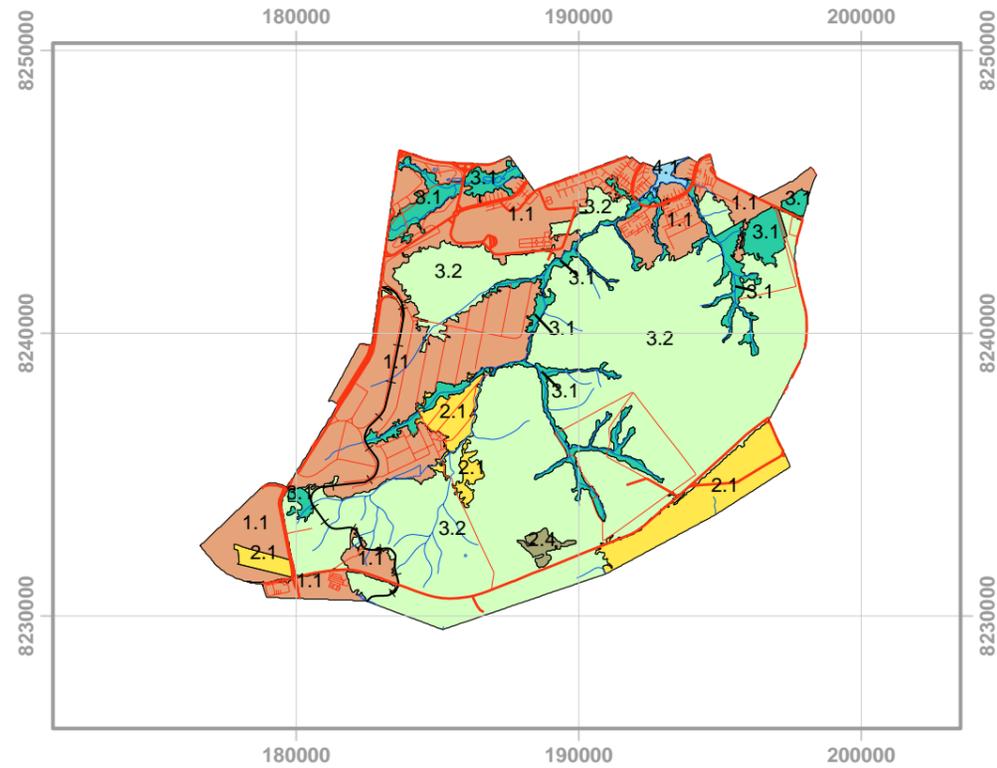
Total RMS Error: 4.49793

Mapx	Mapy	Imagex	Imagey	Predictx	Predicty	Errorx	Errory	Erro RMS
191869.09	8234616.28	25338.18	19583.64	25335.11	19580.86	-3.07	-2.78	4.14
191997.58	8234712.42	25550.67	19423.83	25549.25	19420.62	-1.42	-3.21	3.51
191214.09	8234880.23	24246.46	19142.36	24243.53	19141.11	-2.93	-1.25	3.19
186940.24	8231051.18	17120.11	25525.45	17120.46	25522.85	0.35	-2.60	2.62
191902.39	8237913.72	25389.45	14086.44	25390.65	14085.55	1.20	-0.89	1.49
194171.42	8235027.54	29168.00	18889.75	29172.02	18895.02	4.02	5.27	6.63
189478.60	8236614.88	21353.25	16246.50	21351.41	16250.67	-1.84	4.17	4.55
197694.27	8238764.12	35039.00	12675.00	35042.44	12666.77	3.44	-8.23	8.92
196600.43	8237031.00	33218.71	15550.57	33219.82	15555.52	1.11	4.95	5.07
185907.73	8239471.72	15398.86	11488.86	15401.08	11490.77	2.22	1.91	2.93
186921.34	8230887.35	17092.00	25796.10	17088.95	25795.86	-3.05	-0.24	3.06
197937.17	8244114.25	35448.70	3748.50	35446.42	3749.92	-2.28	1.42	2.69
191476.45	8241759.14	24679.80	7678.20	24680.91	7677.15	1.11	-1.05	1.53
198109.76	8240103.89	35735.00	10427.00	35734.61	10433.72	-0.39	6.72	6.74
179969.13	8231467.82	5500.60	24826.60	5502.29	24829.49	1.69	2.89	3.34
194030.16	8244566.31	28936.45	2995.56	28936.18	2997.97	-0.27	2.41	2.42
184792.14	8245991.00	13541.11	620.33	13543.32	627.32	2.21	6.99	7.33
182813.46	8235308.72	10244.00	18426.78	10243.69	18428.73	-0.31	1.95	1.98
181930.37	8238277.13	8781.11	13482.11	8772.81	13482.51	-8.30	0.40	8.30
184088.88	8240582.07	12369.89	9641.00	12370.35	9641.01	0.46	0.01	0.46
183200.72	8242695.78	10891.11	6121.89	10890.85	6119.04	-0.26	-2.85	2.87
184813.05	8236173.14	13575.11	16988.00	13576.22	16987.86	1.11	-0.14	1.12
179549.69	8234351.15	4802.44	20026.55	4804.21	20025.02	1.77	-1.53	2.34
187935.33	8245081.00	18779.11	2145.00	18780.54	2142.54	1.43	-2.46	2.85
190860.02	8245416.48	23654.00	1585.33	23653.87	1582.33	-0.13	-3.00	3.00
193413.51	8242969.62	27911.11	5663.89	27908.71	5659.18	-2.40	-4.71	5.29
187374.06	8240419.87	17843.54	9914.46	17844.71	9910.31	1.17	-4.15	4.31
183579.83	8231105.73	11516.54	25432.38	11519.90	25432.37	3.36	-0.01	3.36

APÊNDICE 7

**MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DA APA GAMA CABEÇA-DE-VEADO
ESCALAS : 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000 E 1:25.000**

APA GAMA CABEÇA DE VEADO



NÍVEL I	NÍVEL II	Padrão de Uso
1. ÁREAS ANTRÓPICAS NÃO AGRÍCOLAS	1.1 Áreas Urbanizadas	Cidade
2. ÁREAS ANTRÓPICAS AGRÍCOLAS	2.1 Culturas Temporárias	Agricultura intensiva de hortaliças + Cultura de soja
	2.4 Silvicultura	Reflorestamento
3. ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATURAL	3.1 Florestal	Unidade de Conservação de Proteção Integral Unidade de Conservação de Uso Sustentável
	3.2 Campestre	Unidade de Conservação de Proteção Integral Unidade de Conservação de Uso Sustentável
4. ÁGUA	4.1 Corpos D'água Continentais	Receptor de efluentes de esgotos e de águas pluviais

RODOVIA

— pavimentada

— arruamentos

— FERROVIA

— CURSO D'ÁGUA

COBERTURA E USO DA TERRA

ESCALA 1:250.000



SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL :SIRGAS 2000

Origem da Quilometragem UTM " Equador e Meridianos 45° WGr"
acrescidas as constantes: 10.000 km e 500 km, respectivamente.

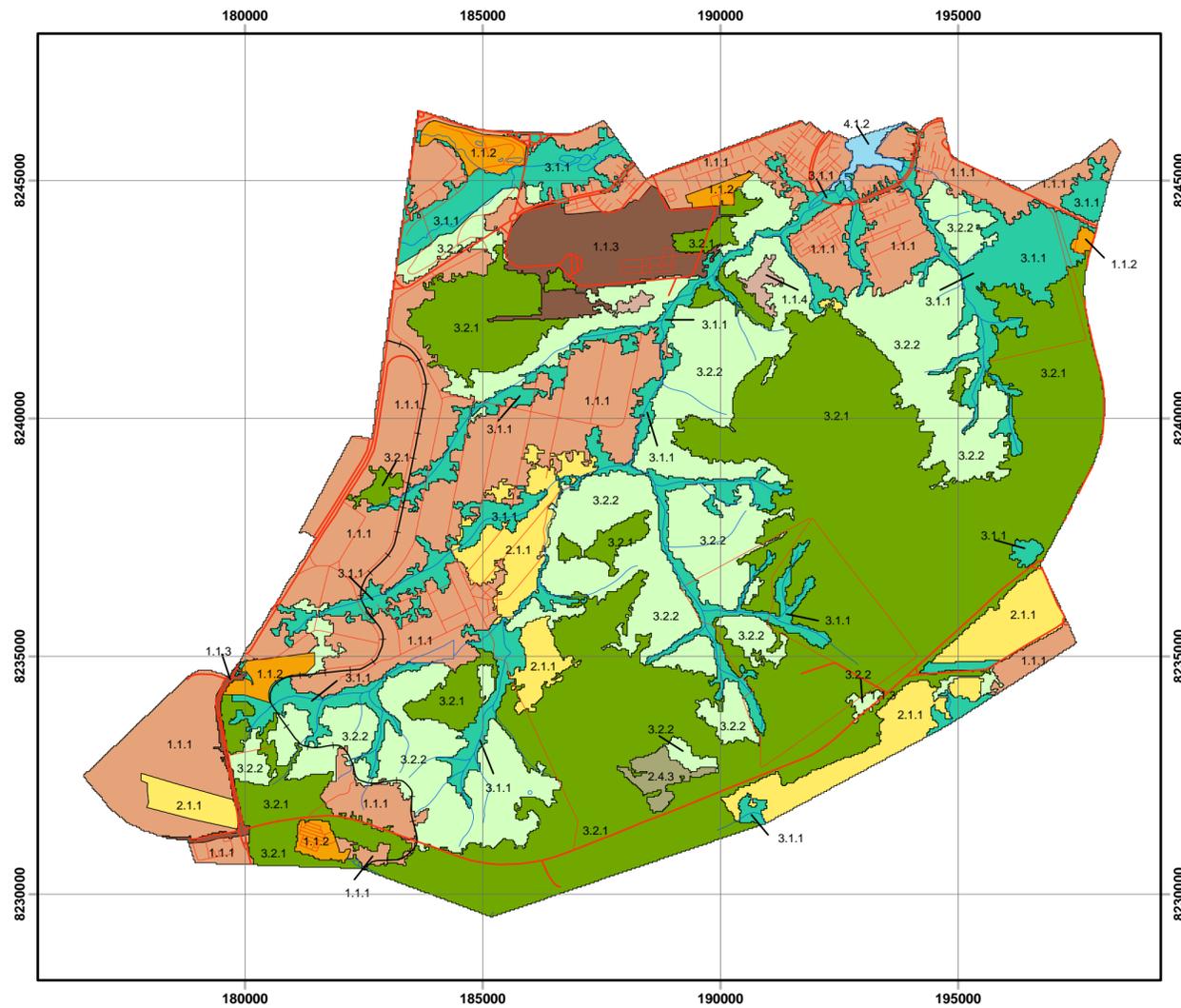
NOTA : O Nível I da legenda representa a cobertura da Terra, o Nível II associa um refinamento da interpretação da cobertura com informações de campo e o Padrão de Uso, representa a interpretação do conjunto de informações imagens, observações de campo, entrevista e bibliografia disponível.

NOTA DE CRÉDITO:

Mapa elaborado em 2005 a partir de imagem de satélite Landsat7 ETM+, cena 221/071 de 23/05/2003, em composição RGB 453, trabalhos de campo, análise de dados estatísticos do IBGE e de outras informações adicionais de várias instituições.

Base de apoio temática elaborada a partir de informações constantes da base cartográfica - folha SD-23-Y-C-IV, gerada pela Coordenação de Cartografia - CCCAR/DSG/IBGE.

APA GAMA CABEÇA DE VEADO



COBERTURA E USO DA TERRA

RODOVIA

— pavimentada

— arruamentos

— FERROVIA

— CURSO D'ÁGUA

ESCALA 1:100.000



SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL :SIRGAS 2000

Origem da Quilometragem UTM " Equador e Meridianos 45° WGr" acrescidas as constantes: 10.000 km e 500 km, respectivamente.

NÍVEL	NÍVEL II	NÍVEL III	Padrões de Uso
1. ÁREAS ANTRÓPICAS NÃO AGRÍCOLAS	1.1 Áreas Urbanizadas	1.1.1 Área Residencial	Região Administrativa da Candangolândia + Parte das Regiões Administrativas do Lago Sul, Núcleo Bandeirante e Santa Maria
		1.1.2 Áreas industriais, Comerciais e de Serviços	Comandos, Quartéis e Vilas Militares; Clubes e Instituições de Lazer.
		1.1.3 Transporte e Unidades associadas	Aeroporto Internacional Juscelino Kubitschek
		1.1.4 Outras áreas	Áreas Degradadas pela exploração e retirada de terra
2. ÁREAS ANTRÓPICAS AGRÍCOLAS	2.1 Culturas Temporárias	2.1.1 Cultivos Comerciais e Industriais	Agricultura intensiva de hortaliças (Horticultura) e culturas temporárias de soja
	2.4 Silvicultura	2.4.3 Reflorestamento	Pesquisa e extensão a nível sustentado em uma área de implantação de povoamento florestal de Eucalipto e Pinus – Fazenda Experimental Água Limpa da UnB e Jardim Botânico de Brasília
3. ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATURAL	3.1 Florestal	3.1.1 Formações florestais do Cerrado	Unidades de Conservação de Uso Sustentado e Proteção Integral
	3.2 Campestre	3.2.1 Formações savânicas do Cerrado – Cerrado no sentido restrito, Parque do Cerrado e Veredas.	Unidades de Conservação de Uso Sustentado e Proteção Integral
		3.2.2 Formações campestres do Cerrado – Campo sujo e Campo limpo	Unidades de Conservação de Uso Sustentado e Proteção Integral
4. ÁGUA	4.1 Águas Continentais	4.1.2 Corpos d'água	Usos diversificados – Lago Paranoá

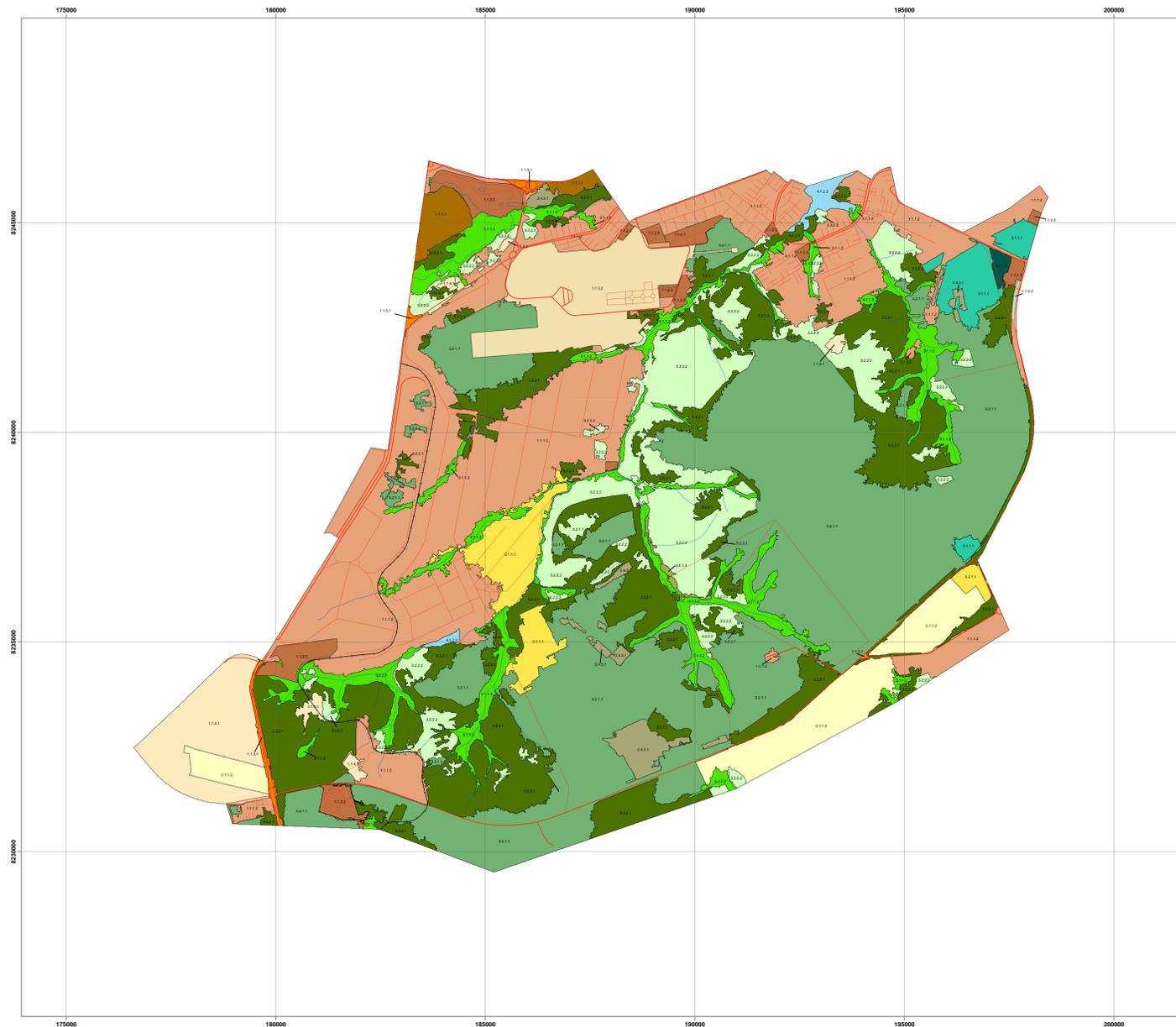
NOTA : O Nível I da legenda representa a cobertura da Terra, o Nível II associa um refinamento da interpretação da cobertura com informações de campo e o Padrão de Uso, representa a interpretação do conjunto de informações imagens, observações de campo, entrevista e bibliografia disponível.

NOTA DE CRÉDITO:

Mapa elaborado em 2005 a partir de imagem de satélite Landsat7 ETM+, cena 221/071 de 23/05/2003, em composição RGB 453, trabalhos de campo, análise de dados estatísticos do IBGE e de outras informações adicionais de várias instituições.

Base de apoio temática elaborada a partir de informações constantes da base cartográfica - folha SD-23-Y-C-IV, gerada pela Coordenação de Cartografia - CCCAR/DSG/IBGE.

APA GAMA CABEÇA DE VEADO



RODOVIA

-  pavimentada
-  arruamentos

FERROVIA

-  FERROVIA
-  CURSO D'ÁGUA

COBERTURA E USO DA TERRA

ESCALA 1:50.000



SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL :SIRGAS 2000

Origem da Quilometragem UTM " Equador e Meridianos 45° WGr"
acrescidas as constantes: 10.000 km e 500 km, respectivamente.

NÍVEL I	NÍVEL II	NÍVEL III	NÍVEL IV	Padrões de Uso		
1. ÁREAS ANTRÓPICAS NÃO AGRÍCOLAS	1.1 Áreas Urbanizadas	1.1.1 Área Residencial	 1.1.1.1 Alta Densidade de domicílios	Região Administrativa da Candangolândia		
			 1.1.1.2 Baixa Densidade de Domicílios	Parte das Regiões Administrativas do Núcleo Bandeirante, Lago Sul e Santa Maria		
		1.1.2 Áreas industriais, Comerciais e de Serviços.	 1.1.2.2 Comerciais	Pólo de Adesante do Lago Sul		
			 1.1.2.3 Instituições de Serviços	Militares - Comandos, Quartéis e Vilas Residenciais Militares Educativas - Escola Superior de Administração Fazendeira de Brasília Lazer - Jardim Zoológico de Brasília e Country Club de Brasília Saúde - Hospital Adventista de Bras		
			 1.1.3.1 Malha Viária, Ferroviária e unidades associadas	1.1.3.1 Malha Viária, Ferroviária e unidades associadas		
		1.1.3 Transporte e Unidades associadas	 1.1.3.2 Aeroportos e unidades associadas	Aeroporto Internacional Juscelino Kubitschek		
		1.1.4 Outras áreas	 1.1.4.1 Áreas degradadas	1.1.4.1 Áreas degradadas	Cascocheros - Áreas Degradadas pela exploração e retirada de terra	
		2. ÁREAS ANTRÓPICAS AGRÍCOLAS	2.1 Culturas Temporárias	2.1.1 Cultivos Comerciais e Industriais	 2.1.1.1 Cultivos Irrigados	Agricultura Intensiva de hortaliças (horticultura)
			2.4 Silvicultura	2.4.3 Reflorestamento	 2.4.3.1 Reflorestamento com Espécies Exóticas	Península e anexos a nível sustentado em uma área de implantação de povoamento florestal de Escalção e Pinus - Fazenda Experimental Água Limpa/UnB e Jardim Botânico de Brasília
		3. ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATURAL	3.1 Florestal	3.1.1 Formações florestais do Cerrado	 3.1.1.1 Cerrado	Unidades de Conservação de Uso Sustentado e Proteção Integral - Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília e Área do Cerrado
 3.1.1.2 Formações florestais associadas com os cursos d'água - matas de galeria e ciliar	Unidades de Conservação de Uso Sustentado e Proteção Integral - Estação Ecológica Jardim Botânico de Brasília, Estação Ecológica da Universidade de Brasília, Reserva Ecológica do IBGE, ARIE Capimanga Taqueara, ARIE Santuário de Várzea do Riacho Fundo, a Reserva da Biodiversidade do Cerrado e outras áreas					
 3.1.1.3 Mata Seca	Jardim Botânico de Brasília e Escola de Administração Fazendeira de Brasília					
3.2 Campestre	3.2.1 Formações savânicas do Cerrado - Cerrado no sentido restrito; Parque do Cerrado e Veredas.		 3.2.1.1 Cerrado Semidecíduo Restrito	Unidades de Conservação de Uso Sustentado e Proteção Integral - Estação Ecológica Jardim Botânico de Brasília, Estação Ecológica da Universidade de Brasília, Reserva Ecológica do IBGE, ARIE Capimanga Taqueara, ARIE Santuário de Várzea do Riacho Fundo, a Reserva da Biodiversidade do Cerrado e outras áreas		
			 3.2.1.3 Veredas	Unidade de Conservação de Proteção Integral - Reserva Ecológica do IBGE		
			 3.2.2.1 Campo Sujo	Unidades de Conservação de Uso Sustentado e Proteção Integral - Estação Ecológica Jardim Botânico de Brasília, Estação Ecológica da Universidade de Brasília, Reserva Ecológica do IBGE, ARIE Capimanga Taqueara, ARIE Santuário de Várzea do Riacho Fundo, a Reserva da Biodiversidade do Cerrado e outras áreas		
3.2.2 Formações campestres do Cerrado - Campo sujo e Campo limpo	 3.2.2.2 Campo Limpo	Unidades de Conservação de Uso Sustentado e Proteção Integral - Estação Ecológica Jardim Botânico de Brasília, Estação Ecológica da Universidade de Brasília, Reserva Ecológica do IBGE, ARIE Capimanga Taqueara, ARIE Santuário de Várzea do Riacho Fundo, a Reserva da Biodiversidade do Cerrado e outras áreas				
4. ÁGUA	4.1 Águas Continentais	4.1.2 Corpos d'água	 4.1.2.2 Artificiais	Usos Diversificados - Lago Paranal Captação para abastecimento doméstico e abastecimento agrícola no uso de irrigação - Barragem da Fundação Coordenação do DF		

NOTA : O Nível I da legenda representa a cobertura da Terra, o Nível II associa um refinamento da interpretação da cobertura com informações de campo e o Padrão de Uso, representa a interpretação do conjunto de informações imagens, observações de campo, entrevista e bibliografia disponível.

NOTA DE CRÉDITO:

Mapa elaborado em 2005 a partir de imagem de satélite Spot5, cenas 709/381, 709/382, 710/381 e 710/382 de 29/04/2003, em composição RGB 123, trabalhos de campo, análise de dados estatísticos do IBGE e de outras informações adicionais de várias instituições.

Base de apoio temática elaborada a partir de informações constantes da base cartográfica do Distrito Federal, gerada pela Coordenação de Planejamento do DF - CODEPLAN

APA GAMA CABEÇA DE VEADO

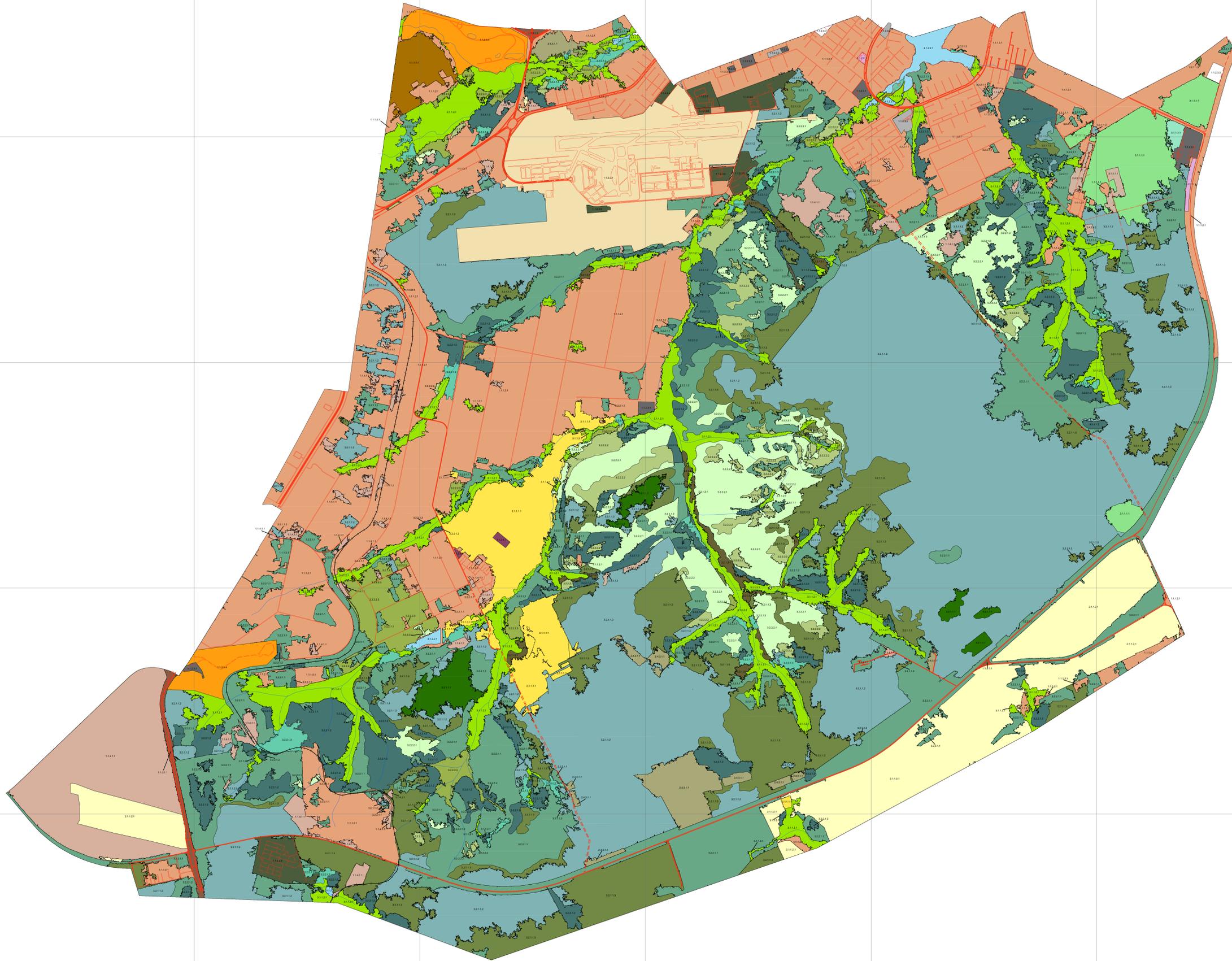
COBERTURA E USO DA TERRA

ESCALA 1:25.000



SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL :SIRGAS 2000

Origem da Quilometragem UTM ° Equador e Meridianos 45° WGr°
acrescidas as constantes: 10.000 km e 500 km, respectivamente.



- 1. ÁREAS ANTRÓPICAS NÃO AGRÍCOLAS
- 1.1 Áreas Urbanizadas
- 1.1.1 Área Residencial
- 1.1.1.1 Alta Densidade de domicílios
- 1.1.1.1.1 Domicílios particulares simples
- 1.1.1.1.2 Baixa Densidade de domicílios
- 1.1.1.2 Domicílios particulares simples
- 1.2 Áreas Industriais, Comerciais e de Serviços.
- 1.2.1 Industrial
- 1.2.1.1 Bens de Consumo
- 1.2.2 Comercial
- 1.2.2.1 Comércio Varejista
- 1.2.3 Instituições de Serviços
- 1.2.3.1 Educacionais
- 1.2.3.2 Religiosas
- 1.2.3.3 Saúde
- 1.2.3.4 Recreativas (Lazer)
- 1.2.3.5 Militares
- 1.2.3 Transporte e Unidades associadas
- 1.2.3.1 Malha Viária, Ferroviária e unidades associadas
- 1.2.3.1.1 Malha Viária
- 1.2.3.2 Aeroportos e unidades associadas
- 1.2.3.2.1 Aeroporto com pistas de pouso com cobertura artificial
- 1.4 Outras áreas
- 1.4.1 Áreas degradadas (ação antrópica)
- 1.4.1.1 Solo exposto - cascalheiras
- 2. ÁREAS ANTRÓPICAS AGRÍCOLAS
- 2.1 Cultivos Temporários
- 2.1.1 Cultivos Comerciais e Industriais
- 2.1.1.1 Cultivos Irrigados
- 2.1.1.1.1 Olericultura
- 2.1.1.2 Cultivos Sazonais
- 2.1.1.2.1 Soja
- 2.4 Silvicultura
- 2.4.2 Reflorestamento
- 2.4.2.1 Reflorestamento com Espécies Exóticas
- 2.4.2.1.1 Reflorestamento Escalpo
- 2.4.2.1.2 Reflorestamento Pinus
- 3. ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATURAL
- 3.1 Floresta
- 3.1.1 Savana Florestada: Formações florestais do Cerrado
- 3.1.1.1 Cerrado
- 3.1.1.2 Formações florestais associadas com os cursos d'água
- 3.1.1.2.1 Mata de Galeria
- 3.1.1.3 Mata Seca
- 3.1.1.3.1 Mata Seca
- 3.2 Campos
- 3.2.1 Savana arbustiva: Formações savânicas do Cerrado.
- 3.2.1.1 Cerrado Semidecíduo
- 3.2.1.1.1 Cerrado Denso
- 3.2.1.1.2 Cerrado Típico
- 3.2.1.1.3 Cerrado Ralo
- 3.2.1.3 Veredas
- 3.2.1.3.1 Veredas
- 3.2.2 Savana Gramíneo-Lenhosa: Formações campestres do Cerrado
- 3.2.2.1 Campo Sujo
- 3.2.2.1.1 Campo Sujo
- 3.2.2.1.2 Campo Sujo com Murundus
- 3.2.2.1.3 Campo Sujo Úmido
- 3.2.2.2 Campo Limpo
- 3.2.2.2.1 Campo Limpo
- 3.2.2.2.2 Campo Limpo com Murundus
- 3.2.2.2.3 Campo Limpo Úmido
- 4. ÁGUA
- 4.1 Águas Continentais
- 4.1.2 Corpos d'água
- 4.1.2.2 Artificiais
- 4.1.2.2.1 Lagos e Reservatórios



NOTA DE CRÉDITO:

Mapa elaborado em 2005 a partir de imagem de satélite Quickbird de 22/08/2003, em composição RGB 123, trabalhos de campo, análise de dados estatísticos do IBGE e de outras informações adicionais de várias instituições.

Base de apoio temática elaborada a partir de informações constantes da base cartográfica do Distrito Federal, gerada pela Coordenação de Planejamento do DF - CODEPLAN

