

**FABÍOLA CANDIDO SILVA VIEIRA**

**EVOLUÇÃO TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO PARA OS ANOS DE  
1994 E 2002 NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA, ES, UTILIZANDO IMAGENS ORBITAIS  
DO SATÉLITE LANDSAT TM**

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito ao título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos

**VITÓRIA  
2004**

**FABÍOLA CANDIDO SILVA VIEIRA**

**EVOLUÇÃO TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO PARA OS ANOS DE  
1994 E 2002 NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA, ES, UTILIZANDO IMAGENS ORBITAIS  
DO SATÉLITE LANDSAT TM**

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito ao título de Bacharel em Geografia.

Aprovada em 20 de maio de 2004.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Antônia Brito Rodrigues Fratolillo  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

Prof. MsC. Rodolfo Moreira de Castro Júnior  
Universidade Federal do Espírito Santo

Alguém um dia disse que é impossível fazer alguma coisa sozinho. Por isso meus agradecimentos vão a todos aqueles que me ajudaram, incentivaram e acreditaram que este trabalho fosse possível. Agradeço ao Professor Alexandre, pela dedicada orientação, disposição, incentivo e ensinamentos. A todos os professores desta universidade que me auxiliaram e que, mesmo à distância, sempre estavam presentes. A todos os amigos da turma 1999/2, que formavam a minha grande família acadêmica (já sinto saudades de vocês!). À minha mãe, pelo carinho e compreensão. Ao meu namorado Bruno, pelo amor, carinho, paciência, ajuda, e por estar sempre me encorajando, mostrando que o esforço vale a pena. Ao meu avô, que não viu a conclusão deste trabalho, mas tenho certeza que está sempre presente ao meu lado. A Jerônimo e Hyercen, funcionários do IEMA, pelo fornecimento das imagens de 1994. Muito obrigada, a Deus, por ter iluminado meu caminho.

Quantas luas se passaram!  
Quantos sóis já raiaram!  
Quantos verões bronzearam!  
Quantos invernos esfriaram!

Quantos governos passaram!  
Quantos ideais não vingaram!  
Quantos projetos se arquitetaram!  
Quantos planos se frustraram!

Tantas vozes foram ouvidas  
Quantas ainda ao de se ouvir  
Quantos dias nessa vida ainda estão por vir!

Vale o sol  
Vale a lua, o inverno e o verão  
Pois uma vida só se acaba quando fita-se o chão.

Moura, B. S. P.

## RESUMO

Por meio de técnicas de sensoriamento remoto, este trabalho tem por objetivo elaborar um mapa temporal de uso e ocupação do solo do município de Vitória-ES. Para isso, utilizou-se duas imagens do satélite Landsat focadas em tempos diferentes, uma do ano de 1994 e outra de ano de 2000. Por meio de diferentes técnicas de classificação de imagens orbitais, os mapas foram classificados, aplicando-se rotulações diferentes de acordo com variados tons de cinza. Considerou-se a classificação que melhor se adaptou as realidades da capital capixaba na tentativa alcançar os melhores resultados. O aumento considerável da população e a conseqüente aglomeração urbana no município de Vitória é marcante nesses anos e visíveis nos resultados.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Evolução do crescimento populacional de Vitória, Grande Vitória e Espírito Santo, 1950-2000.....	20
Tabela 2. Densidade demográfica de Vitória.....	20
Tabela 3. Classes de uso e ocupação do solo.....	32

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Localização da área de estudo.....	15
Figura 2.	População de Vitória por bairros.....	23
Figura 3.	Captação dos dados por sensoriamento remoto.....	24
Figura 4.	Espectro eletromagnético.....	25
Figura 5.	Fluxograma das etapas necessárias para a geração da base de dados.....	30
Figura 6.	Etapas necessárias para classificação supervisionada.....	34
Figura 7.	Esquematização do método de classificação supervisionada de mínima distância.....	35
Figura 8.	Esquematização do método de classificação supervisionada de máxima verossimilhança.....	36
Figura 9.	Esquematização do método de classificação supervisionada de paralelepípedo.....	37
Figura 10.	Fluxogramas das etapas necessárias para classificação supervisionada.....	38
Figura 11.	Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de distância mínima normalizada, para o ano de 1994.....	39
Figura 12.	Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de distância mínima normalizada, para o ano de 1994.....	39
Figura 13.	Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de máxima verossimilhança, para o ano de 1994.....	40
Figura 14.	Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de máxima verossimilhança, para o ano de 1994.....	40
Figura 15.	Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado em valores mínimos e máximos, para o ano de 1994.....	41

Figura 16.	Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado em valores mínimos e máximos, para o ano de 1994.....	41
Figura 17.	Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de distância mínima bruta, para o ano de 1994.....	42
Figura 18.	Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de distância mínima bruta, para o ano de 1994.....	42
Figura 19.	Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado no desvio padrão, para o ano de 1994.....	43
Figura 20.	Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado no desvio padrão, para o ano de 1994.....	43
Figura 21.	Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de distância mínima normalizada, para o ano de 2002.....	45
Figura 22.	Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de distância mínima normalizada, para o ano de 2002.....	45
Figura 23.	Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de máxima verossimilhança, para o ano de 2002.....	46
Figura 24.	Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de máxima verossimilhança, para o ano de 2002.....	46
Figura 25.	Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado em valores mínimos e máximos, para o ano de 2002.....	47
Figura 26.	Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado em valores mínimos e máximos, para o ano de 2002.....	47

Figura 27.	Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de distância mínima bruta, para o ano de 2002.....	48
Figura 28.	Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de mínima distância bruta, para o ano de 2002.....	48
Figura 29.	Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado no desvio padrão, para o ano de 2002.....	49
Figura 30.	Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado no desvio padrão, 2002.....	49
Figura 31.	Comparação por porcentagem das classes de uso e ocupação do solo para os anos de 1994 e 2002 do método de classificação supervisionada de distância mínima normalizada.....	51
Figura 32.	Comparação por porcentagem das classes de uso e ocupação do solo para os anos de 1994 e 2002 do método de classificação supervisionada de máxima verossimilhança.....	51
Figura 33.	Comparação por porcentagem das classes de uso e ocupação do solo para os anos de 1994 e 2002 do método de classificação supervisionada de mínima distância bruta.....	52
Figura 34.	Comparação por porcentagem das classes de uso e ocupação do solo para os anos de 1994 e 2002 do método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado em valores mínimos e máximos.....	52
Figura 35.	Comparação por porcentagem das classes de uso e ocupação do solo para os anos de 1994 e 2002 do método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado no desvio padrão.....	53

## SUMÁRIO

1.0.	INTRODUÇÃO.....	12
2.0.	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	14
3.0.	OBJETIVOS.....	15
3.1.	OBJETIVO GERAL.....	15
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
4.0.	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
4.1.	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO: CONCEITUAÇÃO.....	16
4.2.	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNDO.....	17
4.3.	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO BRASIL.....	18
4.4.	HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO DO SOLO EM VITÓRIA.....	19
4.5.	SENSORIAMENTO REMOTO.....	22
4.5.1.	Espectro eletromagnético.....	24
4.5.2.	Resoluções de imagens digitais.....	25
5.0.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
5.1.	ÁREA DE ESTUDO.....	28
5.2.	GERAÇÃO DA BASE DE DADOS.....	28
5.3.	CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DIGITAIS.....	30
5.3.1.	Classificação supervisionada.....	30
5.3.1.1.	Método mínima distância.....	33
5.3.1.2.	Método máxima verossimilhança.....	34
5.3.1.3.	Método paralelepípedo.....	35
6.0.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
6.1.	CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA PARA O ANO DE 1994.....	38
6.2.	CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA PARA O ANO 2002.....	44

6.3.	EVOLUÇÃO TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO PARA OS ANOS DE 1994 E 2002.....	50
7.0.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
8.0.	REFERÊNCIAS.....	56

## 1.0. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, percebemos que a ação agressiva ao meio é cada vez mais presente, destruidora e negligente. Junto a isso temos o aumento populacional nos grandes centros urbanos causando as grandes aglomerações urbanas.

As ocupações desordenadas afetam diretamente a organização do espaço geográfico e muito especialmente, o espaço urbano, que é produzido e apropriado socialmente por meio de uma fantástica estratégia dos agentes produtores e apropriadores (CAMPOS JÚNIOR, 1996). É nesse processo que o município de Vitória foi sendo ocupada, produzida e apropriada, de forma que, com o passar dos tempos, sua extensão territorial ampliou-se em decorrência dos aterros efetuados para suportar as necessidades provocados pelos avanços de ocupação urbana.

Isso ocorre porque o espaço, na atualidade funciona como um dos elementos que dão racionalidade e coerência ao capitalismo. Vai sendo produzido de conformidade com os interesses dos grupos ativos economicamente definidos (CAMPOS JÚNIOR, 2002).

O uso e ocupação do solo de Vitória foi sendo apropriado ao longo do tempo, pois este município foi o centro polarizador das atividades econômicas e políticas para o Estado do Espírito Santo, recebendo grande quantidade de imigrantes, que foi aumentado no período de erradicação dos cafezais. Neste período os morros e áreas periféricas da cidade foram ocupados pela população de baixa renda, que não possuía condições de obter terras baixas, já que a especulação imobiliária crescia cada vez mais. Com a forte pressão demográfica presente no município, hoje Vitória possui uma densidade demográfica de 0,3 hab/km<sup>2</sup>, e se consolida como a principal cidade do Estado, concentradora das empresas, serviços e atividades em geral.

O interesse em avaliar a evolução temporal e espacial do uso do e ocupação do solo para este município, surge devido à preocupação com a aglomeração urbana, trazendo conseqüências diretas quanto aos impactos ambientais gerados.

Menezes e Netto (2001) afirmam que os sensores a bordo de satélites tornaram-se extensões dos olhos humanos e nos deslumbramos por meio de imagens de satélites, mais especificamente por meio do Landsat/TM, que possibilitou estender a capacidade de ver os objetos terrestres muito além dos comprimentos de onda da luz normalmente percebidos.

Sensoriamento remoto pode ser definido como qualquer processo por meio do qual é coletada informação a respeito de um objeto, área ou fenômeno, sem entrar em contato com ele. Nossos olhos são um excelente exemplo de um dispositivo de sensoriamento remoto. Somos capazes de reunir informações sobre o que nos rodeia julgando a quantidade e a natureza da reflectância da energia da luz visível (proveniente de alguma fonte externa, como o sol ou uma lâmpada) conforme ela reflete de objetos em nosso campo visual (EASTMAN, 1998).

Utilizando técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas, este trabalho mostrará a evolução temporal e espacial do uso e ocupação do solo para os anos de 1994 e 2002 para o município de Vitória.

## 2.0. Localização da área de estudo

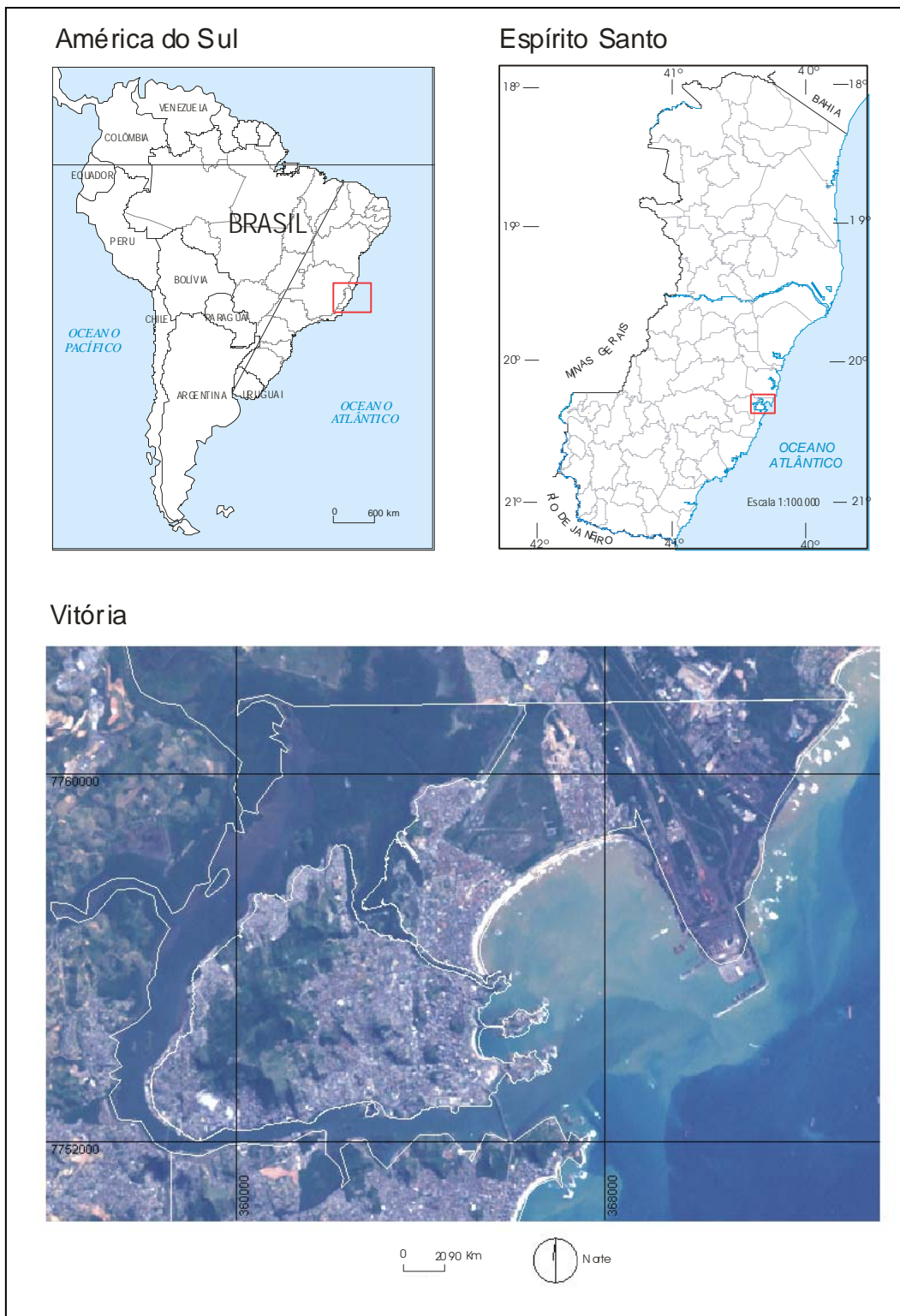


Figura 1. Localização da área de estudo.

### **3.0. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo geral**

Avaliar a evolução temporal e espacial do uso e ocupação do solo para os anos de 1994 e 2002 no município de Vitória, utilizando imagens do satélite Landsat TM.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Delimitar e pesquisar os possíveis impactos visíveis gerados pela concentração urbana desordenada;
- Realizar a classificação supervisionada por diferentes metodologias para os anos de 1994 e 2002;
- Testar os métodos de classificação supervisionada e considerar dois métodos que apresente melhor qualidade;
- Analisar a evolução temporal e espacial do município de Vitória para os anos de 1994 e 2002.

## **4.0. REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1. Uso e ocupação do solo: conceituação**

A ocupação do solo urbano é analisada sob vários aspectos: desde a elaboração dos planos diretores institucionais, até a divisão sócio-econômica do espaço urbano delimitado pelo poder aquisitivo das populações.

Para estudarmos o uso e ocupação do solo de um dado local, é importante ter como relevante a escala de trabalho. Quanto maior a escala, maiores serão as especificidades e as classificações registradas na área. Quanto maior a escala, menores serão os detalhes, e assim, menores as classes e abrangência de caracterização.

Em mapas de pequena escala, as classificações são mais abrangentes, como acontece com estudos realizados nas prefeituras como controle de: terrenos vazios, terrenos de ocupação comercial, industrial, residencial, industrial, de serviços ou institucional. Esse planejamento do uso do solo é institucionalizado por meio de planos diretores urbanos, em forma de lei, criados exclusivamente para planejar e organizar as cidades brasileiras.

Para estudo de uso e ocupação do solo, por meio de imagens de satélite, a escala de trabalho é grande, se levarmos em consideração os níveis de detalhamento presentes. Sendo assim, muitas classes utilizadas em cartas de uso do solo não estarão presentes neste estudo.

É importante caracterizar bem os conceitos entre crescimento urbano, urbanização e desenvolvimento urbano. Crescimento urbano é medido em números absolutos. Significa apenas o aumento populacional das cidades. A urbanização, que é um fenômeno sociológico, e economicamente mais importante, é expressa em números

relativos, procurando comparar a população urbana com a população total. Realmente, esse é um indicador, de muito interesse para o estudo do programa de desenvolvimento dos aglomerados urbanos e para o problema de localização e de uso do solo. Finalmente, desenvolvimento urbano tem a ver mais com a qualidade de vida urbana do que propriamente com aspectos quantitativos das cidades (FAYET, 1978).

O planejamento de uso e ocupação do solo legitima a divisão do espaço urbano, ensejando a existência de áreas ocupadas pela classe de baixa renda e pelo restante das classes sociais, bem como a valorização diferenciada do solo, de acordo com sua localização (ALENCAR, 1986). Isso levaria, em consequência, à ocupação desordenada de áreas impróprias, como morros e encostas, pois a população de baixa renda não estaria possibilitada de adquirir um solo em terras “baixas” diante do monopólio de terras.

## **4.2. Uso e ocupação do solo no mundo**

Estudos indicam que até a década de 90, metade da população mundial estava concentrada em centros urbanos com mais de cem mil habitantes, em plenas características de vida urbana. Isso é de caráter histórico. Na Grã-Bretanha no início do século XIX, a porcentagem de aglomeração urbana era de apenas 10%. Já no final da década de 90, essa concentração era de 89%, em contraste com uma população rural de 11%. Vemos que o mesmo processo ocorre em todas as cidades do mundo, pois atividades urbanas constituem um acúmulo de valor construído (FAYET, 1978).

Suzuki (1999) ressalta que os aglomerados passam a reunir condições substantivas para a realização das atividades agrárias, possibilitando uma transformação da relação hierárquica entre campo e aglomerados urbanos. Não são mais apenas estes que dependem do campo, mas o campo passa a depender dos aglomerados:

urbanos, pois estes passam a materializar condições para a realização da atividade agrária.

### **4.3. Uso e ocupação do solo no Brasil**

O Brasil é classificado mundialmente como oitavo país mais populoso, mas não povoado. Grande parte da população está concentrada no litoral, e principalmente nas metrópoles. Isto deriva da própria formação histórica e econômica desse país, já que foi pelo litoral que se iniciou o processo de povoamento e foi por meio dele que se deu todo o processo de evolução e desenvolvimento econômico, pois o Brasil é privilegiado quanto à localização geográfica, daí a importância de nossos portos nas relações exteriores.

O processo de urbanização intensificou-se no Brasil, graças ao modelo econômico de ocupação do espaço onde há uma super valorização das áreas litorâneas, pois o mesmo possui diversos atributos como proximidade com centros econômicos, turismo, clima, etc.

Antes da década de 70, segundo Fayet (1978), o Brasil havia ultrapassado a marca de 50% de sua população, concentrada em áreas urbanas. Ainda segundo o autor, especula-se que na primeira década deste próximo século, o eixo Rio - São Paulo alcance as cifras de uma população de 30 milhões de habitantes.

O Brasil possui um extenso território, já com problemas de concentração populacional em terras urbanas, repetindo os mesmos problemas vistos em outras capitais do mundo, onde 70% da população dos Estados Unidos, por exemplo, ocupa 1% do território norte americano (FAYET, 1978).

#### **4.4. Histórico da ocupação do solo em Vitória**

Desde a colonização brasileira, Vitória servia de sede da capitania, mas seu desenvolvimento só foi ocorrer no final do século XIX e início do XX, com a construção do porto de Vitória, onde a cidade passou a ter funções administrativas e religiosas. De acordo com a Fundação Jones dos Santos Neves (FJSN), apesar de desenvolver-se lentamente, detinha até o final do século passado 80% da população da aglomeração urbana do Estado, composta por Serra, Cariacica, Vila Velha e Viana (FJSN, 1979).

A Grande Vitória funcionava como um centro de polarização dominante, relacionada à sua condição de capital político-administrativa e porto marítimo de grande extensão, por onde escoava a produção cafeeira, tornando-se, cada vez mais, o principal centro de serviços do Estado. Foi devido a preocupação quanto a aglomeração urbana desenfreada, que a FJSN (1979) publicou o primeiro Plano Diretor Urbano (PDU) do município a ser elaborado, onde propostas foram apresentadas para subsidiar a tomada de decisões para que o desenvolvimento não ocorresse de forma aleatória.

A mancha urbana em 1940 alcançou os municípios de Vila Velha, Cariacica e Serra, mas só Vitória apresentava 1/3 dessa população. Campos Júnior (2002) relata que nas décadas de 60 e 70, Vitória cresce e consolida como principal centro terciário do Estado, lugar privilegiado da classe média e da população de maior poder aquisitivo do Espírito Santo.

O PDU (1979) mostra que na década de 60, 120 mil pessoas deixam o interior do Estado, e destes, 80 mil migram para a Grande Vitória. Observa-se que esse crescimento populacional expandiu o território da cidade. Em 1940 era de 280 hectares e em 1960 de 410 hectares (CAMPOS JÚNIOR, 2002), sendo que o resultado dessa grande leva populacional ocorrida no sentido interior-cidade, que se intensificou nesse período, com a política do Governo Federal pela erradicação dos cafezais (Tabelas 1 e 2).

O processo de ocupação da Grande Vitória na década de 60 foi a taxas de 6,9% a.a. Vitória teve um incremento populacional de aproximadamente 50 mil pessoas na década, passando para uma população, em 1960, de 83.351 habitantes. Já toda a Grande Vitória, contando inclusive com a capital, recebeu um incremento populacional de cerca de 190 mil pessoas. Vitória continuou sendo o município mais populoso e que abrigava a população de maior renda (CAMPOS JÚNIOR, 2002).

Tabela 1. Evolução do crescimento populacional de Vitória, Grande Vitória e Espírito Santo, 1950-2000.

<b>Período</b>	<b>Vitória</b>	<b>Grande Vitória</b>	<b>Espírito Santo</b>
1950	50.922	110.931	861.562
1960	83.351	194.311	1.169.553
1970	133.019	385.998	1.599.333
1980	207.747	706.263	2.023.340
1991	258.245	1.063.293	2.598.231
2000	292.304	1.337.187	3.097.232

Fonte: IBGE, 2000.

Tabela 2. Densidade demográfica de Vitória

<b>Período</b>	<b>População</b>	<b>Área ocupada hectares</b>	<b>Densidade hab/ha</b>
1940	42.246	280	150
1950	50.922	-	-
1960	83.351	410	208
1970	133.019	1.100	120
1991	-	-	-
2000	292.304	8.800	0.03

Fonte: FJSN, PDU de Vitória, 1979.

O processo de ocupação do território pelos migrantes aumentou nos locais de terras de baixo custo, onde os que não possuíam poder aquisitivo foram formando a periferia da cidade, invadindo as áreas marginais, como morros e mangues da capital. A extensão territorial do município é pequena, e o crescimento da especulação imobiliária valorizou as terras baixas, excluindo assim, aqueles que não possuíam recursos para adquiri-la. Os espaços intersticiais passam a ser ocupados, aumentando a mancha urbana.

Na década de 70, a população continuou a crescer, mas, apesar da contínua migração, em Vitória o crescimento vegetativo possuiu maior participação neste período (CAMPOS JÚNIOR, 2002).

Hoje, a cidade de Vitória mantém o seu papel reservado na interação com os demais municípios, centralizando as atividades finais do complexo de intercambio com o exterior e dos serviços derivados de sua condição de capital do Estado. De acordo com a Prefeitura Municipal de Vitória, em seu estudo "Vitória do Futuro", a cidade se consolidou como porta de entrada e saída de mercadorias de uma vasta hinterlândia, graças ao Corredor Centro-Leste, englobando importantes pólos de desenvolvimento agrícola e industrial e também ao fato da economia capixaba ser essencialmente uma economia industrial-exportadora, e cada vez mais de serviços-exportadora.

Sendo principal pólo urbano do Espírito Santo, Vitória concentra 41% da população do Estado (Figura 2), detém 87% da arrecadação e, das 150 maiores empresas estaduais, 52 operam em Vitória. Assim, os 88 Km<sup>2</sup> de área bruta do Município, quase a metade está ocupada com grandes empreendimentos, tais como aeroporto, universidade, os complexos siderúrgicos e portuários da CST (Companhia Siderúrgica de Tubarão) e CVRD (Companhia Vale do Rio Doce) e o Maciço Central, reduzindo bastante as áreas possíveis de ocupação pela malha urbana (PMV, 1996).

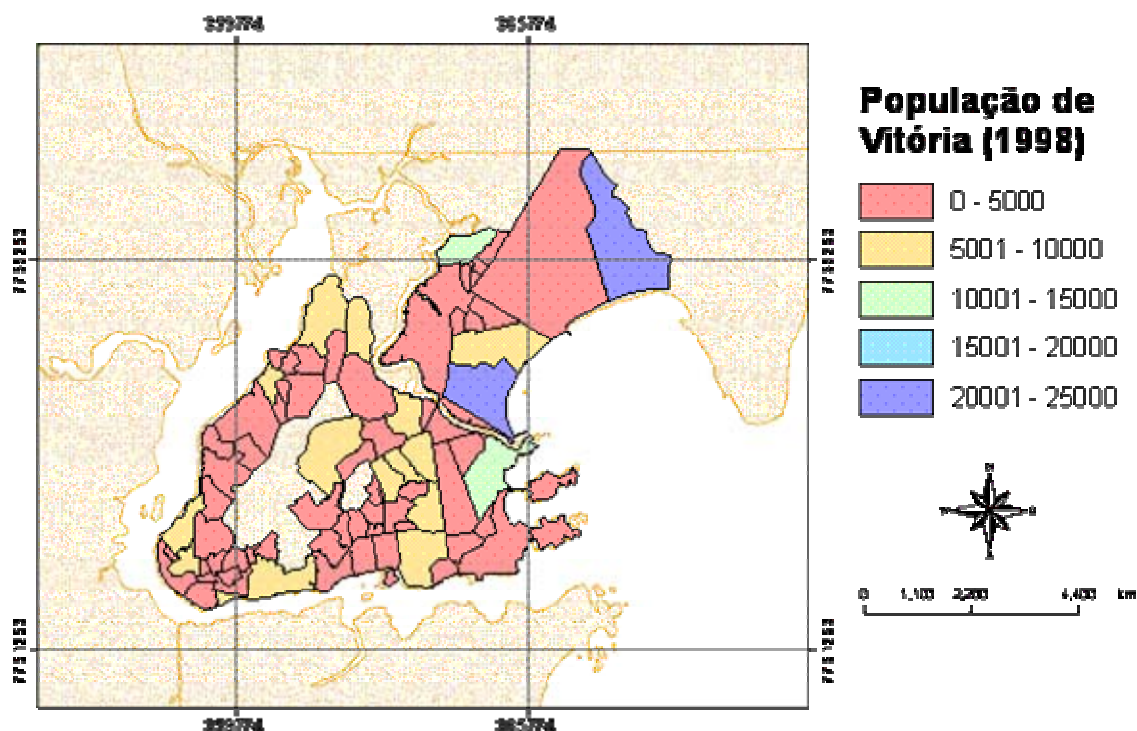


Figura 2. Mapa da População de Vitória por bairros.  
Org.: Vieira, F.C.S., 2004.

#### 4.5. Sensoriamento remoto

O IBGE (2001) define o sensoriamento remoto como sendo o processo de aquisição de dados sobre um objeto ou cena à distância ou, mais especificamente, de obtenção de informações sem entrar em contato direto com a área ou fenômeno sob investigação.

Moreira (2003) define sensoriamento remoto como sendo um sistema por meio do qual se obtém informações a respeito dos recursos naturais renováveis e não-renováveis do planeta Terra, pela utilização de sensores colocados em aviões, satélites ou mesmo na superfície. O enfoque maior é transmitir a idéia de uma nova tecnologia (conjunto de programas aplicativos e equipamentos computacionais)

colocada à disposição do homem, para auxiliá-lo nas indagações sobre o manejo do meio ambiente.

Esta ciência baseia-se em imagens coletadas de sensores localizados no espaço, que permanecem em órbita registrando os acontecimentos ocorridos na Terra. Isso é possível, porque todos os materiais presentes na superfície refletem, emitem, transmitem ou absorvem seletivamente a radiação eletromagnética (Figura 3).

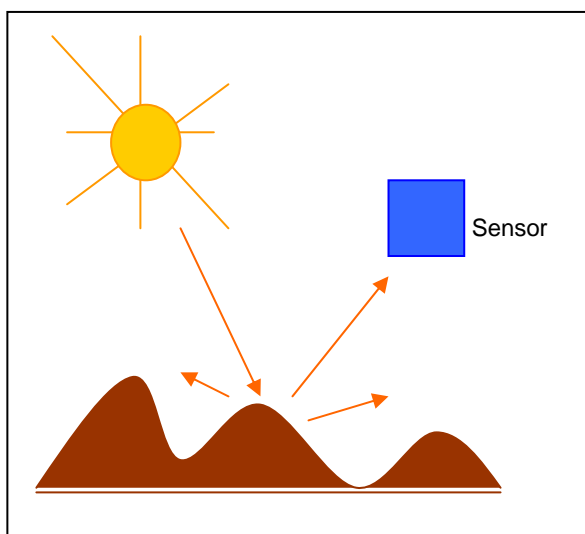


Figura 3. Captação dos dados por sensoriamento remoto.

A radiação eletromagnética só é possível graças à energia solar, que em sensoriamento remoto chamamos de energia radiométrica. Moreira (2003) relata que para o sensoriamento remoto, o sol é base de todos os princípios em que se fundamenta essa tecnologia. Ainda segundo o autor, a Terra recebe do Sol algo como a energia de 10 bilhões de Itaipus, o que é apenas uma ínfima parcela da luz e calor emitidos por ele.

É graças ao Sol que as imagens são obtidas, de forma que a energia radiométrica, para alcançar a superfície terrestre, se propaga pelo espaço. Isso ocorre graças a teoria ondulatória, segundo a qual a radiação solar se propaga em linha reta, por meio de um campo eletromagnético em movimento ondulatório, ou seja, a energia se propaga graças às oscilações de partículas formando o que chamamos de ondas. Estas possuem uma frequência e um comprimento que variam, ordenando o

espectro eletromagnético, e resultando em diferentes regiões do espectro (MOREIRA, 2003).

#### 4.5.1. Espectro eletromagnético

O espectro eletromagnético pode ser ordenado em função do seu comprimento de onda e sua frequência. O sol participa apenas de parte desse intervalo e pode-se observar que sua radiação emitida, denominada de espectro solar, insere-se no intervalo de 0,28 a 4 micrômetros (Figura 4). Dessa faixa, o olho humano só é capaz de enxergar apenas no intervalo 0,39 - 0,77 micrômetros, que é a capacidade visível no intervalo do espectro solar (IBGE, 2001).

É da relação entre a energia eletromagnética e a radiância que resulta a reflectância espectral de um objeto, que é captado pelos sensores e armazenado de acordo com suas configurações.

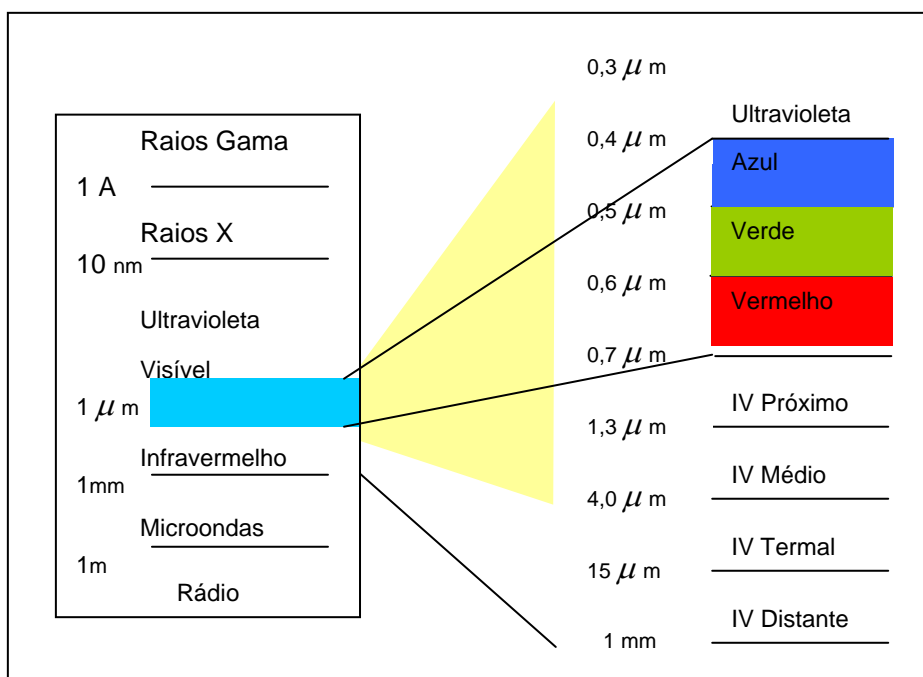


Figura 4. Espectro eletromagnético.

A energia solar, antes de chegar ao sensor instalado no satélite, passa pela atmosfera terrestre duas vezes: uma no sentido sol-superfície e outra no sentido terra-satélite. No primeiro percurso, a radiação eletromagnética entra em contato com os diversos gases presentes e, nesse processo, parte da energia é absorvida e algumas faixas do espectro se perdem. De acordo com IBGE (2001), aproximadamente 50% do espectro eletromagnético não se presta ao sensoriamento orbital, já que a radiação eletromagnética não consegue penetrar na atmosfera nestes intervalos.

Após a imagem ser captada pelo sensor, ela é armazenada na forma digital bidimensional resultando uma malha formada por pixels, unidos numa grade de coordenadas. Cada pixel possui um valor numérico que corresponderá à intensidade refletida da radiação eletromagnética. É nesse processo que se formam os diversos tons de cinza possíveis, que estão inseridos no intervalo de 0 a 255 cores (variando do preto que é o nível mínimo, ao branco, o nível máximo). Cada pixel correspondente à região localizada, recebendo então um tom de cinza, que lhe caracteriza segundo suas especificidades (MOREIRA, 2003).

#### **4.5.2. Resoluções de imagens digitais**

De acordo com o tipo de sensor, a imagem digital possuirá algumas características especiais que são elas: resolução espacial; resolução espectral; resolução radiométrica e resolução temporal.

Resolução espacial é definida como habilidade que um sensor possui de distinguir os objetos que são próximos espacialmente (IBGE, 2001). Já para Moreira (2003) resolução espacial refere-se à área mínima, que é representada por um único sinal na imagem, ou seja, o sinal resultante de todas as respostas espectrais provenientes dos diferentes alvos da área, dentro do pixel. Neste presente trabalho, a resolução espacial da imagem LANDSAT é de 30 metros, ou seja, cada pixel na imagem,

correspondente a uma superfície de 30m no terreno, o que equivale ao mesmo valor na superfície terrestre imageada. Isto quer dizer que todos os objetos que possuem metragem menor que este valor não aparecerá na imagem.

A resolução espectral é definida como a habilidade de separar coisas espectralmente semelhantes (IBGE, 2001). Isso ocorre porque os diferentes componentes presentes na superfície terrestre respondem de forma diferente à radiação que lhes é emitida, pois a reflectância dos materiais varia de acordo com o comprimento da onda, e por isso seu registro gráfico varia.

As imagens que foram utilizadas neste estudo possuem sete bandas espectrais, ou seja, cada imagem é registrada dentro de um intervalo de reflectância do espectro eletromagnético. Isso ajuda a estabelecer com quais bandas deve-se trabalhar, possibilitando uma melhor adequação da pesquisa.

Como a área pesquisada é uma cidade, com certo grau de urbanização, tendo presente boa parte construída, mas que possui muitas áreas florestadas sob proteção ambiental, as combinações destes canais ajudaram no entendimento e na melhor classificação das imagens.

A resolução radiométrica refere-se aos níveis digitais representados por níveis de cinza possíveis numa imagem e é expressa pelo número de dígitos binários necessários para armazenar o valor máximo de níveis de cinza dos pixels. Os níveis de cinza são representados por números inteiros que se enquadram dentro de um determinado intervalo. Quanto maior o intervalo entre os níveis de cinza máximo e mínimo, maior a resolução radiométrica. A radiação radiométrica implica diretamente no tamanho dos arquivos de imagem.

A resolução temporal refere-se à freqüência com que o sensor imageia determinada área. O LANDSAT possui uma resolução temporal de 16 dias e um sistema de varredura mecânica, que oscila perpendicularmente ao deslocamento da plataforma, transmitindo a reflectância dos materiais para o sistema óptico e detector (MOREIRA, 2003).

Com uma órbita quase polar, o satélite mantém-se num constante ângulo entre o sol, a terra e o satélite, garantindo iluminação e pontualidade pois perpassa o equador sempre no mesmo horário solar.

## 5.0. MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1. Área de estudo

A área de estudo compreende o município de Vitória, Espírito Santo, localizada entre as coordenadas geográficas 20°14'22" e 20°19'48" latitude sul e 40°12'47" e 40°22'02" longitude oeste.

### 5.2. Geração da base de dados

As informações vetoriais de referência utilizadas para as análises foram extraídos das cartas topográficas da região, na escala de 1:50.000 (IBGE, 1975), e base cadastral da PMV. Posteriormente, com o intuito de converter os dados analógicos para o formato digital, utilizou-se uma mesa digitalizadora. Após a digitalização iniciou-se o processo de formatação e conversão dos dados vetoriais para o formato matricial, culminando nas imagens do município e bairros de Vitória.

As bandas espectrais consideradas no trabalho (azul, verde, vermelho, infra-vermelho próximo e infra-vermelho médio) foram inicialmente importadas para o formato do Sistema de Informações Geográficas *Idrisi for Windows* (EASTMAN, 1999). Posteriormente delimitou-se apenas o quadrante representativo do município de Vitória. O fluxograma de todas as etapas necessárias para a geração da base e dados é mostrado na Figura 5.

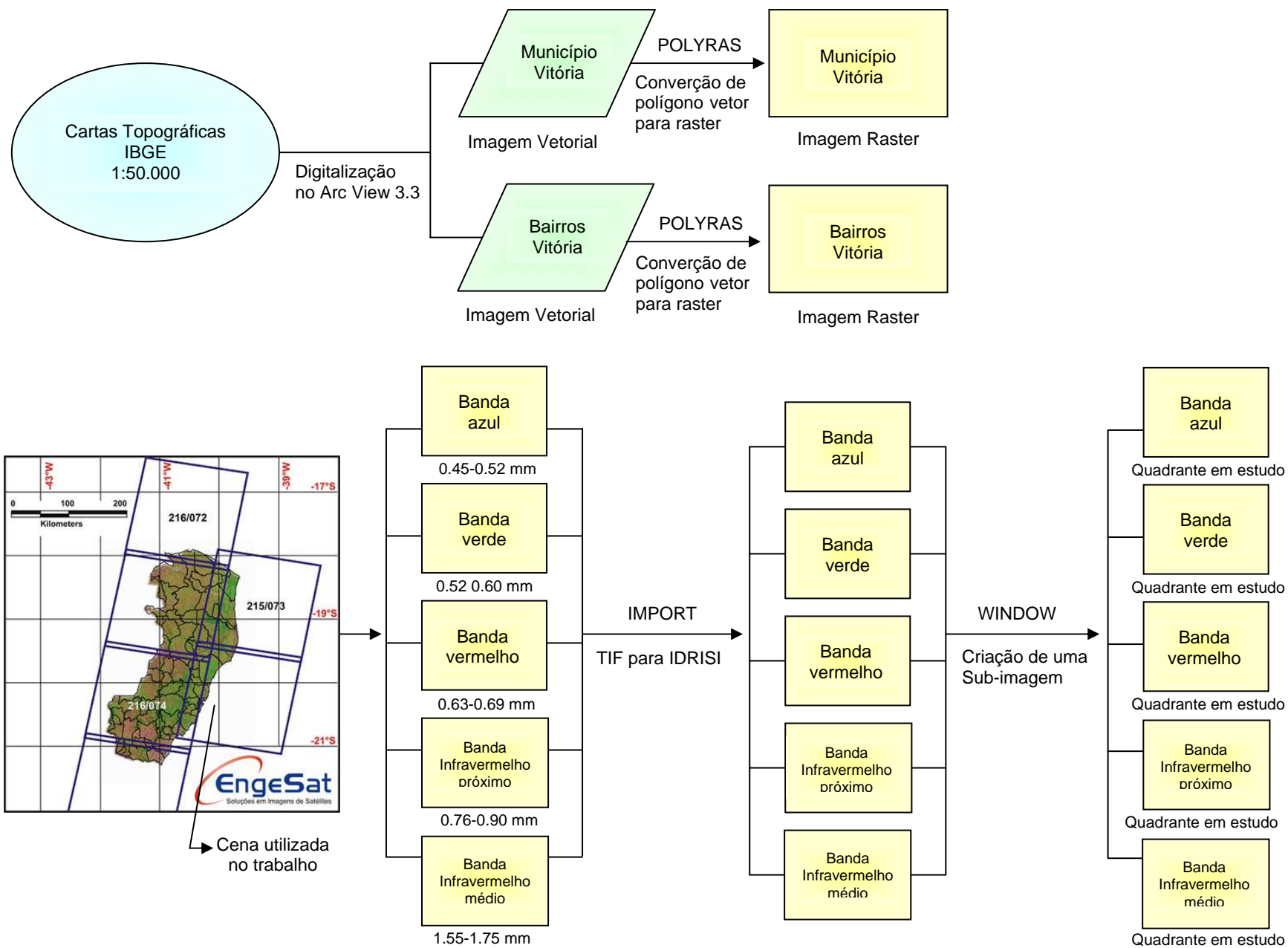


Figura 5. Fluxograma das etapas necessárias para a geração da base de dados.

### **5.3. Classificação das imagens digitais**

Na classificação de dados digitais, os alvos do universo passam a ser chamados de classes. Cada pixel na imagem é rotulado de acordo com a ocupação do solo.

A classificação de imagens orbitais pode ser efetuada de forma supervisionada e não supervisionada. Neste estudo, optou-se pela classificação supervisionada. Moreira (2003) afirma que a classificação supervisionada utiliza algoritmos cujo reconhecimento dos padrões espectrais na imagem se faz com base numa amostra de área de treinamento, que é fornecida ao sistema de classificação pelo analista. Segundo o autor, a categorização (rotulação) dos níveis de cinza é feita utilizando algoritmos estatísticos (programas computacionais) de reconhecimento dos padrões espectrais. Dependendo do algoritmo utilizado neste procedimento, a classificação é dita supervisionada ou não supervisionada.

A classificação não-supervisionada não requer qualquer informação prévia sobre as classes de interesse. Ela examina os dados e os divide nos agrupamentos espectrais naturais predominantes presentes na imagem. O analista então identifica esses agrupamentos como classes de cobertura do solo, por meio de uma combinação de sua familiaridade com a região estudada e visitas para levantamento de verdade de campo.

#### **5.3.1. Classificação supervisionada**

Utilizou-se neste trabalho a classificação supervisionada, onde o reconhecimento dos padrões espectrais se faz com base numa amostra de área de treinamento, que é fornecida ao sistema de classificação, neste caso o aplicativo computacional a ser utilizado para tal função foi o *Idrisi for Windows 3.2* (EASTMAN, 1999).

A classificação supervisionada utiliza algoritmos, cujo reconhecimento dos padrões espectrais na imagem se faz com base na amostra de área de treinamento que é fornecida pelo sistema de classificação sugerido pelo analista. Optou-se pela mesma quantidade de classes em todos os processos classificatórios (MOREIRA, 2003).

As amostras de treinamento são um conjunto de pixels considerados mais representativos das classes de interesse (IBGE, 2001). Todas essas amostras vão constituir um conjunto de treinamento para aquela classe, definindo-lhe um padrão de comportamento.

O princípio da classificação supervisionada é baseado no uso de algoritmos para se determinar os pixels que representam valores de reflexão característicos para uma determinada classe. A classificação supervisionada é a mais utilizada na análise quantitativa dos dados de sensoriamento remoto (EASTMAN, 1999).

A primeira etapa para a realização da classificação supervisionada foi a geração do mapa vetorial das amostras de treinamento. Este processo permitiu a digitalização em tela das classes de uso e ocupação do solo (Tabela 3) baseado em trabalho de campo, foto-interpretação de imagens aéreas e análise de cartas topográficas.

Tabela 3. Classes de uso e ocupação do solo

<b>Atributos</b>	<b>Classes</b>	<b>Descrição</b>
1	Água	Presença de mares, rios e reservatórios.
2	Vegetação	Caracteriza-se como todas as regiões verdes visíveis, excetuando o mangue.
3	Área urbana	Inclui-se toda área construída, ou seja, presença de concreto.
4	Mangue	Diferenciou-se mangue de vegetação pelo fato de ser bastante significativa nessa cidade e por fazer parte de zona de proteção ambiental.
5	Solo exposto	Engloba solos descobertos e todas as áreas que não apresentem áreas verdes ou construções.
6	Sombra	Áreas escuras nas imagens ocasionadas pela ondulação do relevo e nuvens.

Para efeito de comparação entre diferentes metodologias de classificação supervisionada, utilizaram-se os seguintes métodos: mínima distância (normalizada e bruta), máxima verossimilhança e paralelepípedo (mínimos e máximos e desvio padrão). A Figura 6 mostra todas as etapas necessárias para a classificação supervisionada.

Após esta etapa, iniciou-se a geração do mapa vetorial das amostras de treinamento. Posteriormente foi realizada a classificação supervisionada por meio dos métodos: distância mínima normalizada, distância mínima bruta, máxima verossimilhança, paralelepípedo em valores mínimos e máximos e paralelepípedo desvio padrão.

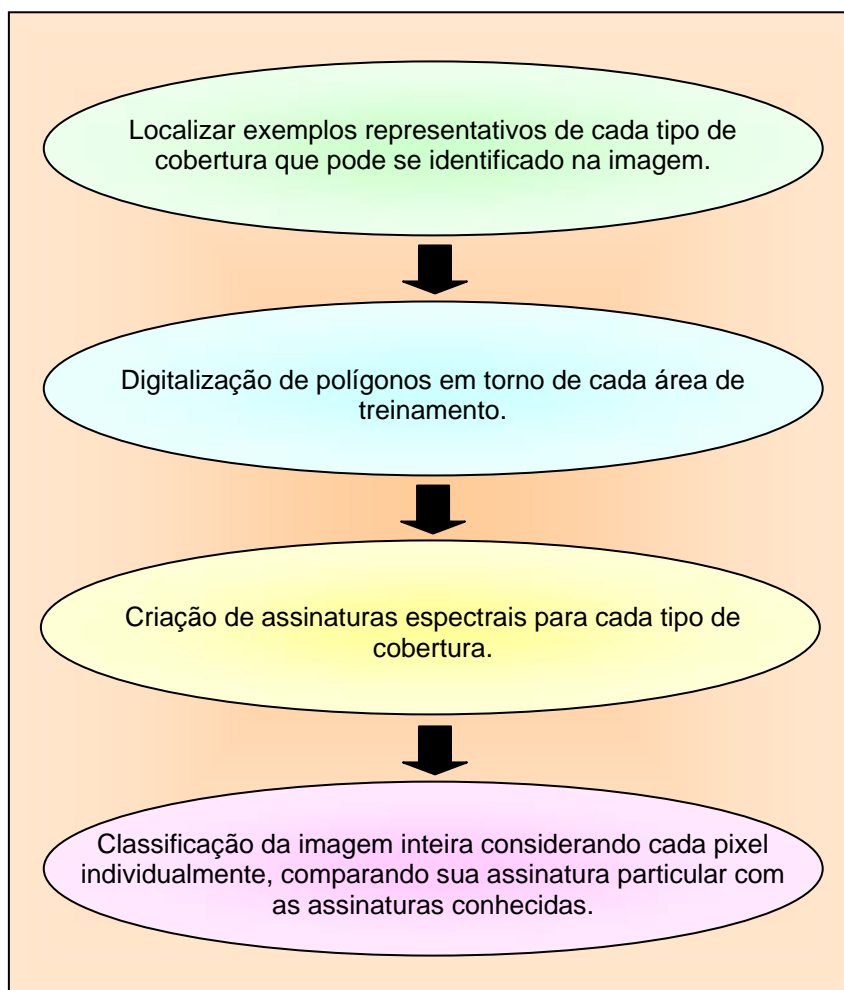


Figura 6. Etapas necessárias para a classificação supervisionada.

### 5.3.1.1. Método mínima distância

No método de mínima distância, toma-se como referência, para cada classe, um ponto no espaço multidimensional definido pela média estatística de cada banda espectral considerada. O algoritmo associa cada pixel desconhecido à classe cuja média está mais próxima (IBGE, 2001). Cada pixel dentro e fora das áreas de treinamento é avaliado e assinalado à classe a qual ele tem a maior probabilidade de pertencer (Figura 7).

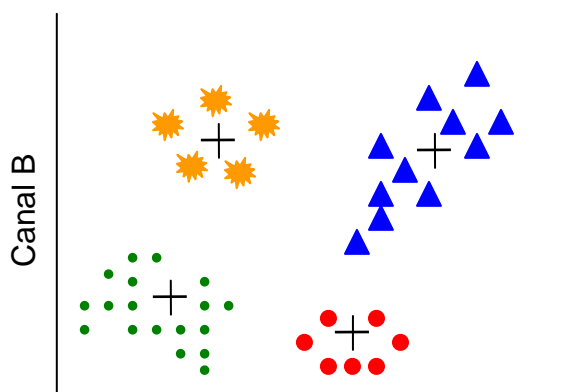


Figura 7. Esquematização do método de classificação supervisionada de mínima distância.

Este classificador calcula a distância do valor de reflectância de um pixel à média espectral do arquivo de assinaturas e atribui ao pixel a categoria com a média mais próxima.

O método de mínima distância atribui cada pixel desconhecido à classe cuja média seja mais próxima a ele. A desvantagem deste tipo de cálculo deve-se à dispersão dos valores de reflectância em torno das médias. Este método divide-se em dois tipos: mínima distância normalizada e mínima distância bruta.

### 5.3.1.2. Método máxima verossimilhança

Este método possui uma área de treinamento, onde selecionamos na imagem com o cursor áreas modelos dos pixels que sejam representativos para cada alvo do uso do solo (Moreira, 2003). Depois de selecionar todas as classes pré-estabelecidas, o aplicativo computacional, por meio de cálculos específicos de equi-probabilidade, adequa os demais pixels desconhecidos ou não classificados às classes. Este método se adequa a elipses, de forma que a localização, a forma e tamanho da elipse, refletem a média, variância e covariância de duas variáveis (IBGE, 2001).

Neste classificador a distribuição dos valores de reflectância é descrita por uma função de probabilidade que avalia a possibilidade de um determinado pixel pertencer a uma categoria e classifica o pixel para uma categoria à qual ele tem maior probabilidade de associação (Figura 8).

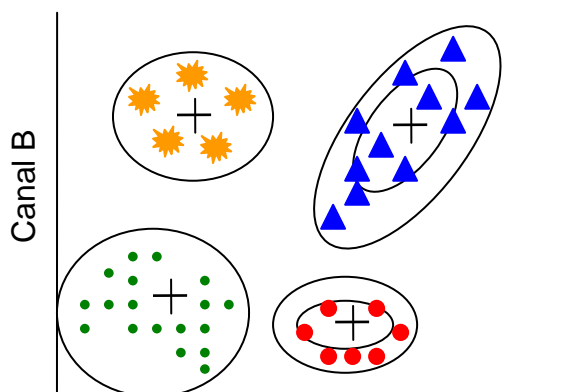


Figura 8. Esquematização do método de classificação supervisionada de máxima verossimilhança.

O grande problema desta classificação é obter amostras de pixels puros, representativos de cada classe espectral. É sabido, que a resposta espectral de um alvo contida numa área do terreno nunca é homogênea e exclusivamente aquele alvo. Geralmente ela é mascarada pela resposta espectral proveniente da superfície de fundo ou de outros alvos dentro da área. (EASTMAN,1999).

### 5.3.1.3. Método paralelepípedo

O método paralelepípedo gera “caixas”, usando unidades de desvio padrão, ou de valores de reflectância mínimos e máximos dentro de cada área de treinamento (Figura 9). Entretanto, se um determinado pixel cair numa “caixa” de assinatura errada, automaticamente ele é atribuído a essa categoria. Sua vantagem deve-se a maior rapidez de execução, sendo muito usado quando a velocidade e a capacidade tecnológica dos computadores eram limitadas. Entretanto sua desvantagem é que

suas classificações possuem muitos erros, devido a elevada correlação de informações das bandas espectrais (EASTMAN, 1999). Este método divide-se em dois tipos: mínimos e máximos e desvio padrão.

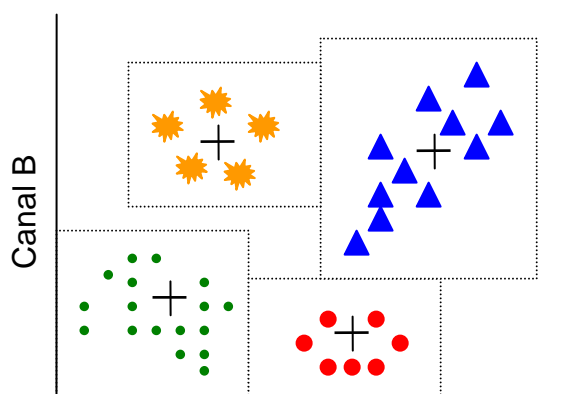


Figura 9. Esquematização do método de classificação supervisionada de paralelepípedo.

O fluxograma de todas as etapas necessárias para a realização da classificação supervisionada para os diferentes métodos é mostrado na Figura 10.

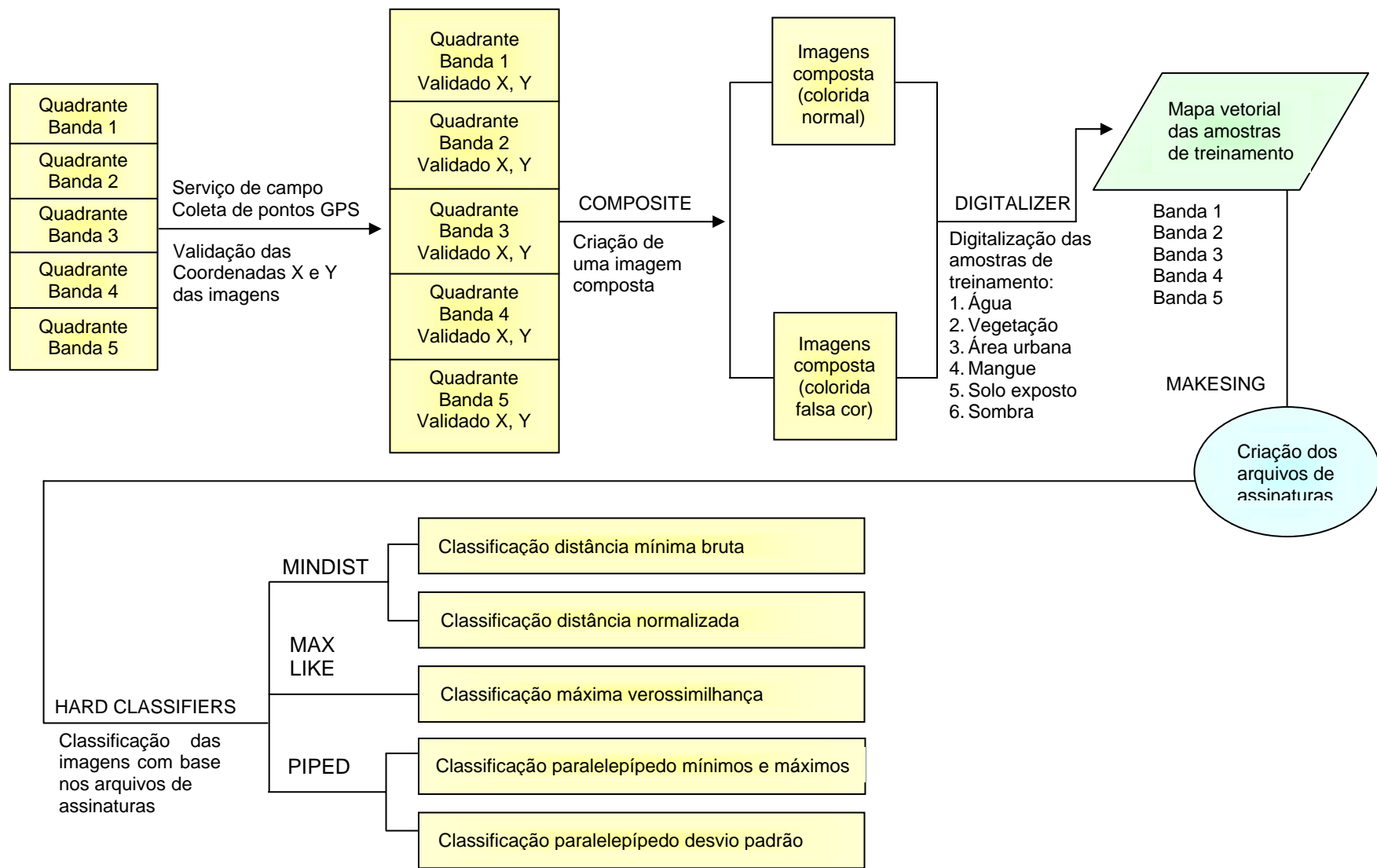


Figura 10. Fluxograma das etapas necessárias para classificação supervisionada.

## **6.0. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **6.1. Classificação supervisionada para o ano de 1994**

Os resultados da classificação supervisionada apresentaram respostas bastante significativa quanto à realidade do município. Cada classificação possui diferenciais distintos, mesmo que pouco visíveis. Assim como já era esperado, muitas classificações não são de boa qualidade, resultando em erros grotescos, fora da realidade do município.

Como se pode observar nas Figuras 11 e 12, de todos os métodos de classificação supervisionada testados, o que apresentou os melhores resultados foi o da distância mínima normalizada, onde observamos a menor quantidade de erros ou falhas, mostrando maior homogeneidade das classes. Em segundo lugar, destacou-se o método da máxima verossimilhança (Figuras 13 e 14), mas que apresentou pequenas falhas, como a existência de mangue no alto do maciço central. Este grau de erro já era esperado, pois a resposta espectral de mangue e vegetação é bastante parecida. A variação de ocorrência das classes de solo exposto, mangue e área urbana foram de 7%, 6% e 13%, respectivamente.

O método que apresentou os piores resultados foi o de paralelepípedo baseado em valores mínimos e máximos (Figuras 15 e 16), onde grande parte das classes não estão presentes, ou seja, o município inteiro é apresentado com predominância de solo exposto, sendo que a classe de área urbana que é a maioria, é quase inexistente.

Além do método do paralelepípedo mínimos e máximos, distância mínima bruta (Figuras 17 e 18) e paralelepípedo desvio padrão (Figuras 19 e 20), apresentaram resultados não satisfatórios, não sendo recomendados para o uso em geral, devido a grande quantidade de erro.

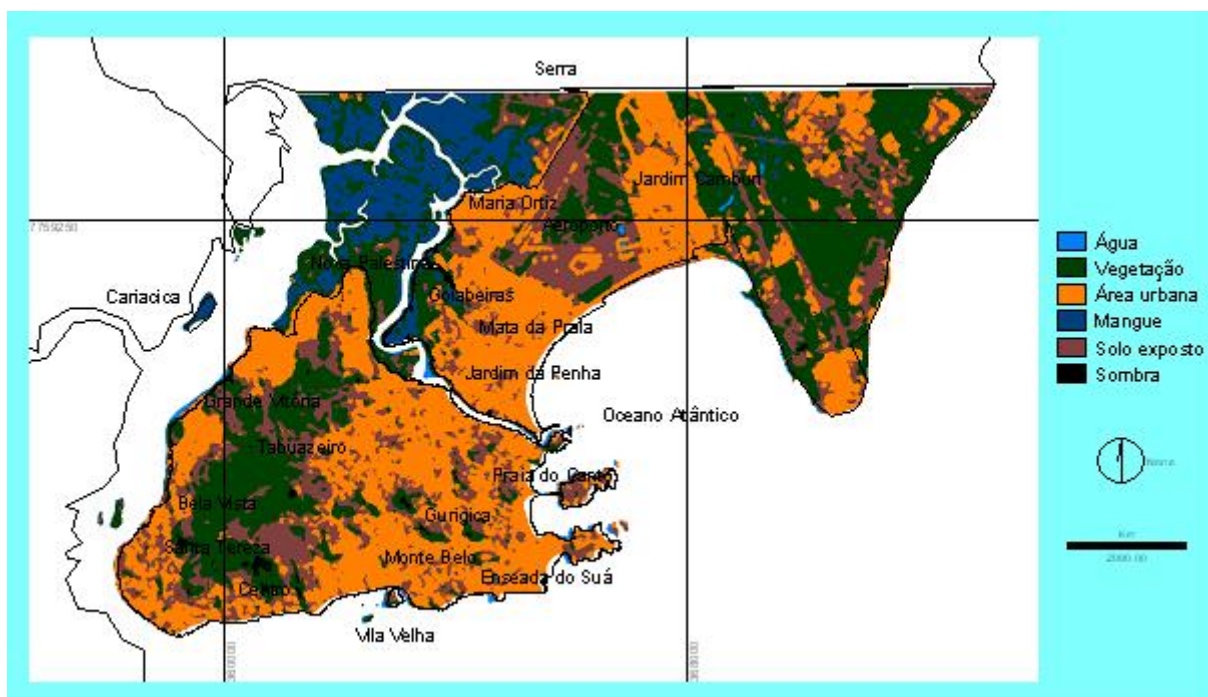


Figura 11. Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de distância mínima normalizada, para o ano de 1994.

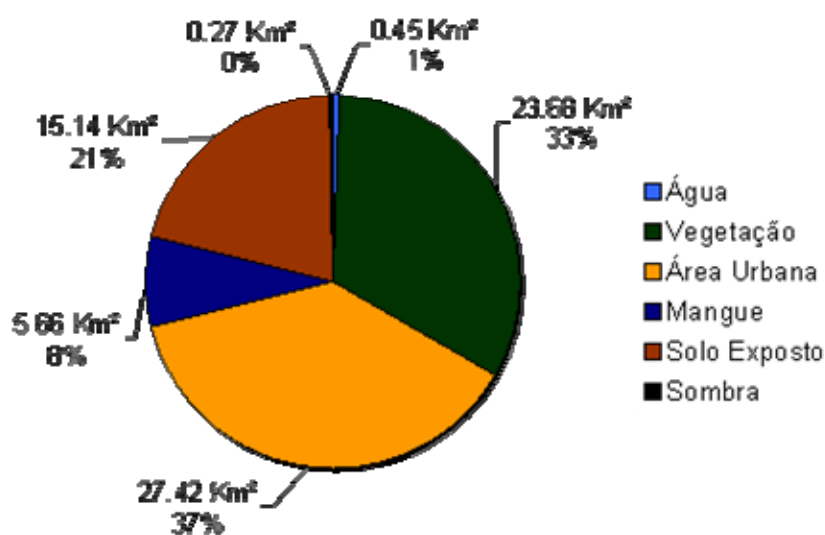


Figura 12. Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de distância mínima normalizada, para o ano de 1994.

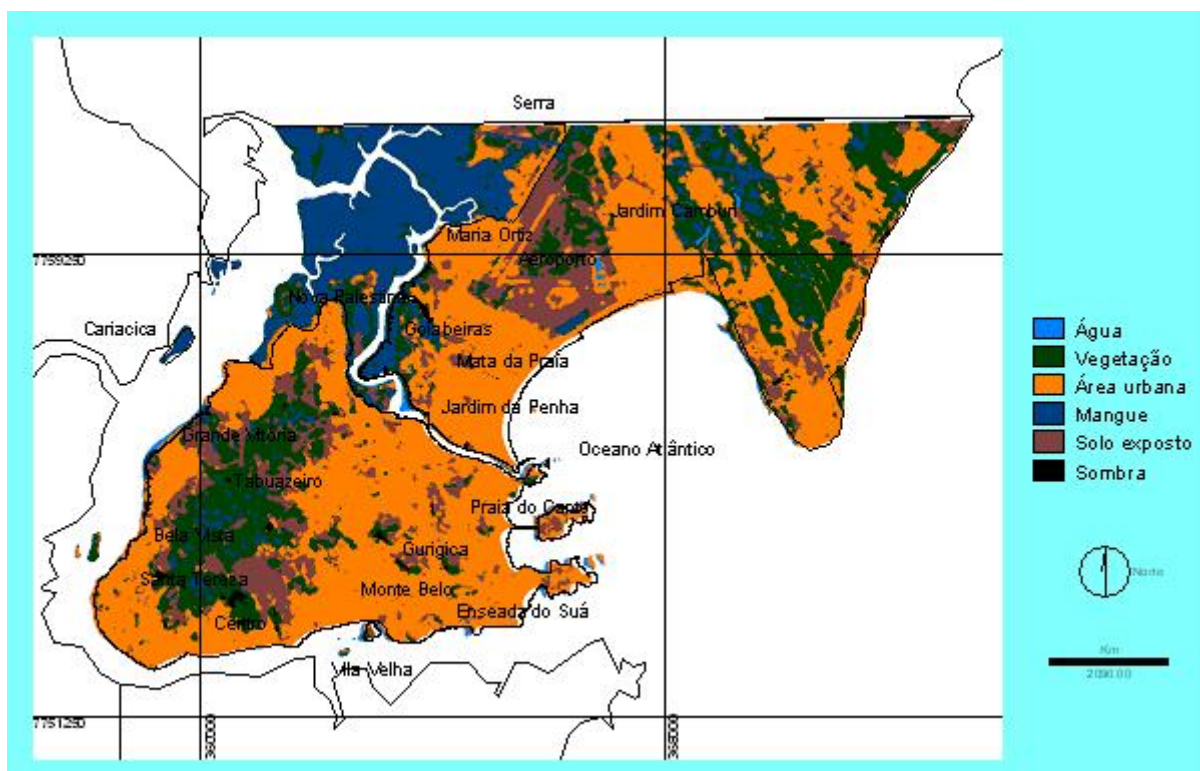


Figura 13. Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de máxima verossimilhança, para o ano de 1994.

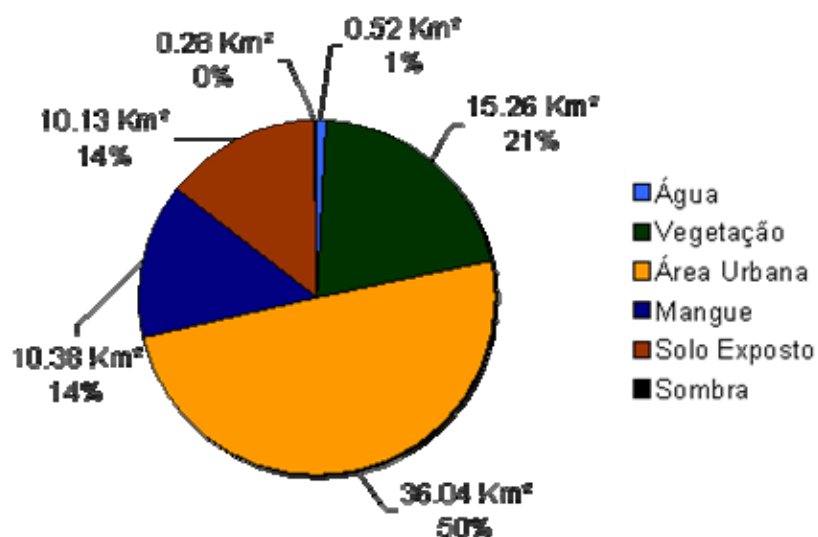


Figura 14. Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de máxima verossimilhança, para o ano de 1994.

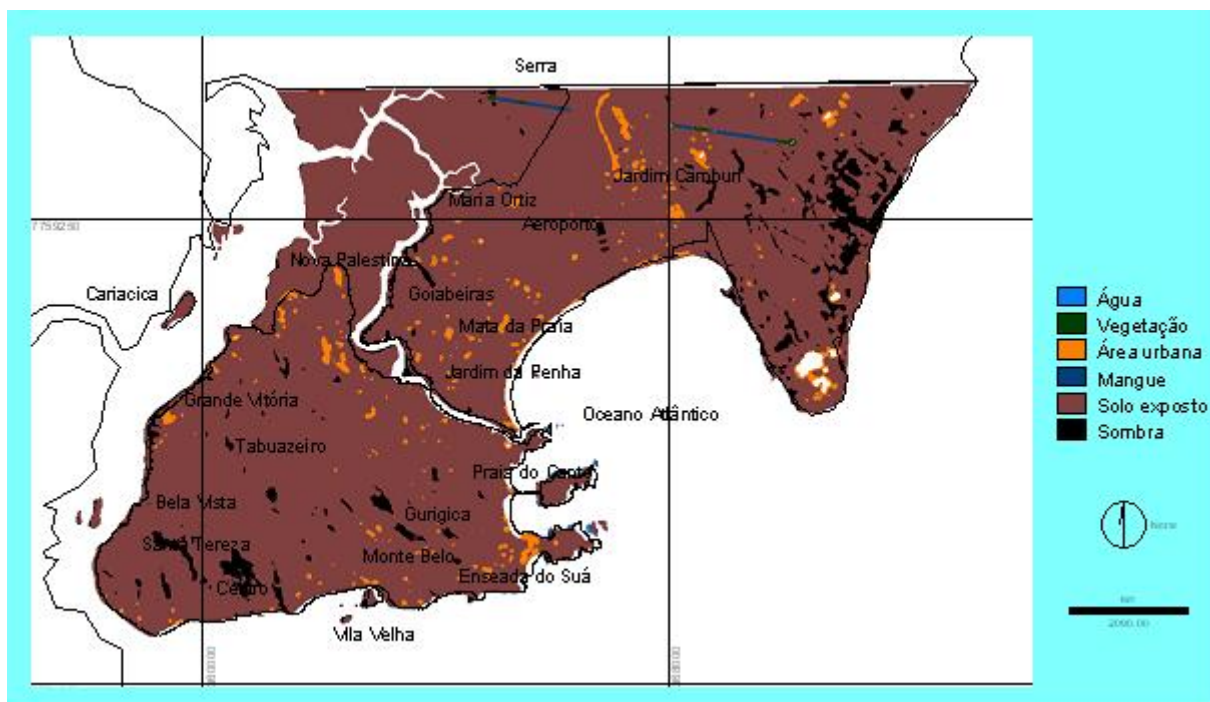


Figura 15. Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado em valores mínimos e máximos, para o ano de 1994.

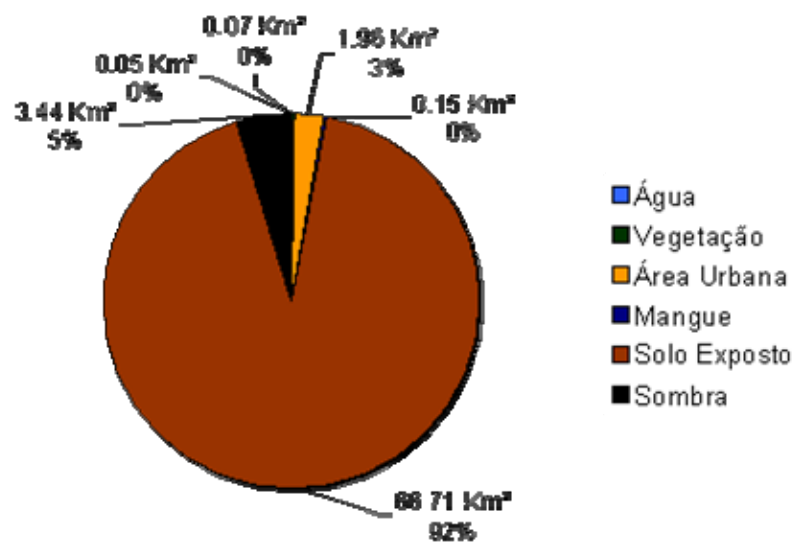


Figura 16. Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado em valores mínimos e máximos, para o ano de 1994.

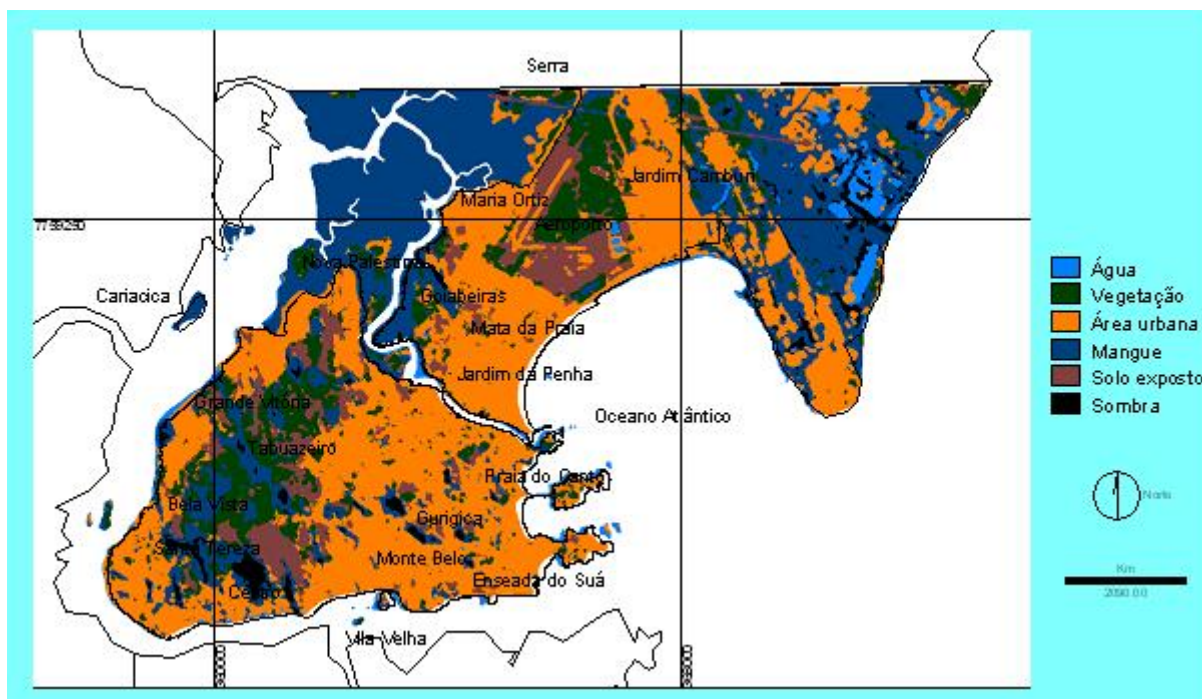


Figura 17. Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de distância mínima bruta, para o ano de 1994.

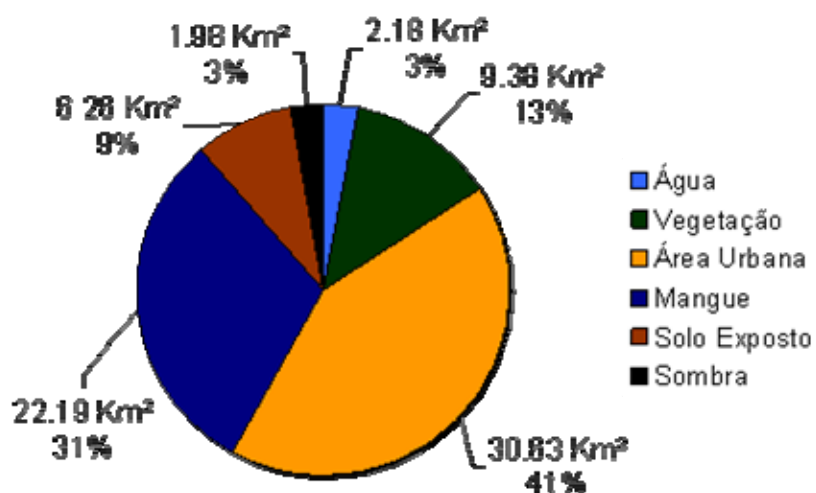


Figura 18. Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de distância mínima bruta, para o ano de 1994.

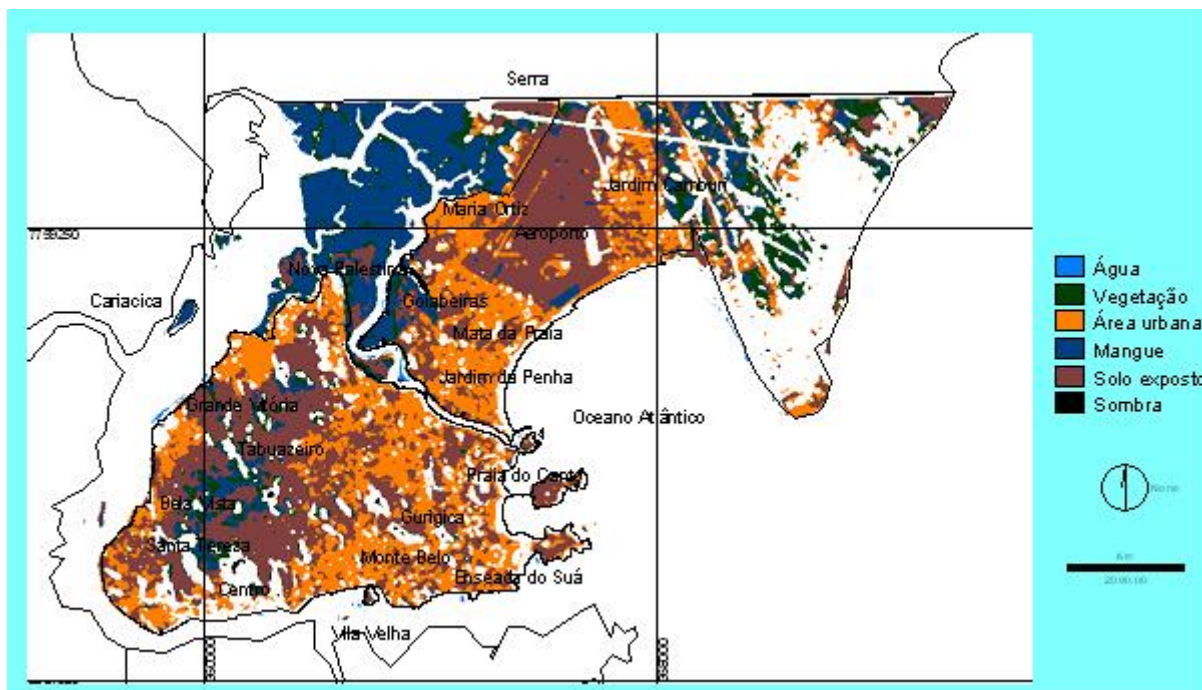


Figura 19. Mapa de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado no desvio padrão, para o ano de 1994.

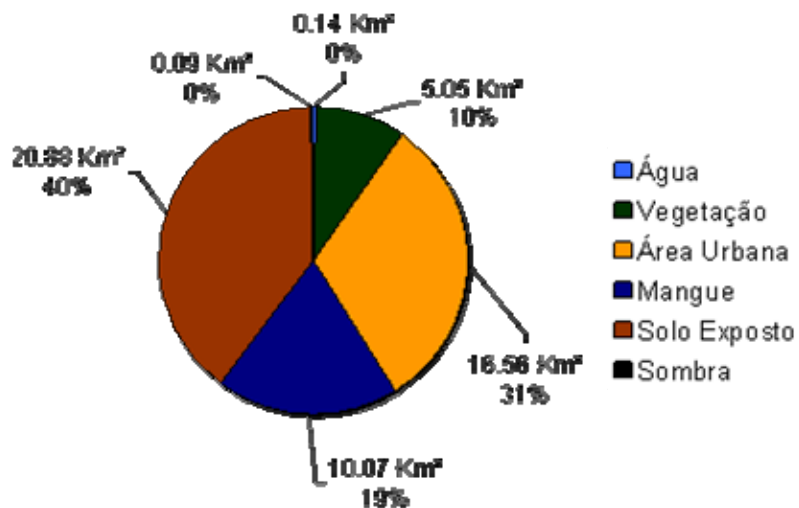


Figura 20. Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado no desvio padrão, para o ano de 1994.

## 6.2. Classificação supervisionada para o ano de 2002

Ao analisarmos os resultados da classificação supervisionada para o ano de 2002, observou-se que houve muitas semelhanças em relação à classificação de 1994. Assim como os resultados para aquele ano, os métodos de classificação que representaram melhor a realidade do município foram o da distância normalizada (Figuras 21 e 22) e o da máxima verossimilhança (Figuras 23 e 24). Para o método da distância mínima, observa-se uma predominância das classes de área urbana (46%) e vegetação (24%).

O método que apresentou a maior quantidade de falhas, também coincidiu com a outra época em estudo. Trata-se do método do paralelepípedo baseado em valores mínimos e máximos (Figuras 25 e 26), onde se predomina solo exposto em quase totalidade do município, com a presença de 80% desta classe, em contraposição com a área urbana, apresentando-se com apenas 3% desta classe. As classes de mangue e vegetação são inexistentes. Dessa forma concluímos que este método de classificação não é recomendável para futuros estudos.

Além do método do paralelepípedo mínimos e máximos, os métodos da distância mínima bruta (Figuras 27 e 28) e paralelepípedo desvio padrão (Figuras 29 e 30) apresentaram resultados não satisfatórios, não sendo recomendados para o uso em geral, devido a grande quantidade de erro.

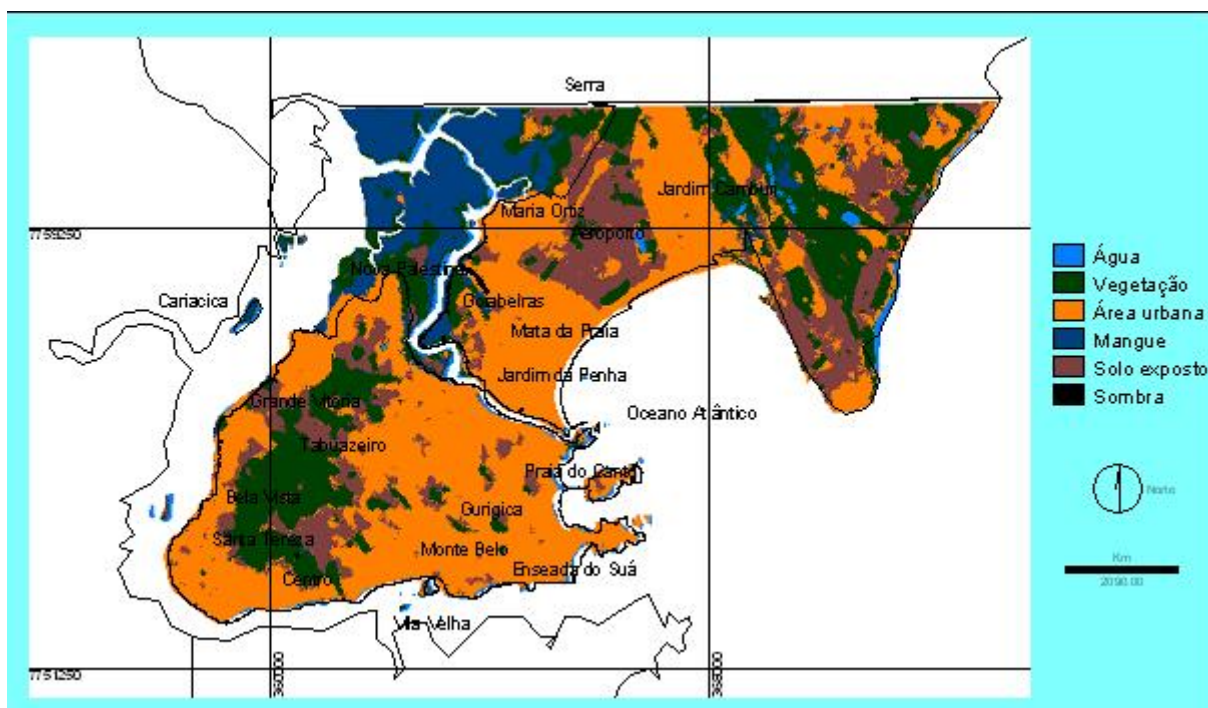


Figura 21. Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de distância mínima normalizada, para o ano de 2002.

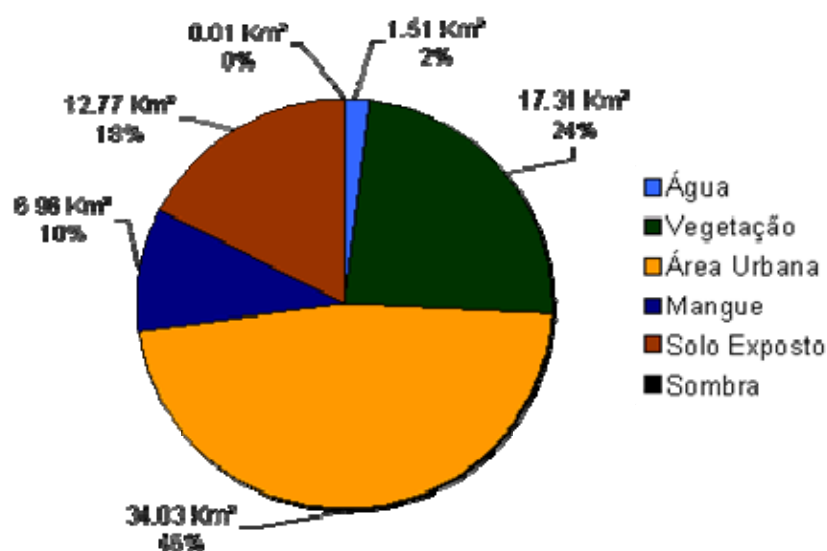


Figura 22. Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de distância mínima normalizada, para o ano de 2002.

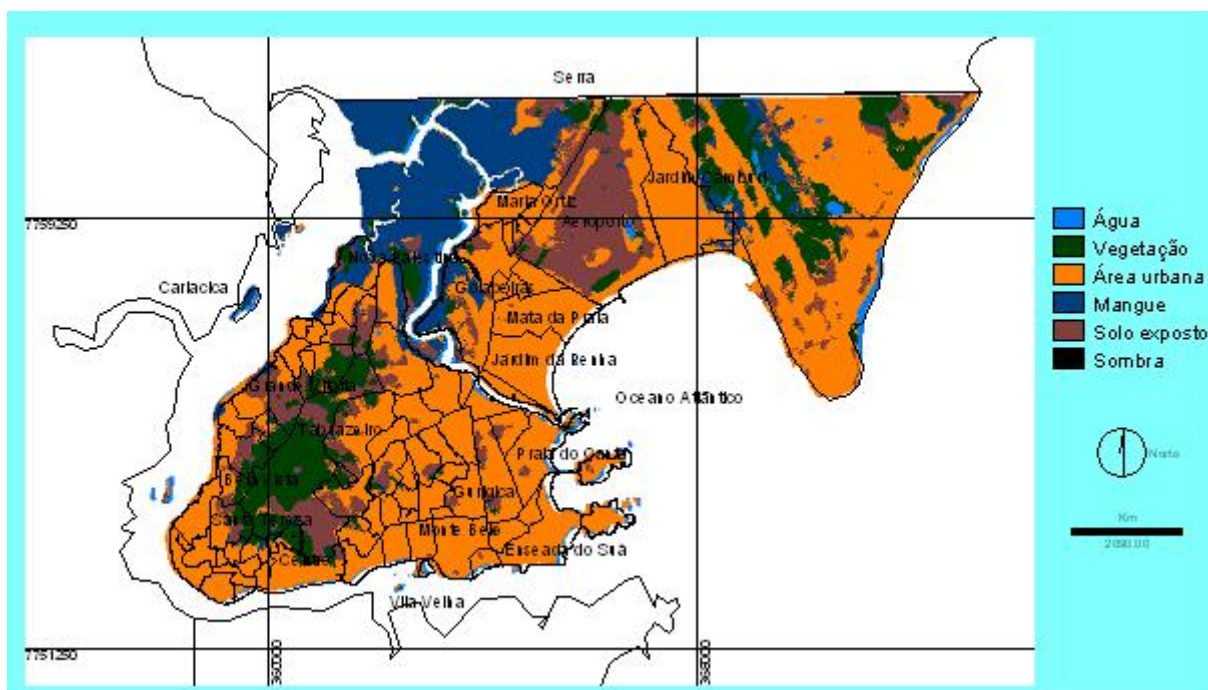


Figura 23. Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de máxima verossimilhança, para o ano de 2002.

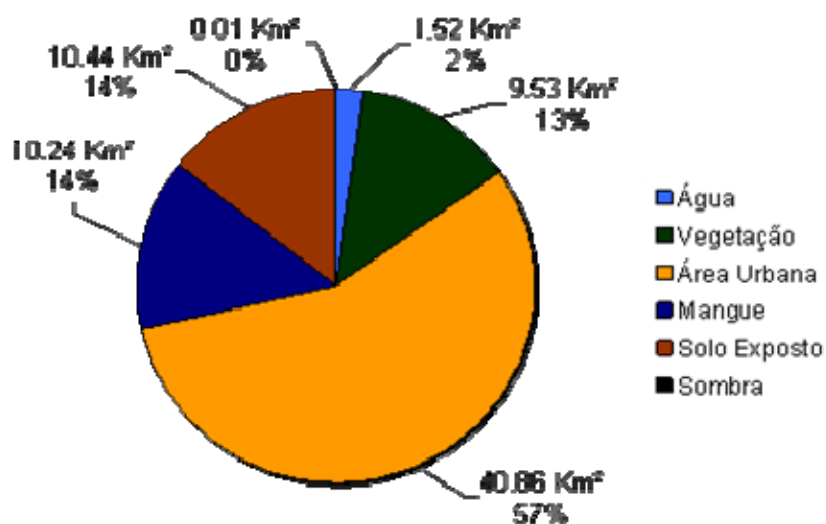


Figura 24. Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de máxima verossimilhança, para o ano de 2002.

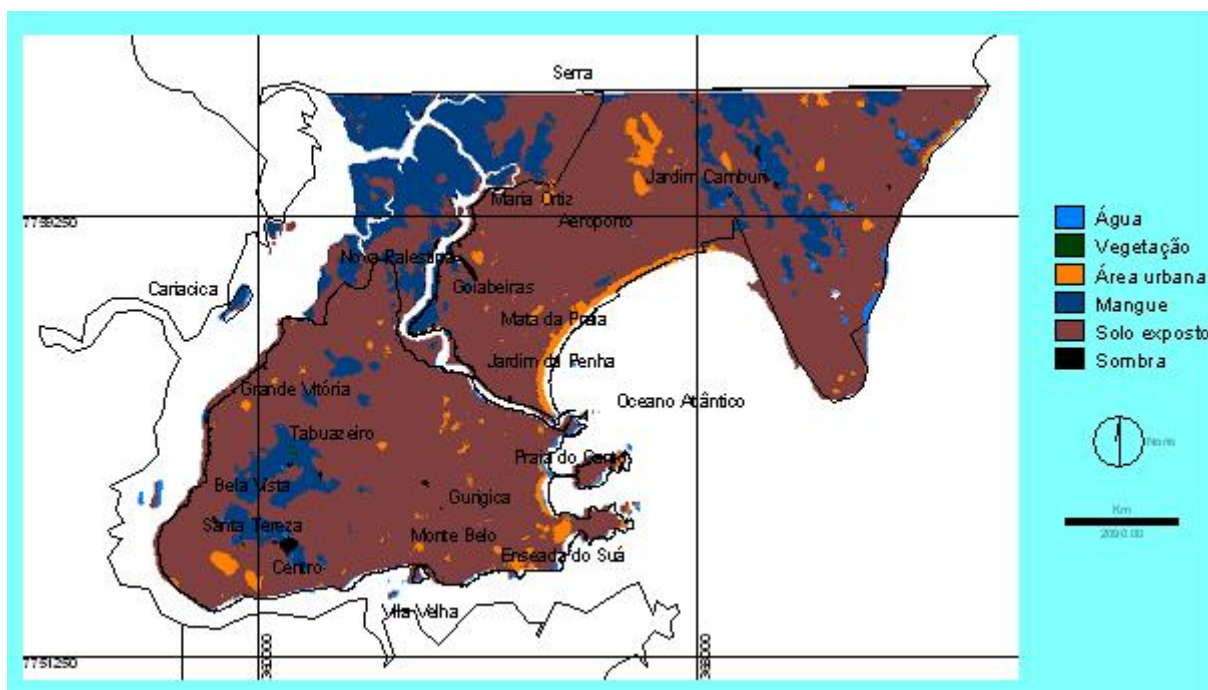


Figura 25. Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado em valores mínimos e máximos, para o ano de 2002.

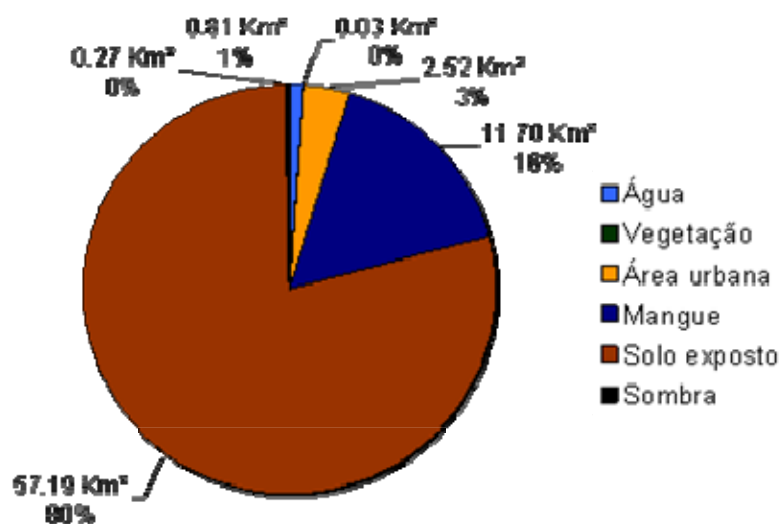


Figura 26. Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado em valores mínimos e máximos, para o ano de 2002.

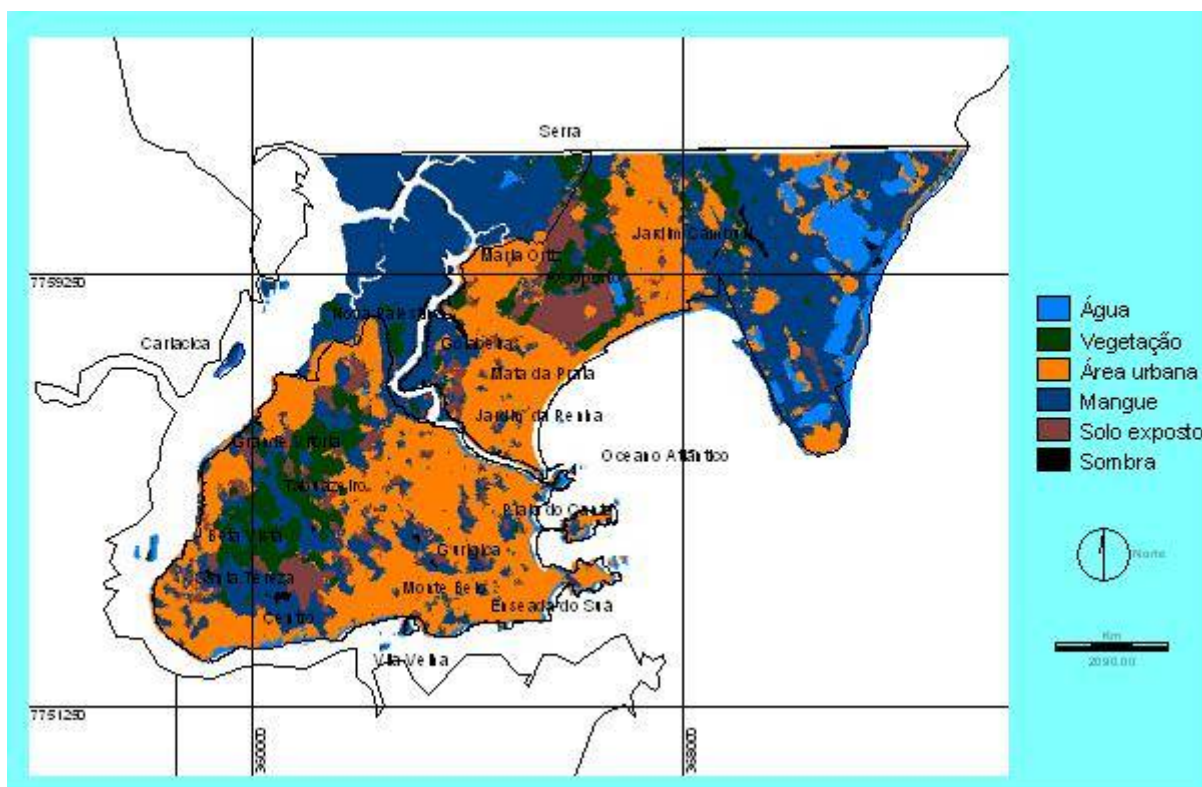


Figura 27. Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de distância mínima bruta, para o ano de 2002.

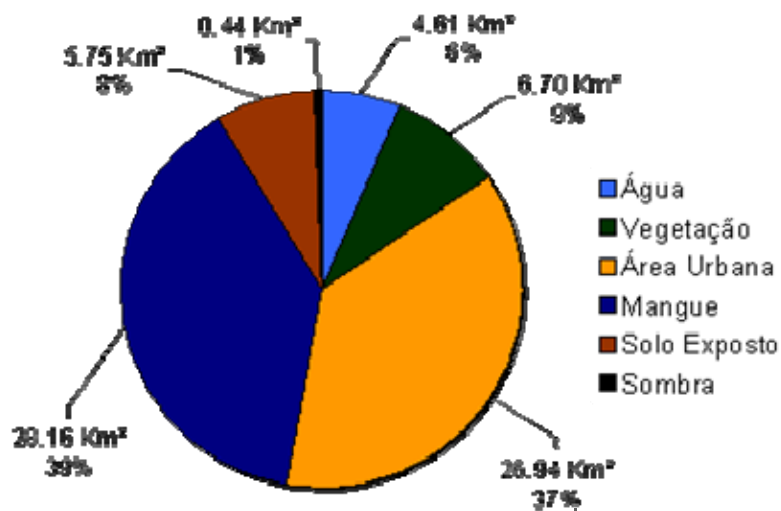


Figura 28. Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de mínima distância bruta, para o ano de 2002.

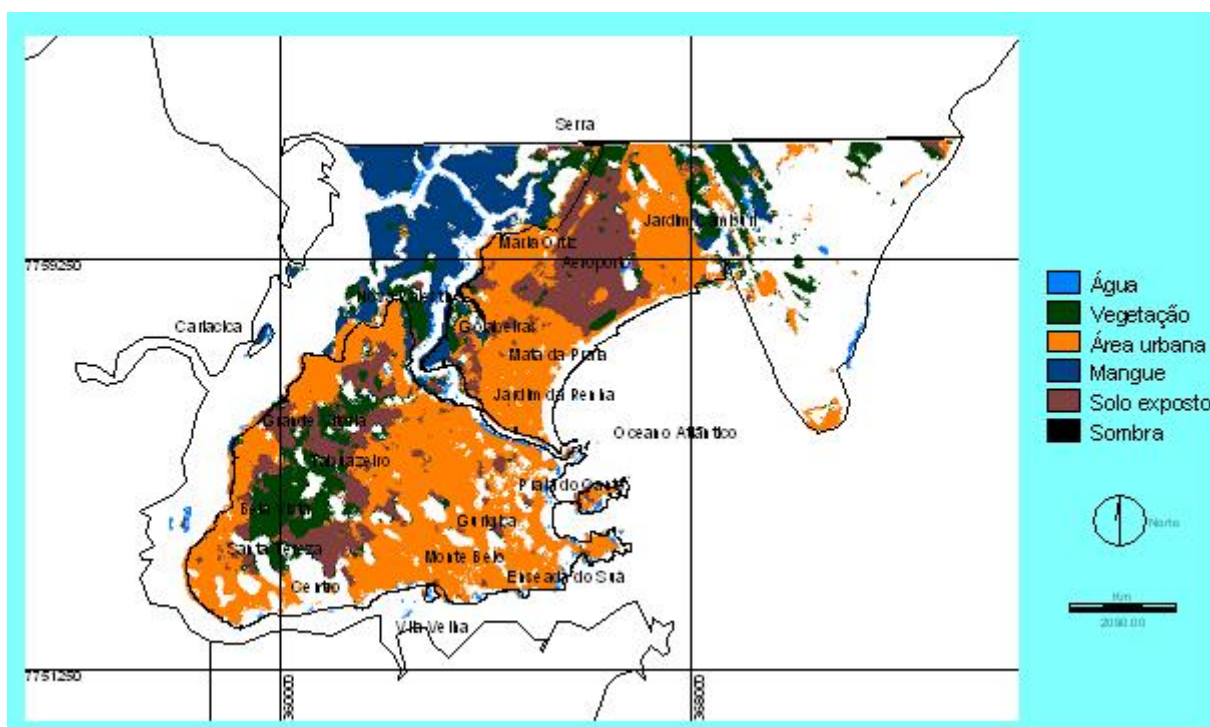


Figura 29. Uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado no desvio padrão para o ano de 2002.

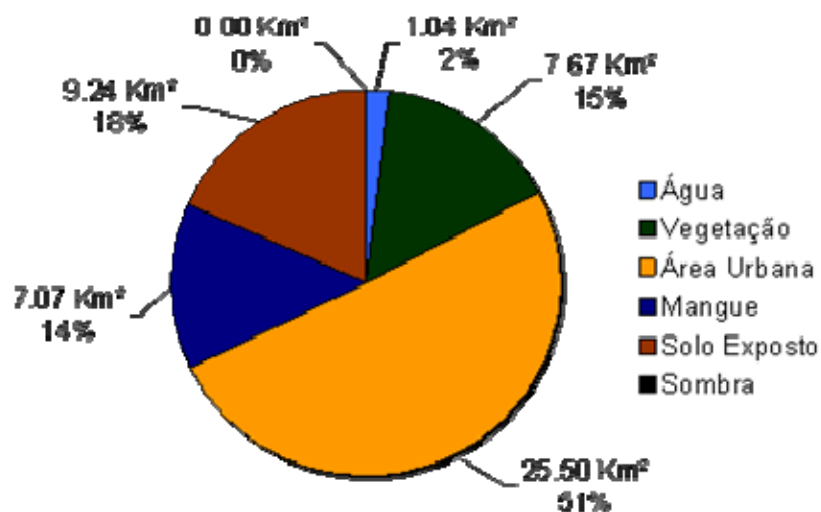


Figura 30. Área e porcentagem das classes para a classificação de uso e ocupação do solo do município de Vitória, ES, usando o método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado no desvio padrão para o ano de 2002.

### **6.3. Evolução temporal do uso e ocupação do solo para os anos de 1994 e 2002**

A evolução temporal do uso e ocupação do solo para os anos de 1994 e 2002, para o município de Vitória, determinada pelos diferentes métodos de classificação supervisionada pode ser observada nas Figuras 31, 32, 33, 34 e 35.

No gráfico da discriminação normalizada (Figura 31), a vegetação diminuiu drasticamente, diminuindo em 8.76%, fruto da constante ocupação populacional em direção dos morros e encostas da capital. A área urbana aumentou em 9.12%, graças ao crescimento urbano que a cidade passou nestes últimos oito anos em estudo. O mangue teve sua vegetação aumentada em 1.80%, devido a intensa atividade de proteção ambiental, promovidas pela PMV. O solo exposto diminuiu em 3.26%, devido a aglomeração na cidade, e o interesse de ocupar todos os locais disponíveis.

No gráfico de máxima verossimilhança (Figura 32), vemos que a vegetação também diminuiu em 7.89%, devido ao desmatamento ocorrido no município neste intervalo de tempo. A área urbana aumentou 6.64%. Já o manguezal diminuiu 0.20%; e o solo exposto aumentou 0.43%.

Os resultados da evolução temporal do uso e ocupação do solo quantificados pelos métodos da classificação supervisionada, distância mínima bruta, paralelepípedo mínimos e máximos e paralelepípedo desvio padrão não apresentaram resultados satisfatórios, como podem ser observados nas Figuras 33, 34 e 35.

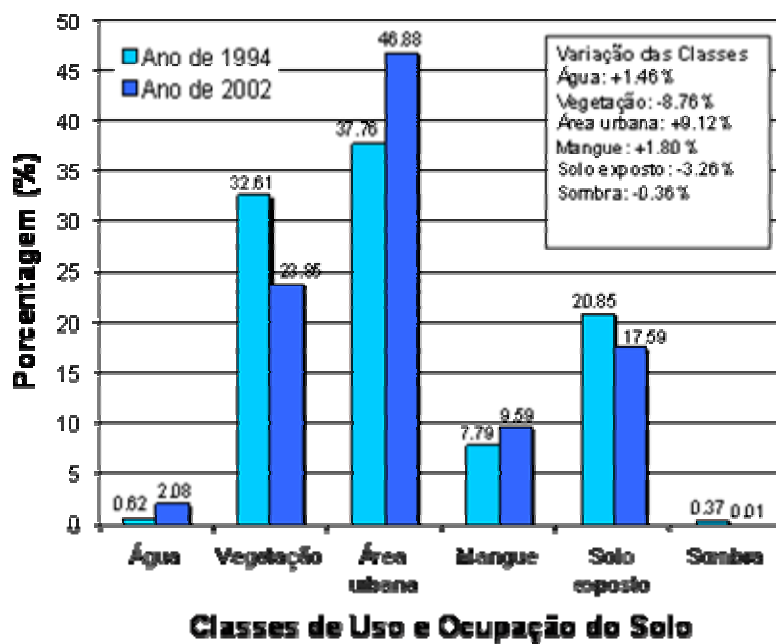


Figura 31. Comparação por percentagem das classes de uso e ocupação do solo para os anos de 1994 e 2002 do método de classificação supervisionada de distância mínima normalizada.

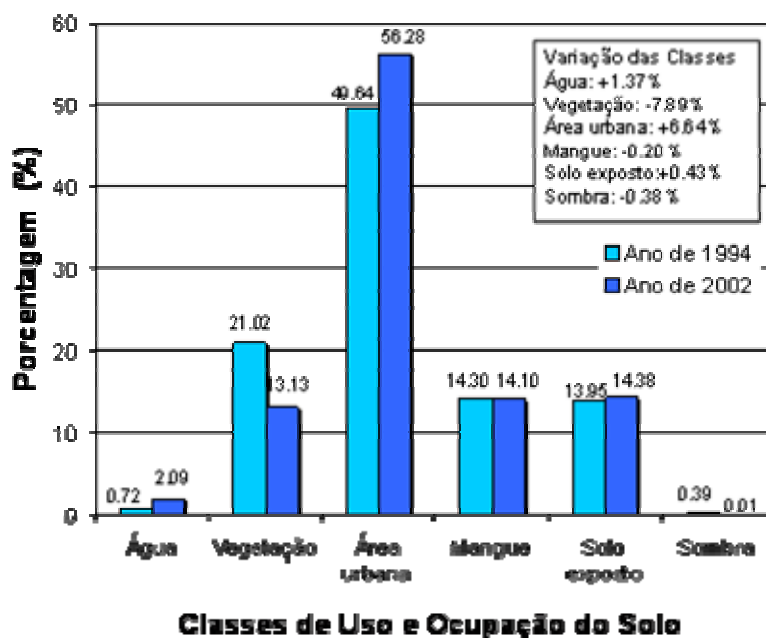


Figura 32. Comparação por percentagem das classes de uso e ocupação do solo para os anos de 1994 e 2002 do método de classificação supervisionada de máxima verossimilhança.

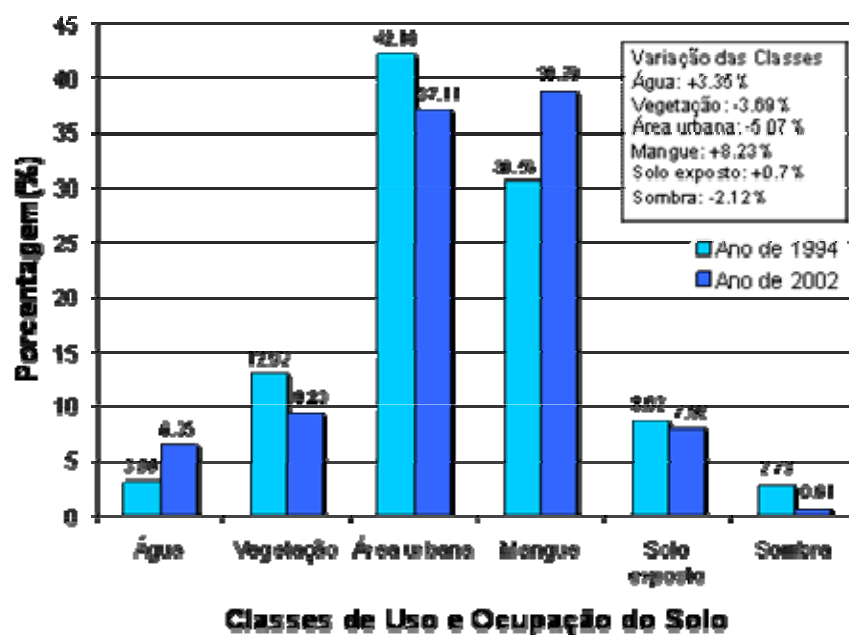


Figura 33. Comparação por porcentagem das classes de uso e ocupação do solo para os anos de 1994 e 2002 do método de classificação supervisionada de mínima distância bruta.

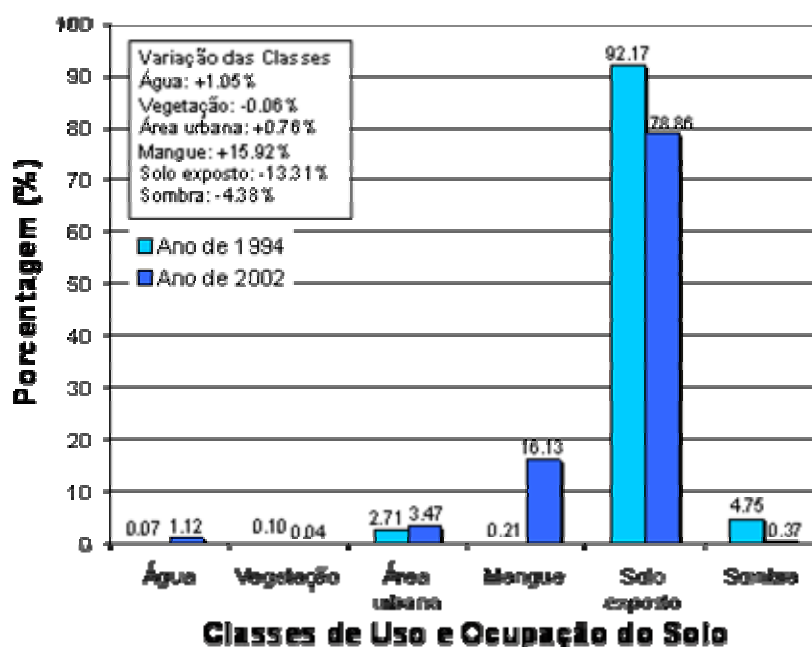


Figura 34. Comparação por porcentagem das classes de uso e ocupação do solo para os anos de 1994 e 2002 do método de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado em valores mínimos e máximos.

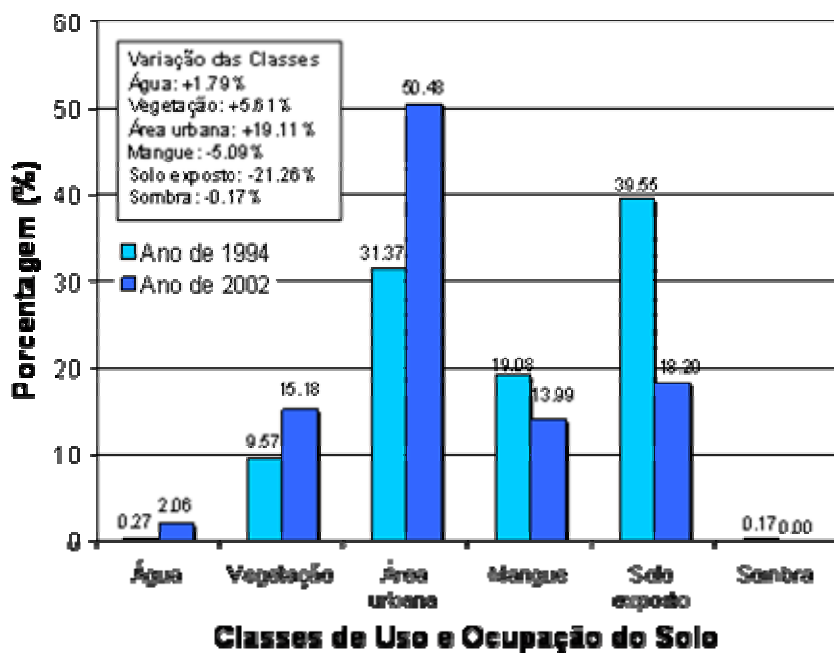


Figura 35. Comparação por porcentagem das classes de uso e ocupação do solo para os anos de 1994 e 2002 do mapa de classificação supervisionada de paralelepípedo baseado no desvio padrão.

## 7.0. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A classificação supervisionada utilizando imagens de satélite Landsat para os anos de 1994 e 2002 representou de maneira adequada a evolução temporal e espacial do uso e ocupação do solo nesse intervalo de tempo.

A utilização de diferentes metodologias de classificação supervisionada resultou numa grande variação do uso e ocupação do solo para a área em estudo.

O aplicativo *Idrisi for Windows* foi grande importância para a realização deste estudo, mostrando-se ser uma ótima ferramenta para a manipulação de imagens matriciais, permitindo que sejam criadas metodologias de acordo com o interesse do autor, além de possibilitar boa resolução e visualização dessas imagens.

De todos os métodos de classificação supervisionada, os que apresentaram os resultados mais satisfatórios foram os da distância mínima normalizada e o da máxima verossimilhança, ambos representando com maior acurácia o uso e ocupação do solo.

A metodologia utilizada demonstrou eficiência, possibilitando-nos comprovar a evolução e crescimento da população de Vitória, com aumento da sua área urbana e diminuição da vegetação existente. Este fato possibilitou o entendimento do aumento dos impactos ambientais existentes na capital capixaba.

A elaboração dos mapas permitiu um maior entendimento da organização espacial do município, com maior ocorrência da classe de área a área urbana, mostrando resquícios de vegetação em locais isolados no alto das elevações e concentrada no maciço central, sob proteção ambiental.

A preservação do manguezal é de grande importância, pois observou-se que sua área aumentou, trazendo prosperidade para as vidas que naquele ambiente se desenvolvem.

Apesar de ter alcançado os objetivos propostos, este trabalho pode ser realizado utilizando-se imagens de satélites que possuem maior resolução espacial, como por exemplo, o Ikonos, que possui resolução espacial de um metro.

Utilizando metodologias e técnicas modernas, pode-se realizar bons estudos, possibilitando melhor compreensão da organização social, econômica e política, do município de Vitória.

## 8.0. REFERÊNCIAS

ALENCAR, A. B. **Planejamento urbano e uso do solo**. Revista Econômica do Nordeste do Brasil S.A. Fortaleza, vol. 17, nº 2, p. 273-282, abr./jun. 1986.

CAMPOS JÚNIOR, C. T. de. **A construção da cidade: formas de produção imobiliária em Vitória..** Vitória: Ed. Flor e Cultura, 2002.

\_\_\_\_\_. **O novo arrabalde**. Vitória, PMV/Secretaria Municipal de Cultura e Turismo, 1996.

EASTMAN, J. R. **Idrisi for Windows**. Versão 2.0. Worcester, MA: Clark university, 1999.

FAYET, C. M. **Desenvolvimento dos aglomerados urbanos: localização e uso do solo**. Revista Fundação Jones dos Santos Neves. Governo do Estado do Espírito Santo. Vitória, ES, ano I, nº 3, p. 4-8, jul./set. 1978.

Fundação Jones dos Santos Neves (FJSN). **Plano Diretor Urbano de Vitória**. Vitória: Governo do Estado do Espírito Santo, 1979.

IBGE. **Dados históricos do Censo**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>. 2003>.

\_\_\_\_\_. **Atlas geográfico escolar**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

\_\_\_\_\_. **Introdução ao processamento digital de imagens**. Rio de Janeiro, 2001.

\_\_\_\_\_. **Carta topográfica de Vitória**. Rio de Janeiro, 1975.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. Ed. UFV. 2ª ed. Viçosa, MG, 2003.

NETTO, J. S. M., MENEZES, P. R. (Org.). **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília, DF: Ed. UNB/EMBRAPA., 2001.

Prefeitura Municipal de Vitória. **Plano diretor urbano de Vitória**. Vitória. Lei nº 3158/84, 1984.

\_\_\_\_\_. **Plano diretor urbano de Vitória**. Vitória: Prefeitura Municipal de Vitória. Lei nº 4167/94, 1994.

\_\_\_\_\_. **Vitória do Futuro: plano estratégico da cidade 1996-2010**. Vitória: Secretaria Municipal de Planejamento, 1996.

SUZUKI, J. C. **Aglomerados urbanos no Brasil: a expansão da rede urbana**. In: **Associação dos Geógrafos Brasileiros**. Revista Paranaense de Geografia. Santa Catarina, n. 4., 1999. Disponível em <<http://www.agbcuritiba.hpg.ig.com.br/Revistas/Rpg3/5julio.htm>>.