



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**SAMIRA MURELLI DE SOUZA**

**MAPEAMENTO E AVALIAÇÃO DA VEGETAÇÃO URBANA DA CIDADE DE  
VITÓRIA - ES, UTILIZANDO GEOTECNOLOGIAS**

JERÔNIMO MONTEIRO - ES  
JULHO – 2011

SAMIRA MURELLI DE SOUZA

**MAPEAMENTO E AVALIAÇÃO DA VEGETAÇÃO URBANA DA CIDADE DE  
VITÓRIA - ES, UTILIZANDO GEOTECNOLOGIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Aderbal Gomes da Silva  
Co-Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos

JERÔNIMO MONTEIRO - ES

JULHO – 2011

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter iluminado meu caminho, guiando meus passos na direção certa.

Aos meus pais, Rosalva e Paulo, responsáveis pelos mais nobres sentimentos que carrego comigo, sobretudo por estarem sempre ao meu lado, apoiando em todas as decisões.

Aos familiares, que sempre demonstraram interesse e preocupação por este estudo, e pelo carinho, a mim, atribuído. Em especial aos meus irmãos, Leandro e Breno e, à minha tia Regina, pela atenção dispensada na correção gramatical da dissertação e, por ser sempre, minha fada-madrinha.

Ao meu namorado Jocimar, por superar ao meu lado, momentos de tensão e impaciência que foram vividos durante o mestrado e pelo apoio na superação dos desafios.

Ao Professor Dr. Aderbal Gomes da Silva, por me orientar com seus ensinamentos, pela confiança, amizade, atenção e oportunidade de realização deste estudo.

Ao meu co-orientador, Professor Dr. Alexandre Rosa dos Santos, pela dedicação, disposição, incentivo, ensinamentos e amizade.

Aos Professores Drs. Wantuelfer Gonçalves e Adriano Ribeiro de Mendonça, por aceitarem o convite de participar da banca examinadora e contribuir no aprimoramento deste trabalho.

À Fundação de Apoio à Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (FAPES), pela concessão das bolsas para a realização deste trabalho.

Ao Fábio da Silveira Castro, pelo apoio e ajuda para implementação deste estudo.

A todos os amigos, pela amizade e companheirismo, os quais tornaram mais agradável esta empreitada.

Às amigas, Nathália (Japa), Ariana, Daiani, Ludmila, Valéria, Rafaella e Franciene, pelas conquistas compartilhadas, carinho, incentivo, desafios, apoio, convivência, descontração e pela grande ajuda ao longo deste estudo.

E a todos que, direta e indiretamente, contribuíram para que este projeto fosse concretizado!

*“Tenha sempre bons pensamentos; Porque os seus pensamentos se transformam em suas palavras.  
Tenha boas palavras; Porque as suas palavras se transformam em suas ações.  
Tenha boas ações; Porque as suas ações se transformam em seus hábitos.  
Tenha bons hábitos; Porque os seus hábitos se transformam em seus valores.  
Tenha bons valores; Porque os seus valores se transformam no seu próprio destino.”*

**(Mahatma Gandhi)**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Crescimento populacional da cidade de Vitória-ES, entre os anos de 2000 a 2011.....	06
Figura 2- Representação do perfil da ilha de calor urbana.....	08
Figura 3- Quantitativos dos albedos de materiais urbanos .....	09
Figura 4- Localização da cidade de Vitória, ES.....	27
Figura 5- Regiões Administrativas da cidade de Vitória, ES .....	28
Figura 6- Etapas para elaboração do mapa de vegetação urbana de Vitória, ES .....	30
Figura 7- Imagem de satélite do Parque Moscoso, na cidade de Vitória-ES.....	38
Figura 8- Imagem de satélite da Praça Philogomiro Lannes, na cidade de Vitória-ES.....	39
Figura 9- Imagem de satélite do fragmento florestal, <i>campus</i> da UFES, na cidade de Vitória-ES.....	40
Figura 10- Distribuição espacial dos pontos de medição dos dados climáticos, localizados no Estado do Espírito Santo.....	43
Figura 11- Etapas para elaboração do mapa de espacialização da temperatura média anual do ar, da cidade de Vitória, ES.....	45
Figura 12- Mapa da vegetação urbana, identificada em classes, na cidade de Vitória, ES.....	47
Figura 13- Distribuição dos fragmentos florestais urbanos, na cidade de Vitória-ES.....	52
Figura 14- Distribuição das classes de tamanho dos fragmentos florestais urbanos, em Vitória-ES, sendo: 1- Maciço Central; 2- Parte da Ilha do Lameirão; 3- Mangue da UFES de Goiabeiras.....	55
Figura 15- Distribuição da arborização viária na cidade de Vitória-ES, com ampliação para o bairro Jardim da Penha.....	57
Figura 16- Distribuição do piso gramado na cidade de Vitória-ES, com ampliação para o Aeroporto.....	60

Figura 17- Distribuição das praças e parques da cidade de Vitória-ES, sendo: 1- Parque Pedra da Cebola (Jardim da Penha); 2- Praça Benedito C. do Cruz (Mata da Praia).....	63
Figura 18- Distribuição da arborização residencial na cidade de Vitória-ES.....	67
Figura 19- Distribuição da arborização privada na cidade de Vitória-ES.....	69
Figura 20- Distribuição de terrenos baldios na cidade de Vitória-ES.....	71
Figura 21- Distribuição da arborização da orla marítima na cidade de Vitória-ES.....	73
Figura 22- Distribuição da arborização de cemitérios em Vitória-ES, com ampliação para o cemitério de Santo Antônio e de Maruípe.....	75
Figura 23- Distribuição dos trevos e rotatórias na cidade de Vitória-ES.....	77
Figura 24- Configuração espacial da Praça Cristovão Jaques, Vitória-ES, em que: a) Mapeamento (2007); b) Google Earth (2010).....	84
Figura 25- Configuração espacial do Parque da Fazendinha, Vitória-ES, em que: a) Mapeamento (2007); b) Google Earth (2010).....	89
Figura 26- Configuração espacial da Praça Ilha do Frade, Vitória-ES, em que: a) Mapeamento (2007); b) Google Earth (2010).....	90
Figura 27- Configuração espacial da Praça Dom João Batista, Vitória-ES, em que: a) Mapeamento (2007); b) Google Earth (2010).....	92
Figura 28- Configuração espacial da Praça 2 da Mata da Praia, Vitória-ES, em que: a) Mapeamento (2007); b) Google Earth (2010)..	93
Figura 29- Número de áreas verdes, praças e parques, de acordo com o percentual de cobertura vegetal, em Vitória-ES.....	94
Figura 30- Relação entre o índice de áreas verdes e o aumento populacional, de 2007 a 2011, na cidade de Vitória, ES.....	98
Figura 31- Comportamento da variável temperatura do ar, avaliada ao longo do dia, no Parque Moscoso, Vitória-ES.....	100

Figura 32- Comportamento da variável temperatura do ar, avaliada ao longo do dia, na Praça Philogomiro Lannes, Vitória-ES.....	101
Figura 33- Comportamento da variável temperatura do ar, avaliada ao longo do dia, no <i>campus</i> da UFES, Vitória-ES.....	102
Figura 34- Comportamento da variável umidade relativa do ar, avaliada ao longo do dia, no Parque Moscoso, Vitória-ES.....	106
Figura 35- Comportamento da variável umidade relativa do ar, avaliada ao longo do dia, na Praça Philogomiro Lannes, Vitória-ES.....	107
Figura 36- Comportamento da variável umidade relativa do ar, avaliada ao longo do dia, no <i>campus</i> da UFES, Vitória-ES.....	108
Figura 37- Modelo digital de elevação (MDE) da cidade de Vitória-ES, gerado a partir de dados de radar SRTM ( <i>Shuttle Radar Topography Mission</i> ).....	111
Figura 38- Espacialização das estimativas da temperatura média anual do ar, para a cidade de Vitória, ES.....	113
Figura 39- Formações rochosas dos Morros: a) Gurigica; b) Jaburu, em Vitória-ES.....	115

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Classes de vegetação da cidade de Vitória-ES, identificadas e mapeadas a partir de técnicas de fotointerpretação.....	31
Tabela 2 -	Quantificação e percentuais das classes de vegetação da cidade de Vitória, ES.....	48
Tabela 3 -	Quantificação das classes de tamanho dos fragmentos florestais urbanos, da cidade de Vitória, ES.....	54
Tabela 4 -	Descrição e localização dos espaços livres urbanos, identificados na cidade de Vitória, ES.....	80
Tabela 5 -	Descrição e localização das áreas verdes com, no mínimo, 50% de cobertura vegetal, na cidade de Vitória, ES.....	83
Tabela 6 -	Descrição e localização das áreas verdes com, no mínimo, 70% de cobertura vegetal, na cidade de Vitória, ES.....	88
Tabela 7 -	Descrição e localização dos parques e praças, com menos de 50% de cobertura vegetal, na cidade de Vitória, ES.....	91
Tabela 8 -	Índices e percentuais de áreas verdes, para os três critérios de cobertura vegetal.....	95
Tabela 9 -	Variação da temperatura do ar, ao longo do dia, nas áreas arborizadas e não-arborizadas, no Parque Moscoso.....	104
Tabela 10 -	Variação da temperatura do ar, ao longo do dia, nas áreas arborizadas e não-arborizadas, na Praça Philogomiro Lannes.....	104
Tabela 11 -	Variação da temperatura do ar, ao longo do dia, nas áreas arborizadas e não-arborizadas, no <i>campus</i> da UFES, Goiabeiras.....	104

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	xiii
<b>ABSTRACT</b> .....	xivv
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. OBJETIVO GERAL .....	3
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	4
2.1. PROCESSO DE URBANIZAÇÃO NO BRASIL .....	4
<b>2.1.1. Histórico da ocupação urbana em Vitória, ES</b> .....	4
<b>2.1.2. Efeitos da ocupação e crescimento urbano</b> .....	7
2.2. ILHAS DE CALOR URBANAS .....	7
<b>2.2.1. Fatores que contribuem para o fenômeno da ilha de calor urbana</b> .....	10
2.3. VERDE URBANO: COMPLEXIDADE DO TEMA.....	10
<b>2.3.1. Propostas conceituais</b> .....	11
2.3.1.1. Cobertura vegetal.....	12
2.3.1.2. Espaços livres.....	12
2.3.1.3. Áreas verdes.....	12
2.3.1.4. Praças e parques urbanos .....	13
2.4. IMPORTÂNCIA E FUNÇÕES DAS ÁREAS VERDES NO MEIO URBANO .....	14
<b>2.4.1. Benefícios das áreas verdes</b> .....	15
2.5. VEGETAÇÃO URBANA COMO INDICADORA DA QUALIDADE AMBIENTAL	16
<b>2.5.1. Porcentagem de Cobertura Vegetal (PCV)</b> .....	17
<b>2.5.2. Índice de Espaços Livres (IEL)</b> .....	18
<b>2.5.3. Índice de Áreas Verdes (IAV)</b> .....	18
2.6. MAPEAMENTO DE ÁREAS VERDES.....	19
<b>2.6.1. Sistemas de Informações Geográficas (SIGs)</b> .....	19
2.6.1.1. Fotointerpretação .....	20
2.7. GEOTECNOLOGIAS E ANÁLISE AMBIENTAL.....	21
<b>2.7.1. Variável climática: temperatura do ar</b> .....	23
2.7.1.1. Estimativa da temperatura do ar.....	23
<b>2.7.2. Equações de regressão para estimativa das temperaturas do ar</b> .....	24
<b>2.7.3. Modelo Digital de Elevação (MDE)</b> .....	25

2.7.4. Imagem de radar SRTM ( <i>Shuttle Radar Topography Mission</i> ) .....	26
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	27
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	27
3.2. MAPEAMENTO DA VEGETAÇÃO DE VITÓRIA .....	29
<b>3.2.1. Base de dados</b> .....	29
3.3. ÍNDICES DE QUALIDADE AMBIENTAL UTILIZADOS.....	33
<b>3.3.1. Percentual de Cobertura Vegetal</b> .....	33
<b>3.3.2. Índice e Percentual de Espaços Livres</b> .....	34
<b>3.3.3. Índice e Percentual de Áreas Verdes</b> .....	34
3.3.3.1. Proposta para o cálculo de Índice de Áreas Verdes .....	36
3.3.3.2. Índice de Áreas Verdes para os anos de 2007 a 2011 .....	36
3.4. AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NO MICROCLIMA URBANO .....	37
<b>3.4.1. Locais de coleta</b> .....	37
<b>3.4.2. Obtenção das variáveis climáticas temperatura e umidade relativa do ar</b> .....	40
3.5. MAPA REPRESENTATIVO DA TEMPERATURA MÉDIA ANUAL DO AR DA CIDADE DE VITÓRIA, ES .....	41
<b>3.5.1. Estações meteorológicas</b> .....	42
<b>3.5.2. Equação de regressão linear múltipla</b> .....	43
<b>3.5.3. Modelo Digital de Elevação (MDE) e espacialização da temperatura média anual do ar</b> .....	44
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	46
4.1. MAPEAMENTO DA VEGETAÇÃO DA CIDADE DE VITÓRIA, ES.....	46
<b>4.1.1. Diagnóstico da distribuição das classes de vegetação na malha urbana de Vitória, ES</b> .....	50
4.1.1.1. Fragmentos florestais urbanos .....	51
4.1.1.2. Arborização viária .....	56
4.1.1.3. Piso gramado (Superfícies permeáveis) .....	58
4.1.1.4. Praças e parques urbanos .....	62
4.1.1.5. Demais classes de vegetação .....	66
4.2. ANÁLISE DA QUALIDADE AMBIENTAL DA CIDADE DE VITÓRIA COM BASE EM ÍNDICES QUANTITATIVOS .....	78
<b>4.2.1. Percentual de cobertura vegetal (PCV)</b> .....	78
<b>4.2.2. Índice e percentual de espaços livres (IEL, PEL)</b> .....	79

<b>4.2.3. Índices e percentuais de áreas verdes (IAV, PAV).....</b>	<b>82</b>
<b>4.2.4. Proposta conceitual para o cálculo do índice de áreas verdes.....</b>	<b>96</b>
<b>4.2.5. Cálculos dos índices de áreas verdes entre os anos de 2007 a 2011... </b>	<b>97</b>
<b>4.3. VARIAÇÕES MICROCLIMÁTICAS A PARTIR DO COMPORTAMENTO DAS VARIÁVEIS TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR, NA CIDADE DE VITÓRIA, ES.....</b>	<b>99</b>
<b>4.4. EQUAÇÃO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA PARA ESTIMATIVA DAS TEMPERATURAS MÉDIAS ANUAL DO AR PARA A CIDADE DE VITÓRIA, ES..</b>	<b>109</b>
<b>4.5. USO DO MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO (MDE) NA ESPACIALIZAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR.....</b>	<b>110</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>116</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>118</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>119</b>

## RESUMO

SOUZA, Samira Murelli. **Mapeamento e avaliação da vegetação urbana da cidade de Vitória-ES, utilizando geotecnologias.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Orientador: Prof. Dr. Aderbal Gomes da Silva. Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos.

Tomando-se o conjunto da vegetação intraurbana como um dos fatores a ser considerado na qualidade ambiental de uma cidade, este trabalho tem por finalidade, analisar qualitativa e quantitativamente a vegetação da cidade de Vitória-ES. Inicialmente foi obtido o mapeamento de 17 classes de vegetação, a partir de técnicas de fotointerpretação e digitalização, na escala de 1:1.500, utilizando o aplicativo computacional ArcGIS 10, o que possibilitou a análise da distribuição das classes pela malha urbana, bem como os cálculos das porcentagens e índices de cobertura vegetal, espaços livres e áreas verdes, por habitante. Foram encontradas 46.504 áreas de vegetação, equivalente a um total de 1.393,38 ha, representando 14,98% da área de estudo. Para todos os índices foram constatados valores bastante baixos quando correlacionados a índices propostos por outros autores e ao recomendado pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (15 m<sup>2</sup>/habitante), mostrando ainda que a configuração da vegetação é mal distribuída, favorecendo as regiões mais nobres, enquanto há carência nos bairros mais periféricos. Em seguida, foram analisados os benefícios da vegetação, por meio da relação entre a vegetação e o comportamento das variáveis temperatura e umidade relativa do ar, ao longo do dia, em três locais com diferentes condições ambientais, sendo eles o Parque Moscoso (Centro), a Praça Philogomiro Lannes (Jardim da Penha) e um fragmento florestal no *campus* da UFES (Goiabeiras). Os resultados desta análise comprovaram que, nos locais mais arborizados, com menos espaços construídos e pavimentados, há forte influência na amenização da temperatura do ar e no aumento da umidade. Por último, foi elaborado o mapa de espacialização da temperatura média anual do ar de Vitória, obtido por meio de modelo digital de elevação (MDE) SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) e equação de regressão múltipla ajustada. Ficou comprovado, a partir do mapa, que o Maciço Central, local de maior altitude e maior fragmento florestal urbano que compõe a cidade de Vitória, apresenta até 2° C abaixo da temperatura média anual de toda a cidade, estimada entre 24,5 a 25° C.

**Palavras-chave:** Qualidade de vida, áreas verdes, índices quantitativos, microclima urbano, Sistemas de Informações Geográficas.

## ABSTRACT

SOUZA, Samira Murelli. **Mapping and assessment of the urban vegetation of the town of Vitoria-ES, using geotechnology.** 2011. Dissertation (Master's degree on Forest Science) - Universidade Federal do Espirito Santo, Alegre-ES. Adviser: Prof. Dr. Aderbal Gomes da Silva. Co-adviser: Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos.

Taking the set of intra-urban vegetation as a factor to be considered in the environmental quality of a city, this study aims analyzing qualitative and quantitatively the vegetation of the city of Vitoria-ES. Initially was obtained the mapping of 17 classes of vegetation, from image interpretation techniques and scanning, on a scale of 1:1,500 using the computer application ArcGIS 10, which allowed the analysis of the distribution of classes by the urban mesh, as well as calculations of percentages and indexes of vegetation coverage, open spaces and green areas, per inhabitant. Were found 46,504 vegetation areas, equivalent to a total of 1393.38 ha, representing 14.98% of the study area. For all indexes were found very low values when correlated to indexes proposed by other authors and recommended by the Urban Afforestation Brazilian Society (15 m<sup>2</sup>/inhabitant), pointing out that the configuration of the vegetation is poorly distributed, favoring the regions finest, while there is a shortage in the neighborhoods more peripherals. Next, were analyzed the benefits of the vegetation using the relation between vegetation and the behavior of varying temperature and relative humidity throughout the day, at three sites with different environmental conditions, being they the Moscoso Park (Center), the Square Philogomiro Lannes (Jardim da Penha) and a forest fragment on the campus of UFES (Goiabeiras). The results of this analysis showed that, in the most wooded location, with less spaces built and paved, there is a strong influence on the alleviation of the air temperature and increase of the humidity. Finally, was prepared a spatialization map of annual average temperature the air of Vitoria, obtained by means of Digital Elevation Model (DEM) SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) and equation Multiple regression adjusted. It was proven from the map that the Massif Central, place of higher altitude and greater forest fragment that comprises the city of Vitoria, shows up to 2 ° C below the annual average temperature across the city, estimated between 24.5 to 25 ° C.

**Keiywords:** Quality of life, green areas, quantitative indices, urban microclimate, Geographic Information Systems.

## 1. INTRODUÇÃO

O rápido crescimento urbano no Brasil fez com que a ocupação das cidades ocorresse de forma desordenada. A cidade de Vitória, no Espírito Santo, foi sendo ocupada em decorrência dos aterros efetuados para suportar as necessidades provocadas pelos avanços de ocupação urbana (VIEIRA, F., 2004).

Esse crescimento demográfico desencadeou uma série de problemas ao ambiente, de difícil reversão, como resultado do grande aumento da malha urbana, da verticalização, da substituição de áreas verdes por áreas construídas e da excessiva impermeabilização. Isso potencializou as enchentes; alterou o clima da cidade, evidenciando a ocorrência de microclimas urbanos, fazendo reproduzir cidades com grandes alterações ambientais.

Uma das mais marcantes e notáveis alterações provocadas pelo processo de urbanização é o aumento da temperatura do ar em relação ao seu entorno rural, conhecido como “ilhas de calor urbanas”. Essas ilhas são formadas em decorrência de as superfícies impermeáveis possuírem alta retenção de calor e pequeno poder de reflexão. Mais calor é, portanto, acumulado durante o dia e reirradiado à noite. Por outro lado, a perda de energia devido à evapotranspiração é diminuída pela redução da área vegetada. Em consequência disso, há o aumento da temperatura ambiente, que causa o desconforto aos habitantes, principalmente nos dias mais quentes (ALVAREZ, 2004).

Para evitar e ou amenizar os problemas originados pela urbanização, é necessário incluir a vegetação como um fator indispensável no planejamento urbano. É importante que haja a interação entre ambientes naturais e construídos, a fim de proporcionar melhor qualidade de vida à população por meio dos benefícios oferecidos pela natureza.

Sendo assim, dentre os diversos benefícios da vegetação urbana, destacam-se: amenização microclimática pelo sombreamento, resfriamento do ar, aumento da umidade relativa, filtração e absorção de poluentes do ar,

contribuindo para o estabelecimento de microclimas mais agradáveis nas cidades.

A qualidade do elemento vegetativo na malha urbana está relacionada às suas funções, que podem ser: ecológicas, estética e de lazer. Segundo Loboda e De Angelis (2005), as contribuições ecológicas ocorrem na medida em que os elementos naturais que compõem os espaços urbanos minimizam os impactos decorrentes da urbanização. A função estética está pautada, principalmente, pela integração entre os espaços construídos e os destinados à circulação. A função de lazer está diretamente relacionada à oferta de espaços para o bem-estar da população.

Por essas importantes funções que se relacionam direta e indiretamente às questões socioambientais, a qualidade ambiental das cidades tornou-se uma preocupação cada vez mais presente no planejamento e gestão urbana. Por influir na melhoria da qualidade de vida, a vegetação intraurbana tem ganhado também mais destaque nas comunidades científicas.

Uma questão muito discutida, quando se fala em vegetação urbana, diz respeito à falta de consenso conceitual entre os diversos termos utilizados para essas áreas, podendo ser nomeados como áreas verdes, espaços livres, áreas de lazer, dentre outros, sendo que alguns autores os utilizam como sinônimos, sem se preocuparem com as diferenças entre eles.

Um agravante da falta desse consenso é a determinação dos índices de qualidade de vida. Esses índices representam a relação entre o valor das áreas cobertas por vegetação que compõem a cidade e a população residente. Por não haver uma padronização, podem ocorrer discrepâncias entre as estimativas dos índices em diferentes pesquisas, o que torna errônea a comparação entre locais, em determinadas situações.

Para analisar os padrões de estrutura espacial das áreas de vegetação intraurbana, têm sido utilizados Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). Segundo Alvarez (2004), os SIGs são ferramentas computacionais para geoprocessamento que permitem identificar características com precisão geográfica. Entre as técnicas relacionadas aos estudos ambientais, a fotointerpretação é um importante subsídio para tomada de decisões, pois permite identificar diferentes áreas por meio da interpretação dos resultados.

Outra técnica de geoprocessamento utilizada para estudos ambientais são os Modelos Digitais de Elevação (MDE), gerados por métodos interpoladores. A associação entre esses modelos e equações de regressão é capaz de estimar valores precisos e eficazes de variáveis ambientais a partir de dados altimétricos do relevo. Muitos estudos têm utilizado essa associação para a geração de mapas temáticos de espacialização da temperatura do ar em regiões onde as estações meteorológicas são encontradas em um número muito reduzido e mal distribuídas, como, por exemplo, no Espírito Santo, fato que dificulta a avaliação espacial e temporal dos elementos meteorológicos. Esses mapas representativos de temperatura do ar possibilitam analisar a relação direta entre as áreas de vegetação e o microclima urbano para as atividades de planejamento das cidades.

### 1.1. OBJETIVO GERAL

Mapear e analisar, qualitativa e quantitativamente, a vegetação urbana da cidade de Vitória-ES e avaliar sua influência no comportamento de variáveis climáticas.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar o mapa de vegetação da cidade de Vitória-ES, contemplando diferentes classes, bem como analisar a distribuição da vegetação na cidade.
- Obter índices quantitativos, a partir da vegetação mapeada, para analisar a qualidade ambiental de Vitória-ES.
- Avaliar a influência da vegetação nas variações microclimáticas, em locais com diferentes condições ambientais.
- Analisar o clima da cidade de Vitória por meio do mapa de espacialização da temperatura média anual do ar.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. PROCESSO DE URBANIZAÇÃO NO BRASIL**

A urbanização no Brasil vem alterando o cenário de moradia da população desde o século XVIII, com a Revolução Industrial, quando a zona rural - antes detentora da maior parcela de indivíduos - passou a sofrer constante migração de sua população para as cidades. As áreas urbanas passaram a crescer de forma desordenada e, com isso, as cidades começaram a sofrer as conseqüências do crescimento acelerado.

O Brasil é um dos países mais populosos do mundo e, de acordo com Vieira, F. (2004), grande parte da população está concentrada no litoral e, principalmente, nas metrópoles. Isso deriva da própria formação histórica e econômica, já que foi pelo litoral que se iniciou o processo de povoamento, evolução e desenvolvimento econômico.

Conforme Loboda e De Angelis (2005), a maioria das cidades brasileiras estão constantemente passando por períodos de acentuada urbanização, fato este que se reflete negativamente na qualidade de vida de seus moradores. O problema da urbanização acelerada e a falta de planejamento que considere os elementos naturais são agravantes para essa situação. Além do empobrecimento da paisagem urbana, são inúmeros e de diferentes amplitudes os problemas que podem ocorrer, em virtude da interdependência dos múltiplos subsistemas que existem numa cidade.

Diante dessa problemática, o planejamento das cidades, a partir do século XIX, é, segundo Barbosa (2005), o momento em que as áreas verdes passaram a ser incorporadas como necessidade de ordem social.

#### **2.1.1. Histórico da ocupação urbana em Vitória, ES**

Segundo Derenzi (1965) apud Tulli (2007), a chegada dos portugueses ao Estado do Espírito Santo se deu em 1535. Com o passar do tempo e o aumento populacional, logo se reivindicou a urbanização. Com a população ocupando os poucos espaços planos, não se tardou em pensar na

possibilidade do aterro. Em 1817, iniciou-se o aterro do Mangal do Campinho (atual Parque Moscoso).

Desde o tempo de colonização do Brasil, Vitória foi sede da capitania, mas seu desenvolvimento ocorreu somente no final do século XIX e início do XX, com a construção do porto de Vitória, quando a cidade passou a ter funções administrativas e religiosas (VIEIRA, F., 2004).

O uso e ocupação da terra em Vitória foram acontecendo ao longo do tempo, pois esta cidade foi o centro polarizador das atividades econômicas e políticas do Estado do Espírito Santo, recebendo grande quantidade de imigrantes, que aumentou no período de erradicação dos cafezais. Neste período, os morros e áreas periféricas da cidade foram ocupados pela população de baixa renda, que não tinha condições de obter terras baixas, já que a especulação imobiliária crescia cada vez mais (VIEIRA, F., 2004).

A população urbana, em 1940, alcançou os municípios de Vila Velha, Cariacica e Serra, mas só Vitória apresentava 1/3 dessa população. Campos Júnior (2002) apud Vieira F. (2004) relatam que, nas décadas de 60 e 70, Vitória cresceu e se consolidou como o principal centro terciário do Estado, lugar privilegiado da classe média e da população de maior poder aquisitivo do Espírito Santo.

Vitória teve um incremento populacional de aproximadamente 50 mil pessoas na década de 60, atingindo a marca de 83.351 habitantes já em 1960. Quanto à Grande Vitória, contando inclusive com a capital, recebeu um incremento populacional de cerca de 190 mil pessoas. Vitória continuou sendo a região mais populosa e que abrigava a população de maior renda (CAMPOS JÚNIOR, 2002 apud VIEIRA, F., 2004).

Na década de 70, apesar da contínua migração em Vitória, o crescimento ambiental na cidade possuiu maior participação neste período (CAMPOS JÚNIOR, 2002 apud VIEIRA, F., 2004).

De acordo com a Prefeitura Municipal de Vitória (2011a), em 2000 a população era de 292.304 habitantes. A partir de então, apresentou um crescimento populacional de um pouco mais de 3.000 habitantes/ano. Porém, do ano de 2009 para 2010, a população que era de 320.156 habitantes, subiu para 327.801 habitantes, ocorrendo mais que o dobro do crescimento

populacional em relação aos anos anteriores. Espera-se, para o ano de 2011, uma população de 331.351 habitantes (Figura 1).

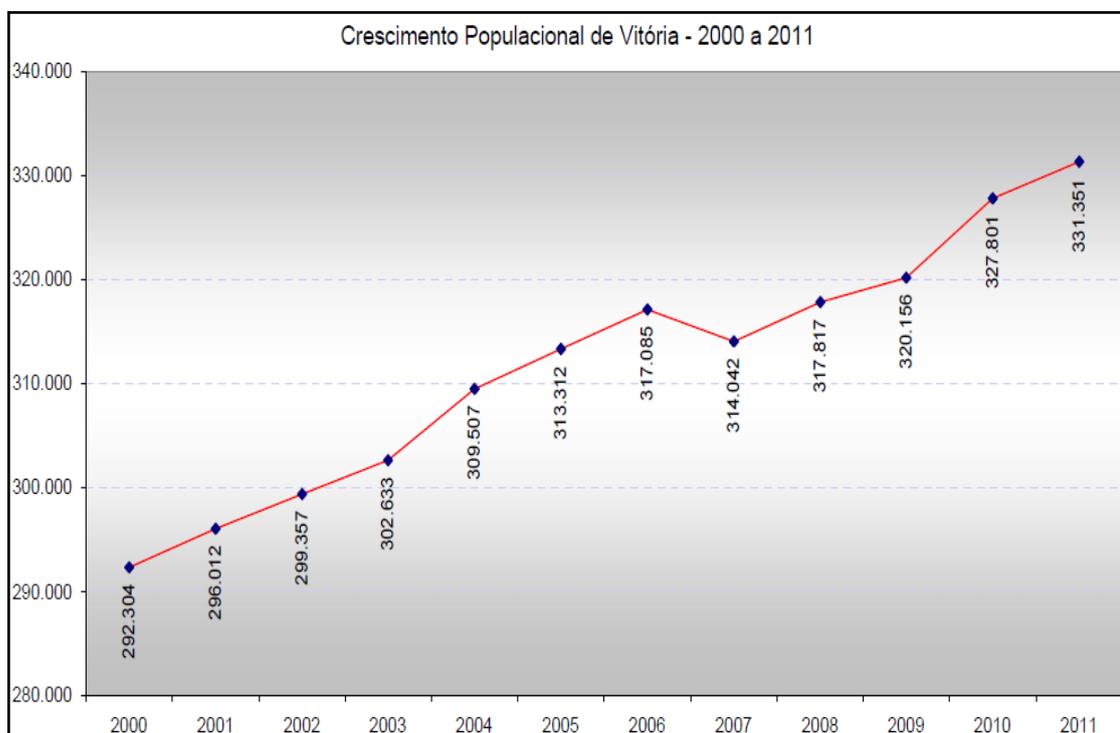


Figura 1. Crescimento populacional da cidade de Vitória-ES, entre os anos de 2000 a 2011. (FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA, 2011a)

Vitória é a quarta cidade mais populosa do Estado, atrás dos municípios de Vila Velha, Serra e Cariacica, limítrofes de sua região metropolitana. Concentra 11% da população urbana do Estado e apresenta uma densidade demográfica de 3.311,12 habitantes/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

Dos 99 km<sup>2</sup> de território, quase a metade está ocupada com grandes empreendimentos, tais como: aeroporto, universidade, os complexos siderúrgicos e portuários da Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST), Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) e o Maciço Central, reduzindo bastante as áreas passíveis de ocupação pela malha urbana (VIEIRA, F., 2004).

### **2.1.2. Efeitos da ocupação e crescimento urbano**

Os processos de urbanização e industrialização, ao mesmo tempo em que constituem bom indicador do nível de desenvolvimento e progresso alcançado, também têm se comportado como um grande problema, podendo-se exemplificar na visível degradação do meio ambiente urbano e de sua qualidade de vida. As alterações climáticas decorrentes da ocupação desordenada da terra implicam desconforto aos habitantes e também repercutem no desempenho energético da cidade.

Atualmente, com a artificialização da vida humana, o homem vem-se distanciando cada vez mais da natureza. Embora ele tenha se beneficiado das oportunidades culturais e sociais, há um constante conflito no desenvolvimento das cidades com a qualidade do ambiente urbanizado.

Uma das consequências da substituição das áreas verdes por casas e prédios, ruas e avenidas e uma série de outras construções, é o aumento significativo da irradiação de calor para a atmosfera, em comparação com as zonas periféricas ou rurais, onde, em geral, é maior o percentual de cobertura vegetal. Além desse problema, nas áreas centrais das cidades registra-se, também, uma maior concentração de gases e materiais particulados suspensos no ar, lançados principalmente por automóveis e fábricas, proporcionando o aparecimento do efeito estufa localizado, colaborando para a formação de ilhas de calor urbanas (SANTOS, 2010).

### **2.2. ILHAS DE CALOR URBANAS**

O nome ilha de calor urbana dá-se pelo fato de uma cidade apresentar em seu centro uma taxa de calor muito alta, enquanto em suas redondezas a taxa de calor é normal. Ou seja, o poder reflector de calor de suas redondezas é muito maior do que no centro dessa cidade. Givoni (1989) apud Antunes (2003) diz que, durante o dia, a diferença de temperatura entre o centro da cidade e os arredores é, geralmente, cerca de 1° C a 2° C.

Existem localidades com grande propensão à ocorrência das ilhas de calor, principalmente as áreas centrais da malha urbana. Mesmo antes da

formação dessas ilhas, pode-se notar previamente a influência da vegetação na amenização do microclima local, podendo concluir, a partir da caracterização do local, se o ambiente tende ao surgimento das ilhas.

Para Santos (2010), o fenômeno da ilha de calor é considerado o exemplo mais evidente de mudança climática provocada pela urbanização. Tem sido um dos temas mais abordados nos últimos anos, devido sua ocorrência em praticamente todas as cidades do mundo, e por ser o fator de maior desconforto para a população.

Para Romero (2008), a ilha de calor é um fenômeno próprio das cidades, induzido pelo processo de urbanização e pelas características peculiares ao meio urbano. Tal fenômeno é identificado pelo aumento da temperatura do ar nos espaços intraurbanos em relação ao seu ambiente vizinho, devido às alterações das características térmicas das superfícies que compõem os diferentes recintos.

Oke (1978) apud Santos (2010) desenvolveu um estudo sobre ilhas de calor que retrata como este fenômeno ocorre nos centros urbanos. Uma representação da ocorrência da ilha de calor urbana pode ser observada na Figura 2. Percebe-se que a temperatura mais elevada encontra-se no centro urbano e, à medida que se afasta deste, em direção aos subúrbios, as temperaturas tendem a diminuir.

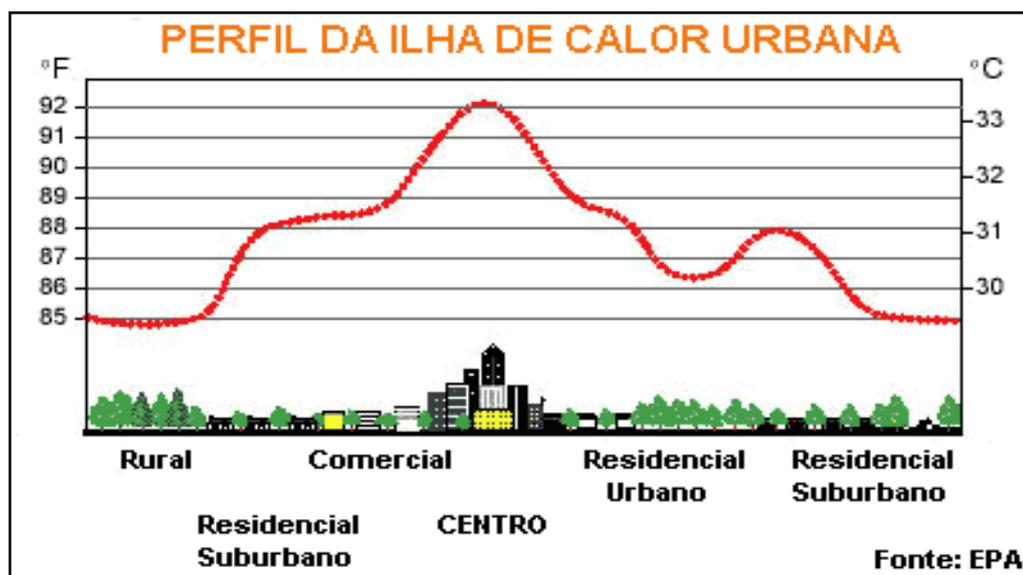


Figura 2. Representação do perfil da ilha de calor urbana. (FONTE: site da EPA apud BIAS et al., 2003).

Ainda segundo o autor, a área rural se esfria mais rapidamente à noite do que as áreas urbanas, onde muito calor é retido pelo asfalto, calçadas e edifícios. Estes materiais apresentam diferentes padrões de reflectividade, ou de albedos, como detalhados na Figura 3. Observa-se também que, na cidade, o calor sensível se dissipa com muito mais dificuldade do que na área rural, devido aos obstáculos a esta dissipação, relacionados à geometria da cidade e ao efeito estufa causado pela re-emissão da energia térmica absorvida pelas partículas em suspensão na atmosfera urbana. Todos estes fatores fazem com que a energia na forma de calor fique mais tempo retida sobre a cidade, aumentando o contraste de temperatura com as áreas rurais.



Figura 3. Quantitativos dos albedos de materiais urbanos. (FONTE: OKE, 1978 apud SANTOS, 2010).

Árvores e grammas têm um albedo na mesma faixa que o concreto, mas as plantas transformam essa energia em calor latente e a utilizam na fotossíntese. Já o concreto libera a energia para o ambiente, fato, também, pelo qual se observa mais calor vindo de um ambiente construído.

### **2.2.1. Fatores que contribuem para o fenômeno da ilha de calor urbana**

Segundo Magalhães Filho e Abreu (2010), as ilhas de calor ocorrem nos centros das grandes cidades devido aos seguintes fatores:

- a) Uso do solo - elevada capacidade de absorção de calor de superfícies urbanas como o asfalto, paredes de tijolo ou concreto, telhas de barro, de amianto, dentre outros.
- b) Ausência de áreas verdes - falta de áreas revestidas de vegetação, prejudicando o albedo, o poder refletor de determinada superfície.
- c) Verticalização - concentração de edifícios, que interferem na circulação dos ventos.
- d) Contaminação ou poluição do ar - poluição atmosférica que retém a radiação do calor, causando o aquecimento da atmosfera (efeito estufa).
- e) Baixa umidade relativa do ar - devido à baixa evaporação a partir do solo.
- f) Concentração de geração de calor pelas atividades urbanas - utilização de energia pelos veículos, pelas residências e pelas indústrias, aumentando o aquecimento da atmosfera.

Romero (2001) destaca: a estocagem de energia solar na massa dos edifícios da cidade durante o dia e cedida à atmosfera durante a noite; baixa evaporação desde o solo à vegetação na área urbana construída, quando comparada com a área urbana aberta e a concentração de geração de calor pelas atividades que têm lugar na área urbana.

### **2.3. VERDE URBANO: COMPLEXIDADE DO TEMA**

Em pesquisas realizadas por Cavalheiro et al. (1999), detectou-se que existe grande confusão em relação aos termos utilizados para identificação do verde urbano. Assim, verifica-se que conceitos como área verde, espaço livre, cobertura vegetal, áreas destinadas à conservação da natureza são empregados indistintamente como sinônimos e como se desempenhassem as mesmas funções. Encontram-se diferentes interpretações para esses termos entre os órgãos de pesquisa, ensino e planejamento, o que dificulta a

identificação, a classificação e a quantidade desses espaços no ambiente urbano.

Uma das dificuldades de se considerar o verde urbano no planejamento é a existência desse conflito na conceituação de termos, levando várias prefeituras do País a considerarem, por exemplo, como áreas verdes, locais onde não existe sequer uma única árvore (LIMA et. al, 1994). A partir desta problemática, a comparação de índices entre cidades torna-se muitas vezes um equívoco, pois o índice desacompanhado da definição dos termos, da escala espacial e do método de coleta dos dados, não estabelece parâmetros de comparação.

Antes de se pensar em quantificar o “verde urbano” na busca de índices, deve-se refletir sobre o conceito daquilo que se está quantificando (BUCCHERI FILHO & NUCCI, 2006).

Para Caporusso e Matias (2008), a falta de consenso relacionado às definições se reflete na dificuldade e diferenciação nas classificações e técnicas empregadas para o mapeamento e para a elaboração de índices de áreas verdes urbanas.

### **2.3.1. Propostas conceituais**

Foram desenvolvidos trabalhos por Cavalheiro et al. (1999) e outros autores, na tentativa de definir propostas conceituais para os principais termos utilizados para o verde urbano.

Para a diferenciação dos conceitos, Cavalheiro et al. (1999) sugerem que a zona urbana seja constituída por três sistemas, para facilitar na compreensão dos termos. Os sistemas são:

- I) Sistema de espaços com construções (habitação, indústria, comércio, hospitais, escolas, etc);
- II) Sistema de espaços livres de construções (praças, parques, águas superficiais, etc.);
- III) Sistema de espaços de integração urbana (rede rodoferroviária).

#### 2.3.1.1. Cobertura vegetal

Cobertura vegetal é a projeção do verde em cartas planimétricas e pode ser identificada por meio de fotografias aéreas. Considera-se toda a cobertura vegetal existente nos três sistemas (espaços construídos, espaços livres e espaços de integração) e as encontradas nas Unidades de Conservação, que, na sua maioria, restringem o acesso ao público, inclusive na zona rural (CAVALHEIRO et al., 1999).

#### 2.3.1.2. Espaços livres

Segundo Cavalheiro et al. (1999), os espaços livres de construções ficam definidos como espaços urbanos ao ar livre, destinados a todo tipo de utilização que se relacione com caminhadas, descanso, passeios, práticas de esportes e, em geral, a recreação e entretenimento. Os locais de passeios a pé devem oferecer segurança e comodidade com separação total da calçada em relação aos veículos. Estes espaços podem ser privados, potencialmente coletivos ou públicos e podem desempenhar, principalmente, funções de estética, de lazer e ecológico-ambiental, entre outras (CAVALHEIRO et al., 1999).

Fontes (2008) comenta que, embora os espaços livres sejam reconhecidos como de grande importância para a promoção da qualidade ecológico-ambiental, social-cultural e estética do meio urbano, no cenário das cidades brasileiras, a reserva desses espaços ainda é bastante deficiente e acredita-se que ferramentas inadequadas de monitoramento e planejamento têm contribuído para essa depreciação, uma vez que nos planejamentos urbanos a reserva de espaços livres não varia em função da densidade demográfica, mas o monitoramento trabalha com esse dado.

#### 2.3.1.3. Áreas verdes

Áreas verdes são tipos especiais de espaços livres onde o elemento fundamental de composição é a vegetação (CAVALHEIRO et al., 1999). Elas

devem satisfazer três objetivos principais: ecológico-ambiental, estético e de lazer. Canteiros, pequenos jardins de ornamentação, rotatórias e arborização urbana não podem ser considerados áreas verdes, mas, sim, verde de acompanhamento viário, que, com as calçadas (sem separação total em relação aos veículos), pertencem à categoria de espaços construídos ou espaços de integração urbana.

Já Morero et al. (2007) entendem que as áreas verdes englobam locais onde predominam a vegetação arbórea, praças, jardins e parques, e sua distribuição deve servir a toda população, sem privilegiar qualquer classe social e atingir as necessidades reais e os anseios para o lazer, devendo, ainda, estar de acordo com sua estrutura e formação.

Quanto à proporção de vegetação, Cavalheiro et al. (1999) destacam que, nas áreas verdes, a vegetação e solo permeável (sem laje) devem ocupar pelo menos 70% da área, e devem servir à população, propiciando condições para recreação.

Guzzo et al. (2006), de forma semelhante, ressaltam que as áreas verdes são um tipo especial de espaço livre urbano onde os elementos fundamentais de composição são a vegetação e o solo livre de impermeabilização e que essas áreas devem ser constituídas por, pelo menos, 70% do seu espaço por áreas vegetadas com solo permeável.

Um fator importante a ser considerado nas afirmações acima está relacionado ao valor estabelecido para a área com vegetação e solo livre de impermeabilização das áreas verdes. Trata-se de vegetação “e” solo permeável (sem laje) ocupando 70% da área total, ou vegetação “com” solo permeável totalizando 70% da área total? Embora os autores não justifiquem qual a metodologia e quais os parâmetros utilizados para o estabelecimento do valor mencionado, é notória a reprodução desta recomendação (CAPORUSSO e MATIAS, 2008).

#### 2.3.1.4. Praças e parques urbanos

Para Demattê (1997) apud Harder (2002) as praças são espaços livres utilizados como local público. São pontos, cuja principal função é incentivar a

vida comunitária e o lazer. São áreas verdes com dimensões, em geral, entre 100 m<sup>2</sup> e 10 ha. Quando esta não tem significativa vegetação e encontra-se impermeabilizada, não é considerada área verde.

Ainda segundo o mesmo autor, os parques urbanos são áreas verdes com dimensões, em geral, a partir de 10 ha, destinadas ao lazer, à preservação de elementos histórico-culturais, à preservação da flora e fauna ou de outros atributos naturais que possam caracterizar as unidades de paisagens onde os parques se encontram inseridos, bem como promover a melhoria das condições de conforto ambiental nas cidades. Porém, não se podem padronizar estes locais, quanto ao tamanho, sem antes conhecer o seu entorno.

#### 2.4. IMPORTÂNCIA E FUNÇÕES DAS ÁREAS VERDES NO MEIO URBANO

A presença das áreas verdes nas cidades tem sido considerada um sinônimo de qualidade de vida. As cidades são ambientes alterados que possuem vegetação remanescente de áreas naturais ou que estão em áreas implantadas, que se apresenta de diferentes formas, tanto em áreas públicas (parques, jardins e praças), como em torno de córregos e rios ou em áreas privadas (residências e indústrias). A vegetação é o elemento mais frágil no meio urbano, uma vez que sofre diretamente os efeitos da radiação solar, da poluição atmosférica, da ação antrópica, representada pelas pressões da urbanização e do adensamento populacional. Em contrapartida, é um elemento reestruturador do espaço urbano, que garante bem-estar e conforto humano nas cidades (ALVAREZ, 2004).

Segundo o mesmo autor, no planejamento urbano, é necessário realizar um bom diagnóstico da presença de vegetação, de modo a servir de subsídio para delinear um plano de ação para a implantação de áreas verdes e manejo da arborização existente.

Quando se trata das funções das áreas verdes nas cidades, várias são as abordagens feitas pelos pesquisadores, o que torna difícil separar uma função da outra. De acordo com Alvarez (2004), as funções podem ser divididas em:

- a) Função de lazer - satisfaz as necessidades de lazer, sejam físicas, psicológicas ou sociais.
- b) Função ecológica - melhora a qualidade ambiental com relação ao clima, ao ar, à preservação e à proteção de recursos hídricos, geomorfológicos, pedológicos, florísticos e faunísticos.
- c) Função estética - modela a estrutura urbana, integrando usos conflitantes, ocultando espaços indesejáveis, enfeitando cenários culturais e naturais, diversificando espaços monótonos, interligando massas de vegetação.

Vieira, P., (2004) admite que as áreas verdes tendem a assumir diferentes papéis na sociedade e suas funções devem estar inter-relacionadas no ambiente urbano, de acordo com o tipo de uso a que se destinam. Sendo assim, as funções destas áreas verdes estão relacionadas à:

- a) Função social - possibilidade de lazer que essas áreas oferecem à população.
- b) Função estética - diversificação da paisagem construída e embelezamento da cidade.
- c) Função ecológica - provimento de melhorias no microclima da cidade e na qualidade do ar, água e solo, resultando no bem-estar dos habitantes, devido à presença da vegetação, do solo não impermeável e de uma fauna mais diversificada nessas áreas.
- d) Função educativa - possibilidade de serem utilizadas como ambientes para o desenvolvimento de atividades educativas, extraclasse e de programas de educação ambiental.
- e) Função psicológica - possibilidade de realização de exercícios, de lazer e de recreação que funcionam como atividades “antiestresse” e relaxamento, uma vez que as pessoas entram em contato com os elementos naturais dessas áreas.

#### **2.4.1. Benefícios das áreas verdes**

Diversos autores, dentre eles Cavalheiro e Del Picchia (1992), Lima et al. (1994), Oliveira (1996), Vieira, P., (2004), Toledo e Santos (2008), citam os

benefícios que as áreas verdes podem trazer ao convívio nas cidades, tais como: controle da poluição do ar e acústica; aumento do conforto ambiental; melhoria das condições de ventilação nas cidades; estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas; interceptação das águas da chuva no subsolo, reduzindo o escoamento superficial; abrigo à fauna; equilíbrio do índice de umidade no ar; proteção das nascentes e dos mananciais; organização e composição de espaços no desenvolvimento das atividades humanas; valorização visual e ornamental do ambiente; recreação; efeitos diretos sobre a saúde mental e física da população.

Arborizar e ornamentar uma cidade não significa apenas plantar vegetais em suas ruas, jardins, praças e parques, criar áreas verdes de recreação pública e proteger áreas verdes particulares. A implantação de áreas verdes deve atingir objetivos de ornamentação, de melhoria microclimática e diminuição de poluição, sendo esta fundamentada em critérios técnico-científicos que viabilizam tais funções (CAVALCANTI et al., 2003).

Para Mantovi (2006), a disponibilidade de espaços para lazer e recreação nas cidades não depende exclusivamente da existência de áreas para o desenvolvimento dessas atividades. A conservação e manutenção de todos os elementos que compõem uma praça ou um parque devem merecer atenção dos órgãos públicos que gerenciam esses locais e da população que as utilizam.

## 2.5. VEGETAÇÃO URBANA COMO INDICADORA DA QUALIDADE AMBIENTAL

Na maioria dos trabalhos científicos relacionados à qualidade ambiental nas cidades, a técnica utilizada para quantificação e avaliação da vegetação urbana tem sido a elaboração de índices.

Estes índices representam a relação entre o valor das áreas cobertas por vegetação que compõem o local de estudo, expressos em km<sup>2</sup> (quilômetro quadrado) ou m<sup>2</sup> (metro quadrado), dividido pela quantidade de habitantes deste local (NUCCI, 2001). A obtenção do total de vegetação é feita a partir de mapeamento em escala de detalhe, com o auxílio da geotecnologia.

A falta de clareza e consenso para a definição das terminologias e classificações da vegetação, no ambiente urbano, afeta os cálculos desses índices, já que os mesmos são feitos conforme os interesses das pesquisas e estudos nos quais são elaborados. Assim, o Índice de Áreas Verdes (*IAV*), o Índice de Arborização Urbana (*IAUrb*), Índice de Espaços Livres de Uso Público (*IELUP*), Índice de Cobertura Vegetal (*ICV*), podem ser entendidos, equivocadamente, por outros pesquisadores, como sinônimos. Isso pode gerar medidas aparentemente iguais, mas utilizando elementos diferentes, não sendo corretas as comparações entre diferentes cidades e países (CAPORUSSO & MATIAS, 2008).

De acordo com Cavalheiro et al.(1999), por não haver um método único para o cálculo do índice, geralmente os trabalhos na área apresentam grandes discrepâncias nos valores de áreas verdes por habitante. Às vezes, os resultados são superestimados, na ordem de 50 a mais de 90 m<sup>2</sup>/habitante; em contraposição, há cidades que apresentam índices menores ou iguais a 5 m<sup>2</sup>/habitante.

### **2.5.1. Porcentagem de Cobertura Vegetal (PCV)**

O Índice de Cobertura Vegetal significa a proporção de área urbana coberta por vegetação (original ou implantada), abrangendo espaços públicos e privados (FONTES, 2008). Pode ser utilizado como um indicador de qualidade do meio físico sob o ponto de vista ecológico-ambiental. Este índice pode variar muito de acordo com o método de levantamento aplicado.

Oke (1973) apud Buccheri Filho e Nucci (2006) estima que um índice de cobertura vegetal na faixa de 30% seja o recomendável para proporcionar um adequado balanço térmico em áreas urbanas, sendo que áreas com índice de arborização inferior a 5% determinam características semelhantes às de um deserto. Porém, para estes valores levaram-se em consideração características de cidades canadenses; entretanto, nas regiões tropicais, possivelmente, esse índice deveria ser maior.

### **2.5.2. Índice de Espaços Livres (IEL)**

Segundo Fontes (2008), o Índice de Espaço Livre (IEL) é a relação entre valor de área destinada a espaços livres e população residente. Pode ser aplicado sobre todo o município ou setores urbanos.

Para o autor, tanto no meio acadêmico quanto profissional, é comum encontrar métodos que analisam apenas espaços livres de edificação, tanto quanto métodos que incluem ruas, quintais, unidades de conservação e, inclusive, arborização urbana. Da maneira como vem sendo monitorado, entende-se que o índice de espaços livres tem sido pouco efetivo para a definição de critérios de planejamento.

### **2.5.3. Índice de Áreas Verdes (IAV)**

Um dos indicadores mais utilizados é o Índice de Áreas Verdes (IAV). Caporusso e Matias (2008) denotam que este é um tipo de cálculo considerado simplificado, pois é o resultado da divisão entre o somatório das áreas verdes e o número de habitantes, significando que esse índice é sempre dependente de fatores demográficos. Nesta perspectiva, o IAV pode ser elevado em certas localidades, não pela quantidade de áreas verdes, mas pela menor quantidade populacional no local.

De acordo com Jesus e Braga (2005), no cálculo dos índices de áreas verdes estão incluídas as praças, os parques e similares, ou seja, espaços ligados à função de lazer que desempenham, cujo acesso da população é livre.

Cavalheiro e Del Picchia (1992) discutiram a existência do índice de 12 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante considerado ideal, arraigado e difundido no Brasil e atribuído à Organização das Nações Unidas (ONU), Organização Mundial da Saúde (OMS) ou Organização para Agricultura e Alimentação (FAO, em inglês). Os referidos autores afirmaram, porém, que este índice não é conhecido por aquelas instituições e supõem que deve se referir somente às categorias de parques de bairro e distritais/setoriais, ou seja, áreas públicas com possibilidades de lazer ao ar livre.

A Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (1996) propôs, na Carta de Londrina e Ibiporã, o valor de 15 m<sup>2</sup>/habitante, como sendo o mínimo de áreas verdes para assegurar a qualidade de vida, sendo este valor geralmente utilizado como referência em trabalhos.

## 2.6. MAPEAMENTO DE ÁREAS VERDES

Mapear as áreas verdes urbanas é importante para a conservação e planejamento, pois as informações obtidas podem ser utilizadas para redirecionar a forma de expansão e o crescimento do perímetro urbano, minimizando problemas no meio ambiente.

Conforme a análise de Milano (1994), para se obterem dados referentes à qualidade de vida ambiental, é necessário, além da quantidade de áreas verdes, mapear a distribuição e qualidade de conservação destas áreas.

Estes mapeamentos, realizados por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e imagens de alta resolução, são de extrema importância, visto que permitem uma detecção precisa das áreas verdes, o seu estado de conservação e a sua distribuição no ambiente urbano.

### 2.6.1. Sistemas de Informações Geográficas (SIGs)

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) podem ser definidos como sistemas destinados ao tratamento de dados referenciados espacialmente. Esses sistemas multidisciplinares permitem a manipulação dos dados de diversas fontes, como mapas, imagens e cadastros, permitindo recuperar e combinar informações para efetuar os mais diversos tipos de análises sobre os dados (ALVES, 1990).

O uso das ferramentas do Sistema de Informações Geográficas está se tornando cada vez mais comum para tentar compreender a distribuição de dados oriundos de fenômenos ocorridos no espaço, sendo aplicadas em diversas áreas, tais como: saúde, meio ambiente, geologia, agronomia, arquitetura, cartografia, entre tantas outras. Tais estudos só estão se tornando

possíveis e comuns, devido à disponibilidade de sistemas de baixo custo e com interfaces amigáveis (CÂMARA et al., 2004).

Ferrari Júnior (1997) ressalta que os SIGs foram inseridos em projetos para reduzir custos, aprimorar decisões e serviços à população, etc. Um SIG não resolve nada sozinho: não toma decisões nem reduz custos. SIGs viabilizam projetos, facilitam o trabalho, provêm subsídios a decisões.

Segundo Louzada (2010), é comum o tratamento de SIG como sinônimo de geotecnologia e vice-versa. No entanto, o termo geotecnologia é mais amplo e engloba procedimentos envolvidos, desde a captura da informação até a obtenção do produto final gráfico. O SIG poderia ser descrito como o conjunto de ferramentas para instrumentalizar a geotecnologia.

Nos últimos anos, foram desenvolvidos vários estudos, principalmente norte-americanos, utilizando sensoriamento remoto e ou SIG para o inventário e manejo de áreas verdes. A grande vantagem dessas tecnologias é obter dados visuais e poder relacionar os mais variados dados espaciais, de diferentes gêneros, com dados alfanuméricos, obtendo respostas integradas para problemas urbanos e rurais, de maneira rápida e econômica, proporcionando uma experiência de conhecimento holístico sobre as áreas avaliadas (SILVA FILHO, 2003).

Dentre as tecnologias relacionadas ao geoprocessamento, destacam-se as técnicas de interpretação e processamento de imagens. A partir da análise e interpretação de imagens de sensores remotos, os conceitos geográficos de lugar, localização, interação homem/meio, região e movimento (dinâmica) podem ser articulados.

Neste sentido, a análise da vegetação urbana, vinculada ao geoprocessamento, demonstra-se relevante ao planejamento ambiental urbano, podendo, a partir do uso do SIG, coletar, interpretar e representar dados em vários níveis de detalhamento.

#### 2.6.1.1. Fotointerpretação

A fotointerpretação pode ser definida como um processo que utiliza observação e interpretação, fundamentado no raciocínio lógico, dedutivo e

indutivo para compreender e explicar o comportamento de cada objeto contido nas imagens (MOREIRA, 2003).

Para a análise da vegetação, o sensoriamento remoto tem grande contribuição, uma vez que é possível detectar mudanças, avaliar e realizar o monitoramento da cobertura vegetal. Tal tarefa pode ser feita por meio da interpretação de imagens de sensores remotos, obtidas, por exemplo, por satélites e fotografias aéreas (GALVÍNCIO et al. 2007).

A fotografia aérea representa a principal fonte de dados para estudos intraurbanos, já que estes necessitam de uma resolução espacial mais fina, muitas vezes não oferecida pelos sensores orbitais isoladamente. No caso de fotografia aérea, as imagens são obtidas por meio de uma câmera acoplada ao avião.

Conforme Alvarez (2004), as fotografias aéreas permitem avaliar as informações da superfície terrestre no instante da tomada da foto, permitindo identificar e definir os alvos desejados, tanto da superfície terrestre, como deduzir os elementos e fenômenos subterrâneos.

O ortofoto é um produto cartográfico que reúne as vantagens da fotografia aérea com as da cartografia vetorial. Tem uma escala constante e podem ser medidos diretamente ângulos, distâncias e áreas. Por causa destas características, os ortofotos são uma excelente base cartográfica para SIGs, sendo também utilizados em diversos tipos de planejamento em que seja necessário rigor espacial, como, por exemplo, estudos de planejamento urbano, de gestão de recursos agrícolas, entre outros (SILVA ANTÓNIO, 2004).

## 2.7. GEOTECNOLOGIAS E ANÁLISE AMBIENTAL

A análise ambiental constitui um assunto de interesse para a aplicação de técnicas de geotecnologias, levando em consideração a facilidade de representação da espacialidade cartográfica do fenômeno analisado e a integração dos dados pelo mapeamento temático.

O potencial de informações que podem ser abstraídas dessa análise torna-se, cada vez mais, uma prática imprescindível, eficaz e confiável para os

estudos dessa natureza, tendo em vista a necessidade de monitoramento de áreas que estão sujeitas a constantes intervenções humanas (RAMALHO, 2002 apud GALVÍNCIO et al. 2007).

De acordo com Orth et al. (2003), as geotecnologias podem ser entendidas como um conjunto de técnicas e processos que visam a estudar espaços terrestres com seus elementos naturais e/ou construídos. Atendem às necessidades de levantamento, organização e análise de dados localizados no espaço geográfico.

No meio científico, diversos trabalhos têm utilizado a geotecnologia na identificação e monitoramento de variáveis ambientais. Pirovani (2010) analisou a estrutura da paisagem florestal na bacia do rio Itapemirim-ES por meio de métodos quantitativos e estudou a influência do efeito de borda nos fragmentos florestais de diferentes tamanhos, utilizando técnicas de geotecnologia, aliadas ao SIGs. Louzada (2010) propôs rotas para implantação de Corredores Ecológicos na interligação dos Parques Estaduais Forno Grande e Pedra Azul, ES. Castro (2008) realizou um zoneamento agroclimático para a cultura do *Pinus* no Estado do Espírito Santo; enquanto Rossetti et al. (2007) mapearam e avaliaram as alterações da distribuição da cobertura vegetal intraurbana e a expansão da área urbanizada da cidade de Rio Claro (SP), para os cenários de 1962 e 1972.

Outro fator de grande relevância em estudos de análise ambiental é a previsão do aspecto climático de uma região. As mais diversas atividades humanas são afetadas pelas variáveis climáticas em geral, como a radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar, precipitação, entre outras. Para tanto, a importância de se controlar os efeitos climáticos e as variáveis relativas ao território deve estar ligada, diretamente, à melhoria da qualidade ambiental.

Um exemplo desta afirmativa são os dados respectivos à variável climática temperatura do ar, principalmente diante da preocupação mundial com os atuais e futuros efeitos das mudanças climáticas globais.

### **2.7.1. Variável climática: temperatura do ar**

Segundo Barbosa et al. (2003), as alterações climáticas decorrentes da ocupação desordenada da terra implicam desconforto aos habitantes urbanos e também repercutem no desempenho energético da cidade, provocando os efeitos de ilhas de calor urbanas.

Um fator ambiental de grande relação com a temperatura é o relevo. Este pode facilitar ou dificultar as circulações das massas de ar, influenciando na temperatura do local. Quanto maior a altitude, mais rarefeito torna-se o ar, ocorrendo também menor irradiação e, por consequência, menores temperaturas. O contrário ocorre em altitudes baixas.

O estudo da distribuição da temperatura de uma região, por meio de mapeamento, é de grande significância para o planejamento e análise de fatores ambientais que interferem ou sofrem com as mudanças climáticas.

Uma classificação ecológica com base em dados climáticos, para fins de planejamento ambiental em determinada região, requer a disponibilidade de dados em quantidade suficiente para caracterizar, satisfatoriamente, as condições climáticas da área em questão (OLIVEIRA NETO et al., 2002).

De acordo com Castro (2008), a temperatura do ar representa o fator térmico e é obtido por meio de medições realizadas por estações meteorológicas. Porém, devido à má distribuição e ao reduzido número de pontos de medida, ainda existe uma grande dificuldade de se obter essa variável climática em algumas regiões. Diante disso, diversos trabalhos utilizam modelos matemáticos obtidos por meio de equações de regressão para estimar as temperaturas do ar para locais onde esses dados são inexistentes (SEDIYAMA et al., 2002; OLIVEIRA NETO et al., 2002; PEZZOPANE, et al., 2004; MEDEIROS et al., 2005).

#### **2.7.1.1. Estimativa da temperatura do ar**

O sensoriamento remoto tem a vantagem de proporcionar em tempo sincronizado uma densa rede de dados de temperatura para toda uma cidade e ou para uma área distinta da mesma (NICHOL, 1996). O uso de Modelos

Digitais de Elevação (MDE) para análise das altitudes também é eficiente para tais estudos. Essas geotecnologias, associadas, têm sido utilizadas visando à compreensão do contexto de paisagem na qual a cidade se encontra inserida (TEZA & BAPTISTA, 2005).

Santos e Fontana (1997), Valeriano e Picini (2000), Medeiros et al. (2005) verificaram a inclusão do relevo na estimativa da temperatura média do ar, utilizando um modelo digital de elevação por meio de SIG. Estes estudos resultaram em mapas com riqueza de detalhe e maior fidelidade em relação ao comportamento da variável meteorológica verificada em condições de campo, fato também verificado por Valladares et al. (2004), que geraram mapas de temperatura média do ar para o Estado de São Paulo.

Conforme Castro et. al (2010), o uso de Modelos Digitais de Elevação, a partir da interpolação, tem possibilitado que se estimem os valores médios, mensais e anuais das temperaturas mínimas, médias e máximas, em função da latitude, longitude e altitude (variáveis independentes) de regiões onde existem séries históricas representativas.

Apesar do grande número de trabalhos, muitos Estados brasileiros carecem de informações climatológicas de temperatura do ar, que poderiam ser estimadas a partir de equações de regressão associadas aos Modelos Digitais de Elevação (VALLADARES et al., 2004).

### **2.7.2. Equações de regressão para estimativa das temperaturas do ar**

A análise de regressão tem sido utilizada com ênfase na solução de grande parte dos problemas ambientais e climatológicos, especialmente quando se pretende obter estimativas de parâmetros importantes com o mínimo de custo e tempo, utilizando-se de relações matemáticas que possibilitam obter essas estimativas de forma indireta por meio de equações de regressão (SCHNEIDER, 1998).

De acordo com Oliveira Neto et al. (2002), no Brasil, sobretudo no Espírito Santo, as estações meteorológicas são encontradas em um número muito reduzido e mal distribuídas. Desta forma, é necessária a estimativa das temperaturas do ar para os locais com deficiência de dados climatológicos,

utilizando equações de regressões múltiplas obtidas a partir de modelos estatísticos.

Para Moraes et al. (2010), a estimativa de temperaturas mínima, média e máxima, mensais e anual pelo ajuste de séries históricas de dados em função da longitude, latitude e altitude, por meio de regressão, é uma saída para contornar a carência de informações climatológicas. Neste sentido, Cavalcanti & Silva (1994) citam que o ajuste de equações de regressão tem possibilitado a estimativa da temperatura do ar, com grau considerável de precisão.

Sediyama et al. (2002) apud Castro (2008) citam que os modelos estatísticos não são expressões exatas da realidade, mas sim uma representação simplificada da realidade de campo. Eles usam dados de variáveis dependentes e independentes, e quanto mais alto for o seu coeficiente de determinação ( $R^2$ ), mais precisão ele terá em representar a realidade.

### **2.7.3. Modelo Digital de Elevação (MDE)**

Segundo Chaves (2002), o MDE pode ser considerado como qualquer representação digital de uma variação contínua do relevo no espaço. Modelar digitalmente uma superfície significa representá-la por meio de um método ou modelo matemático a partir de dados de altitude. Já Valeriano (2008), conceitua MDE da seguinte forma: “são arquivos que contêm registros altimétricos estruturados em linhas e colunas georreferenciadas, como uma imagem com valor de elevação em cada pixel”. Os registros altimétricos devem ser valores de altitude de relevo, idealmente, para que o MDE seja uma representação da topografia.

A identificação de sistemas terrestres ganha mais objetividade e uniformidade em relação aos métodos tradicionais (qualitativos), quando se adotam métodos paramétricos (quantitativos) que requerem a medição e mapeamento de variáveis do relevo. Dentre elas, destacam-se: a altitude, declividade, curvaturas vertical e horizontal, orientação de vertentes, dentre outras variáveis morfométricas, sendo a abordagem paramétrica facilitada por

alternativas como imageamento orbital e geoprocessamento de modelos digitais de elevação (VALERIANO, 2008).

#### **2.7.4. Imagem de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*)**

A imagem de radar SRTM é originária da missão de mapeamento do relevo terrestre SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), desenvolvido pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) e National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) dos Estados Unidos no ano 2000 (VALERIANO, 2004). Os resultados dessa missão internacional permitiram a disponibilização de um MDE com boa resolução (90 m) para toda a América do Sul (SOUZA FILHO, 2003).

Os MDEs foram gerados por interferometria de radar. Nesse processo, o sinal emitido é recebido por duas antenas separadas por uma distância de 60 m. A separação dos sistemas de antenas no espaço, com conhecimento das posições relativas das mesmas, gera corretamente a topografia (RABUS et al., 2003; FONI & SEAL, 2004).

A EMBRAPA gerou a partir dos dados SRTM, o projeto relevo do Brasil, um portal interativo em que o usuário obtém informações concernentes ao relevo de qualquer região, de qualquer Estado da Federação (MIRANDA, 2005). Nesse mesmo portal, a EMBRAPA disponibiliza gratuitamente os dados originais do SRTM, na escala de 1:250.000, previamente georreferenciados, em formato GeoTIFF e na projeção cartográfica WGS 84, que podem ser importados para bancos de dados em SIG, assumindo a estrutura de um MDE.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na cidade de Vitória, capital do Estado do Espírito Santo. Situada a 20°19' de Latitude Sul e 40°20' de Longitude Oeste, Vitória é o centro de uma área geográfica de grande nível de urbanização denominada Região Metropolitana da Grande Vitória, compreendida por mais seis municípios - Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana e Vila Velha (Figura 4).

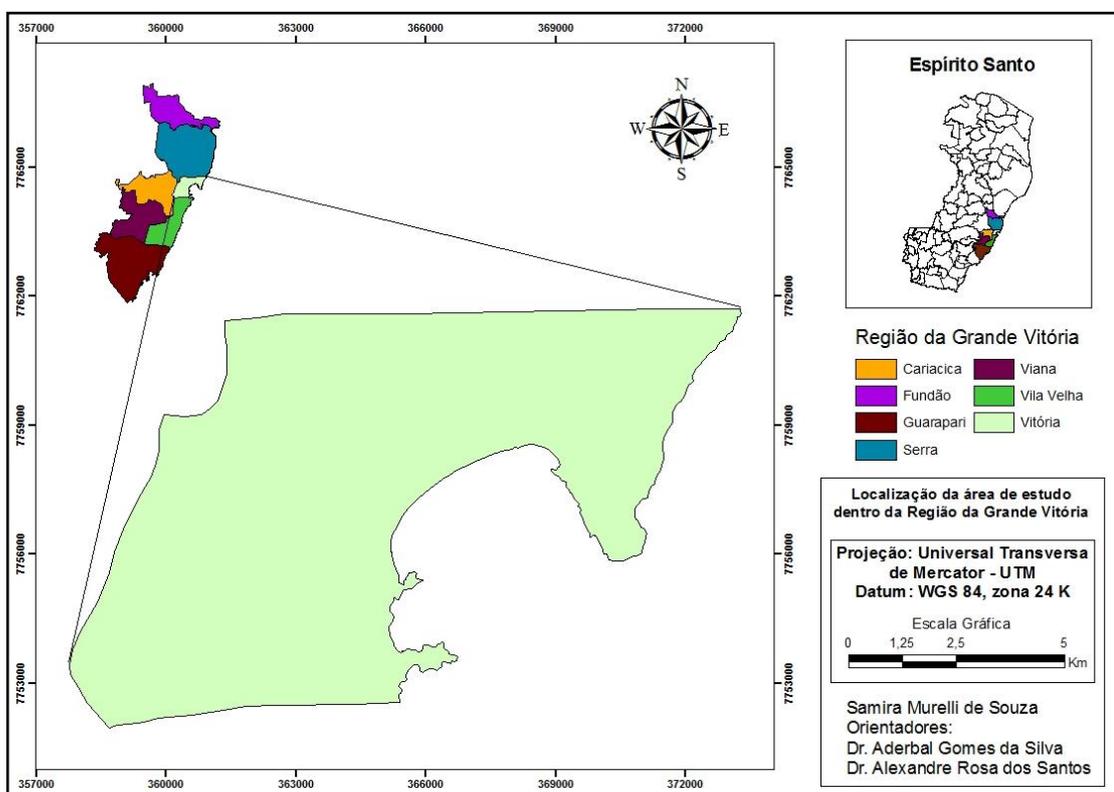


Figura 4. Localização da cidade de Vitória, ES.

A cidade é uma das menores do território brasileiro, com área de aproximadamente 99 km<sup>2</sup> e população de 327.801 habitantes (IBGE, 2010). A capital capixaba conta com 79 bairros (78 mais a área do Aeroporto) distribuídos pela ilha, estando os bairros mais nobres situados ao Norte e a Leste, e os mais carentes ao Sudoeste da capital.

De acordo com a Prefeitura Municipal de Vitória (2011b), a organização político-administrativa de Vitória foi regulamentada pela Lei 6.077/2003 - Lei de Bairros, a qual define que a cidade passa a ser dividida por sete regionais administrativas. Essa divisão, de acordo com a Lei de Bairros, facilita o controle administrativo dos serviços públicos e a orientação espacial das pessoas. Em 2005, pela Lei 6.488/2005, a oitava regional foi criada. Na Figura 5, encontram-se ilustradas as oito Regiões, compondo todos os bairros da cidade.

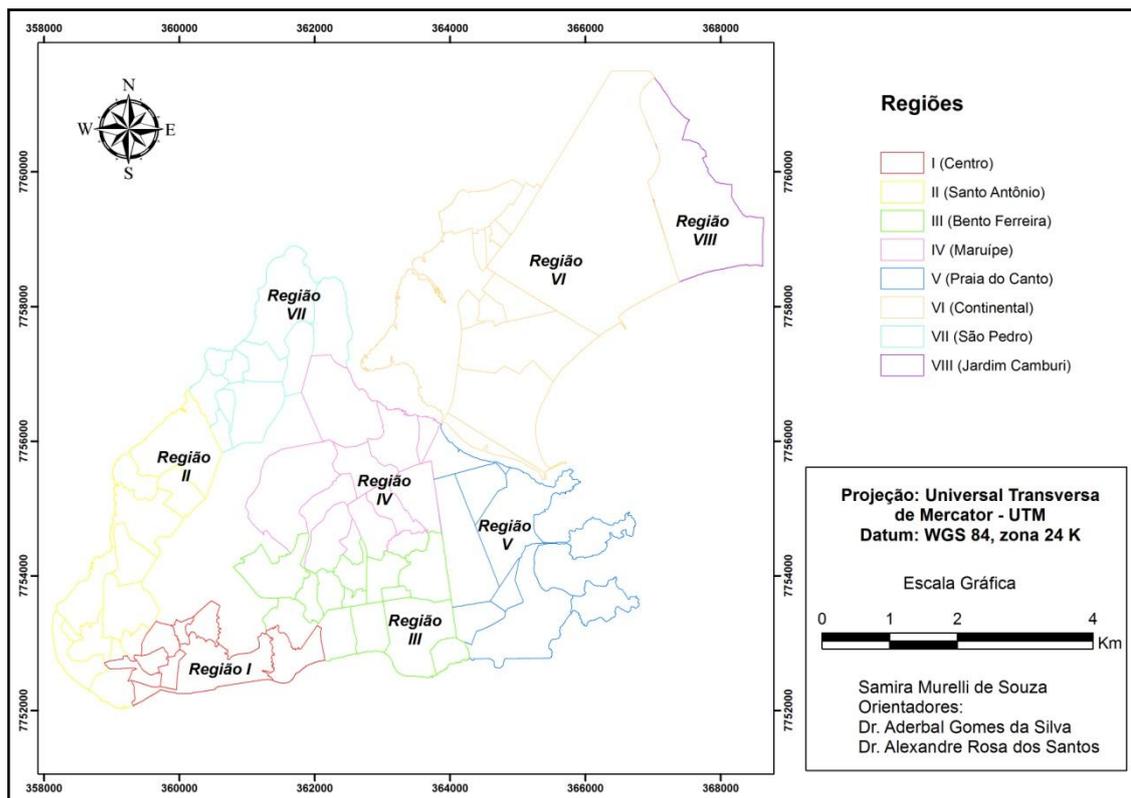


Figura 5. Regiões Administrativas da cidade de Vitória, ES.

O clima da cidade é tropical úmido, com temperatura média anual em torno de 24° C com ocorrência de precipitações pluviométricas, principalmente nos meses de outubro a janeiro. As temperaturas podem variar muito no inverno, podendo chegar aos 30° C em épocas de grande seca, e 12° C quando ocorrem tempestades e precipitações pluviométricas. Na cidade, chove em média 350 mm de chuva a menos do que no Espírito Santo.

Vitória é uma das cidades mais quentes do Estado, devido à poluição e à grande aglomeração de prédios, além das várias montanhas na ilha, que

bloqueiam o vento Sul, que tradicionalmente ocorre em dias frios. Tudo isso faz as mínimas da cidade serem 2° C mais quentes do que o resto do Estado.

O relevo da ilha é um prolongamento do continente, de constituição granítica, circundado pelo mar. Além disso, 40% da área da cidade é montanhosa, ou seja, não é possível grande expansão no local. A vegetação típica é a floresta tropical e áreas de mangue e restinga.

## 3.2. MAPEAMENTO DA VEGETAÇÃO DE VITÓRIA

### 3.2.1. Base de dados

O mapa de classificação das áreas de vegetação de Vitória foi obtido por meio da digitalização do ortofotomosaico do ano de 2007, disponibilizado pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), com escala de 1:35.000 e resolução espacial de 1 m.

Conforme Pirovani (2010), a aerofoto IEMA 2007/2008 abrange todo o território do Estado do Espírito Santo. É resultado do convênio “VALE DE QUALIDADE AMBIENTAL” celebrado entre a Companhia VALE e o Governo do Estado, este representado pelo IEMA. As aerofotos, formadas pela articulação de cerca de 540 blocos de imagens de 10 x 10 km, são constituídas de imagens de alta qualidade, muito úteis para a identificação e mapeamento de feições geográficas e do uso da terra, entre outras informações que servem de base para orientar as ações institucionais e as políticas públicas na gestão ambiental.

A digitalização via tela das feições foi feita na escala de 1:1.500 no aplicativo computacional ArcGIS 10, da empresa ESRI, por meio de técnicas de fotointerpretação. Para facilitar a fotointerpretação, foram realizadas algumas visitas em campo, a fim de verificar *in situ* a área de estudo, possibilitando a checagem da interpretação das classes de vegetação.

Após estudo dos fatores importantes para o processo de fotointerpretação como forma, tamanho, padrão, textura e tonalidade, foi elaborado um arquivo vetorial poligonal (shapefile) para as áreas de vegetação identificadas.

O shapefile foi sobreposto à imagem para a digitalização via tela. Em caso de dúvidas nas classes durante a digitalização, foram feitas comparações pela imagem pancromática de 2005, em composição falsa-cor, do Satélite Quickbird (Empresa Intersat) e pela imagem GEOEYE do Google Earth de 2010. Em seguida, os polígonos foram editados e agrupados em classes. Assim, foi obtido o mapa temático da vegetação urbana da cidade de Vitória, ES.

A quantificação da área de cada classe foi obtida por meio da calculadora de valores da tabela de atributos do próprio arquivo vetorial, tornando possível comparar os tamanhos das diversas classes encontradas na cidade, as porcentagens em relação à área de Vitória, suas analogias, além de calcular os índices de qualidade ambiental.

As etapas da metodologia utilizada na elaboração do mapa das classes de vegetação estão representadas no fluxograma da Figura 6.

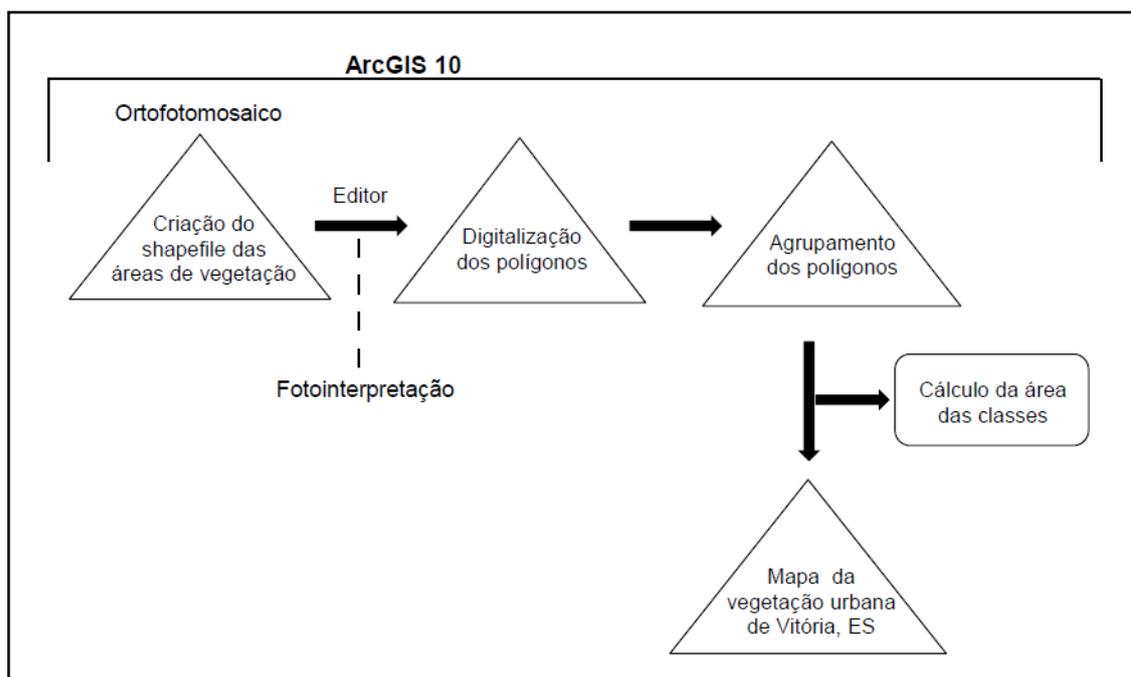


Figura 6. Etapas para elaboração do mapa de vegetação urbana de Vitória, ES.

### 3.2.2. Classificação das áreas de vegetação

Partindo-se da afirmação de que o verde é uma necessidade dentro das cidades e de que este precisa estar ao alcance de todos os cidadãos,

foram adaptados, a este estudo, os conceitos, métodos e técnicas propostas por Cavalheiro et al. (1999), identificando, classificando, mapeando e quantificando a cobertura vegetal, os espaços livres e as áreas verdes da área de estudo.

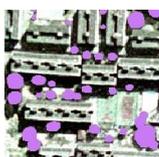
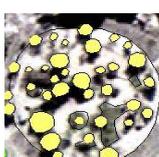
A partir da fotointerpretação da imagem, foram digitalizadas árvores individuais, em relação à projeção do diâmetro das copas, e maciços verdes. Foram identificadas e definidas 17 classes de vegetação em Vitória, descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Classes de vegetação da cidade de Vitória-ES, identificadas e mapeadas a partir de técnicas de fotointerpretação

CLASSES	FIGURAS	DESCRIÇÃO
1. Limites de praças		Contorno das áreas das praças
2. Limites de parques		Contorno das áreas dos parques.
3. Trevos e rotatórias		Rotatórias e trevos com superfície gramada.
4. Arborização privada		Arborizações privadas de escolas, indústrias, comércios, clubes, entre outros.
5. Arborização viária		Árvores (isoladas ou em grupos) de acompanhamento viário, de passeios (calçadas) e de canteiros.
6. Piso gramado		Faixas de verde representadas por campos de futebol, canteiros, jardins e quintais de casas.

Continua...

Tabela 1, continuação:

CLASSES	FIGURAS	DESCRIÇÃO
7. Fragmentos florestais		Áreas de mangue, restinga e reflorestamento.
8. Arborização residencial		Árvores nos quintais das casas e nos conjuntos residenciais.
9. Arborização de cemitério		Árvores presentes nos cemitérios de Vitória.
10. Terrenos baldios		Terrenos baldios ou lotes, com pisos gramados significativos,
11. Árvores de praças		Destacadas apenas as árvores contidas nas praças.
12. Piso gramado de praças		Destacado apenas o piso gramado das praças.
13. Fragmentos de praças		Conjunto de árvores que formam maciços verdes nas praças.
14. Arborização da orla		Árvores presentes na orla marítima.
15. Árvores de parques		Árvores presentes nos parques urbanos.

Continua...

Tabela 1, continuação:

CLASSES	FIGURAS	DESCRIÇÃO
16. Piso gramado de parques		Piso gramado dos parques urbanos.
17. Fragmentos de parques		Maçiços de vegetação presentes nos parques urbanos.

### 3.3. ÍNDICES DE QUALIDADE AMBIENTAL UTILIZADOS

Sobre a quantificação da vegetação urbana, pode-se falar em diferentes índices, com o propósito de aprimorar o método, fornecer mais índices para possíveis comparações e diagnosticar a situação do “verde” na cidade de Vitória, ES.

O Índice de Cobertura Vegetal (*ICV*), Índice de Áreas Verdes (*IAV*) e o Índice de Espaços Livres (*IEL*) são alguns dos tipos de indicadores que mensuram a qualidade ambiental de uma cidade.

#### 3.3.1. Percentual de Cobertura Vegetal

Para o cálculo do percentual de cobertura vegetal de Vitória, foram consideradas as 17 classes mapeadas, ou seja, todas as manchas de vegetação observadas na imagem.

Conhecendo-se então a área total da vegetação mapeada, em metros quadrados (m<sup>2</sup>), e a área total de Vitória para o ano em questão (2007), também em m<sup>2</sup>, pôde-se obter a proporção de cobertura vegetal da cidade a partir da Equação 1.

$$PCV (\%) = \frac{\sum \text{cobertura vegetal}}{\text{área da cidade}} \times 100 \quad (1)$$

### 3.3.2. Índice e Percentual de Espaços Livres

A partir do mapeamento, identificaram-se os espaços livres de acordo com os requisitos pré-definidos, com base no conceito sugerido por Cavalheiro et al. (1999), em que os espaços livres urbanos são considerados como áreas destinadas à recreação; privados ou públicos, sem grande relevância para a relação entre superfícies permeáveis e impermeáveis do local, mas que desempenhem, principalmente, as funções estéticas, de lazer e ecológico-ambiental. Com isso, foram determinadas as praças, parques urbanos e similares, por se encaixarem no descrito.

A partir das Equações 2 e 3, calculou-se o índice demográfico e o percentual de espaços livres de construção da cidade de Vitória.

$$IELU = \frac{\sum \text{espaço livre urbano}}{\text{n}^\circ \text{ de habitantes da cidade}} \quad (2)$$

$$PELU (\%) = \frac{\sum \text{espaço livre urbano}}{\text{área da cidade}} \times 100 \quad (3)$$

Todos os índices foram calculados baseando-se na área e população de 2007 da cidade de Vitória, pois o mapeamento teve como referência a imagem desse ano.

### 3.3.3. Índice e Percentual de Áreas Verdes

As áreas verdes foram avaliadas, levando-se em consideração o tamanho, a relação entre superfícies permeáveis e impermeáveis, a potencialidade da vegetação em regular o clima local. Também foi observado o potencial para o uso com base nas oportunidades para se obter experiências recreativas e educacionais, principalmente, em contato com a natureza.

A área verde é um tipo especial de espaço livre urbano, que atende a algumas exigências. Sendo assim, foram definidas como áreas verdes as praças, parques e similares, que atenderam aos seguintes critérios:

- Áreas cujo elemento fundamental é a vegetação (arbórea, arbustiva ou herbácea) e com predomínio de uso do solo permeável, que juntos ocupassem, no mínimo, 50% da área total;
- Que exercessem funções ecológicas, de lazer e estéticas;
- Áreas públicas (com livre acesso à população), com condições para recreação;
- Praças com área entre 100 m<sup>2</sup> e 10 ha e Parques a partir de 20.000 m<sup>2</sup> (2 ha) – foram adotados estes valores devido ao pequeno território da cidade de Vitória e que, por ser muito urbanizada, restam poucos espaços para a infraestrutura de parques e praças com grandes extensões.

Respeitando-se os critérios pré-definidos, o Índice de Áreas Verdes (*I*AV) da cidade de Vitória foi calculado pelo somatório das áreas verdes em metros quadrados (m<sup>2</sup>), obtidas a partir do mapeamento em escala de detalhe, dividido pelo número de habitantes da cidade (Equação 4).

$$I\text{AV} = \frac{\sum \text{das áreas verdes}}{\text{n}^\circ \text{ de habitantes da cidade}} \quad (4)$$

Optou-se por trabalhar, como base de comparação, com o índice sugerido pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU) na Carta de Londrina e Ibiporã, que indica 15 m<sup>2</sup>/habitante, como sendo o mínimo de áreas verdes públicas destinadas à recreação e com a finalidade de assegurar as condições mínimas de qualidade de vida.

Para determinar o percentual de áreas verdes da cidade de Vitória, fez-se o cálculo a partir da Equação 5.

$$P\text{AV}(\%) = \frac{\sum \text{das áreas verdes}}{\text{área da cidade}} \times 100 \quad (5)$$

Após o cálculo do *I*AV, com base no critério de  $\geq 50\%$  de cobertura vegetal, foram calculados novos índices de áreas verdes.

Primeiro, considerando exclusivamente a arborização viária; em seguida, considerando toda a cobertura vegetal mapeada; na sequência, foram considerados apenas os parques e praças com  $\geq 70\%$  de cobertura vegetal, seguindo o conceito proposto por Cavalheiro et al. (1999); e, por último, as áreas com  $\leq 50\%$  de cobertura vegetal, a fim de analisar a qualidade dos locais destinados ao lazer e à recreação dos usuários.

#### 3.3.3.1. Proposta para o cálculo de Índice de Áreas Verdes

Sabe-se que, para o cálculo do índice de áreas verdes (*IAV*), devem-se levar em consideração os espaços, cujo acesso da população é livre, e que ofereçam as funções de lazer e recreação, estéticas e ecológicas, sobretudo a amenização do microclima local.

Diante disso, como proposta conceitual para a avaliação da qualidade ambiental de Vitória, foram adotadas como áreas verdes as praças e parques urbanos, que seguem os critérios de cobertura vegetal ( $\geq 50\%$  de cobertura vegetal) e dimensões territoriais já descritos, bem como os fragmentos florestais urbanos, caracterizados como Unidades de Conservação, destinados ao uso público.

Entende-se que estas áreas atendem às funções desejadas e contribuem para o alcance do índice ideal para a cidade de Vitória.

#### 3.3.3.2. Índice de Áreas Verdes para os anos de 2007 a 2011

Foram realizados os cálculos de *IAV*, seguindo a proposta conceitual, para os anos de 2007 a 2011, apenas para fins de comparação, visando a ter uma noção da evolução da disponibilidade das áreas verdes, conforme o aumento da população da cidade de Vitória.

Para os cálculos, a proporção de cobertura vegetal mapeada foi mantida inalterada no decorrer destes quatro anos, uma vez que o ortofotomosaico (2007), disponibilizado pelo IEMA, não apresentou alterações significativas na vegetação urbana de Vitória, quando comparado à imagem do Satélite Quickbird (2005) e à imagem do Google Earth (2010).

A Secretaria de Gestão Estratégica (SEGES) estimou a população de Vitória para 2011, possibilitando a realização do cálculo para este ano (PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA, 2011a).

### 3.4. AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NO MICROCLIMA URBANO

Esta etapa da pesquisa foi realizada em campo, a partir da coleta de dados das variáveis temperatura e umidade relativa do ar, para analisar o comportamento térmico de ambientes externos, com diferentes graus de arborização, permitindo assim verificar a influência da vegetação em ambientes menores, observando as diferenças microclimáticas presentes na cidade de Vitória, ES.

#### 3.4.1. Locais de coleta

A determinação dos sítios se deu a partir das diferenças de uso e ocupação da terra, detectadas por meio de visitas “in loco” e pelas imagens de satélite do ano de 2010, obtidas pelo *software* Google Earth.

Adotou-se a metodologia utilizada por Shashua-Bar e Hoffman (2000), na qual a análise do efeito resfriador da vegetação foi obtida por meio de pontos de referência (comparação). Numa mesma área, um ponto foi coletado próximo à vegetação, já seu ponto de referência era exposto à radiação solar direta, cujas distâncias foram de no máximo 50 m um do outro. Ao todo, foram determinados três locais de coletas e seis leituras realizadas. Tais locais estão descritos abaixo:

- **Local I: Parque Moscoso** - localizado no Centro de Vitória, é o mais antigo Parque da cidade. Pela Figura 7 pode-se notar a vegetação bem abundante, que é essencialmente composta por espécies nativas de Mata Atlântica. É caracterizado como um local tranquilo, de lazer, em meio à correria do centro da metrópole (PREFEITURA DE VITÓRIA, 2011c). No interior do

Parque foram coletados dados de temperatura e umidade relativa do ar próximos à arborização, em local com sombreamento, enquanto o ponto de radiação solar direta para a comparação foi determinado fora do Parque, na calçada do outro lado da rua, localizada a aproximadamente 10 m da entrada do Parque e aproximadamente 50 m do primeiro ponto de coleta.



Figura 7. Imagem de satélite do Parque Moscoso, na cidade de Vitória-ES.

- **Local II: Praça Philogomiro Lannes** - localizada no bairro Jardim da Penha, esta praça, de forma circular, caracteriza-se por possuir arborização bem dispersa, sendo insuficiente para o seu sombreamento; grande extensão de área construída e pavimentada; tráfego intenso de veículos ao redor, e o entorno caracterizado pela existência de muitos prédios e comércios, como pode ser visualizado na Figura 8. Foram coletados dados num ponto sob as árvores que ofereciam sombreamento, enquanto seu ponto de comparação foi definido na borda da praça, próximo à via, sem nenhuma árvore presente, a uma distância de aproximadamente 20 m, um ponto do outro.



Figura 8. Imagem de satélite da Praça Philogomiro Lannes, na cidade de Vitória-ES.

- **Local III: Campus da UFES/Goiabeiras** - o campus da UFES possui grandes extensões de fragmentos florestais, pois é cercado por uma área de manguezal mantida sob proteção ambiental. Por ser uma grande Instituição de Ensino, possui extensa área pavimentada e áreas construídas com grandes estruturas, ainda assim, é um dos poucos locais da cidade a apresentar um percentual de área verde relativamente elevado em relação à área construída. O fragmento estudado localiza-se próximo ao Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas da UFES (Figura 9), possui o solo coberto por serapilheira e pouca radiação solar em seu interior. Foram coletados dados a uma distância de aproximadamente 20 m para o interior do fragmento. Já o ponto de comparação apresentava-se a aproximadamente 50 m de distância da borda do fragmento para não haver influência desta nos resultados, em via pavimentada, com poucas árvores próximas que não interceptaram a radiação solar.



Figura 9. Imagem de satélite do fragmento florestal, *campus* da UFES, na cidade de Vitória-ES.

#### **3.4.2. Obtenção das variáveis climáticas temperatura e umidade relativa do ar**

Para a realização desta etapa, utilizou-se a mini estação meteorológica portátil da marca Nielsen-Kellerman, modelo KESTREL 4000, cuja medição da temperatura possui precisão de  $\pm 1^\circ \text{C}$  e a umidade relativa do ar medida de 5 a 95%.

Os registros de valores dos elementos climáticos foram realizados simultaneamente nos horários de verão de 09h, 13h e 18h, em condições de céu aberto e ar calmo, tomados nos dias 11, 12 e 13 de Fevereiro de 2011. A coleta foi realizada nesse mês de verão, por ser um dos períodos mais quentes do ano, já as datas foram escolhidas de acordo com as melhores condições dos dias.

Sabe-se que o dia mais quente do ano não coincide com o Solstício de Verão (22 de dezembro), e, sim, após essa data, aproximadamente um mês depois. Isso acontece porque a atmosfera demora um tempo para se aquecer ou resfriar, quando do aumento ou diminuição da incidência solar. Diante disso, definiu-se o mês de Fevereiro para a realização da coleta de dados, uma vez que o aquecimento da atmosfera já havia se concretizado.

As leituras foram realizadas a uma altura aproximada de 1,30 m do solo, com o objetivo de obter correspondentes ao nível da altura do peito do usuário – respeitando-se a altura média do indivíduo brasileiro – com os sensores do aparelho protegidos da radiação solar direta, para se evitar a ocorrência de influências nos dados coletados.

Em cada horário de coleta, foram registradas três medições consecutivas, a cada mudança no valor de temperatura e umidade fornecido pelo aparelho, para o posterior cálculo da média destas três medidas.

As coletas entre os pontos com vegetação e seus pontos de comparação demoraram de um a dois minutos para se concretizarem, haja vista o deslocamento de um para o outro. Em cada local foram fotografadas cenas da coleta de dados.

Os dados foram trabalhados, estatisticamente, a partir do delineamento inteiramente ao acaso (DIC) com três repetições por tratamento, sendo a área arborizada e não-arborizada os dois tratamentos avaliados. As médias dos tratamentos foram posteriormente comparadas mediante Teste de Tukey. Para a análise, utilizou-se o Teste “t” de Student e o nível de significância de 5% de probabilidade.

### 3.5. MAPA REPRESENTATIVO DA TEMPERATURA MÉDIA ANUAL DO AR DA CIDADE DE VITÓRIA, ES

Para a elaboração do mapa de espacialização da temperatura média anual da cidade de Vitória, foi utilizada a metodologia de Castro (2008).

O autor desenvolveu, em seu estudo, equações de regressão linear múltipla para estimativa das temperaturas máximas, médias e mínimas mensais e anuais do ar para o Estado do Espírito Santo. Na sequência, as equações de regressão foram aplicadas ao Modelo Digital de Elevação (MDE) da região, obtido por meio de dados de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) e, a partir disso, a temperatura do ar foi espacializada na forma de mapas temáticos.

Para determinar os coeficientes das equações, o autor utilizou como base os dados médios mensais de temperaturas máxima, média e mínima do ar, coletados em abrigos termométricos observados em 14 estações meteorológicas distribuídas por todo o Estado, sendo 11 pertencentes ao Instituto Capixaba de Pesquisas e Extensão Rural (INCAPER) e três ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Considerou-se uma série histórica de mesmo tamanho, sem falhas, com um período de 30 anos (1977-2006).

### **3.5.1. Estações meteorológicas**

Na Figura 10 encontra-se ilustrada a distribuição espacial das estações meteorológicas, que forneceram os dados médios mensais de temperatura do ar, para a obtenção dos coeficientes da equação de regressão múltipla anual.

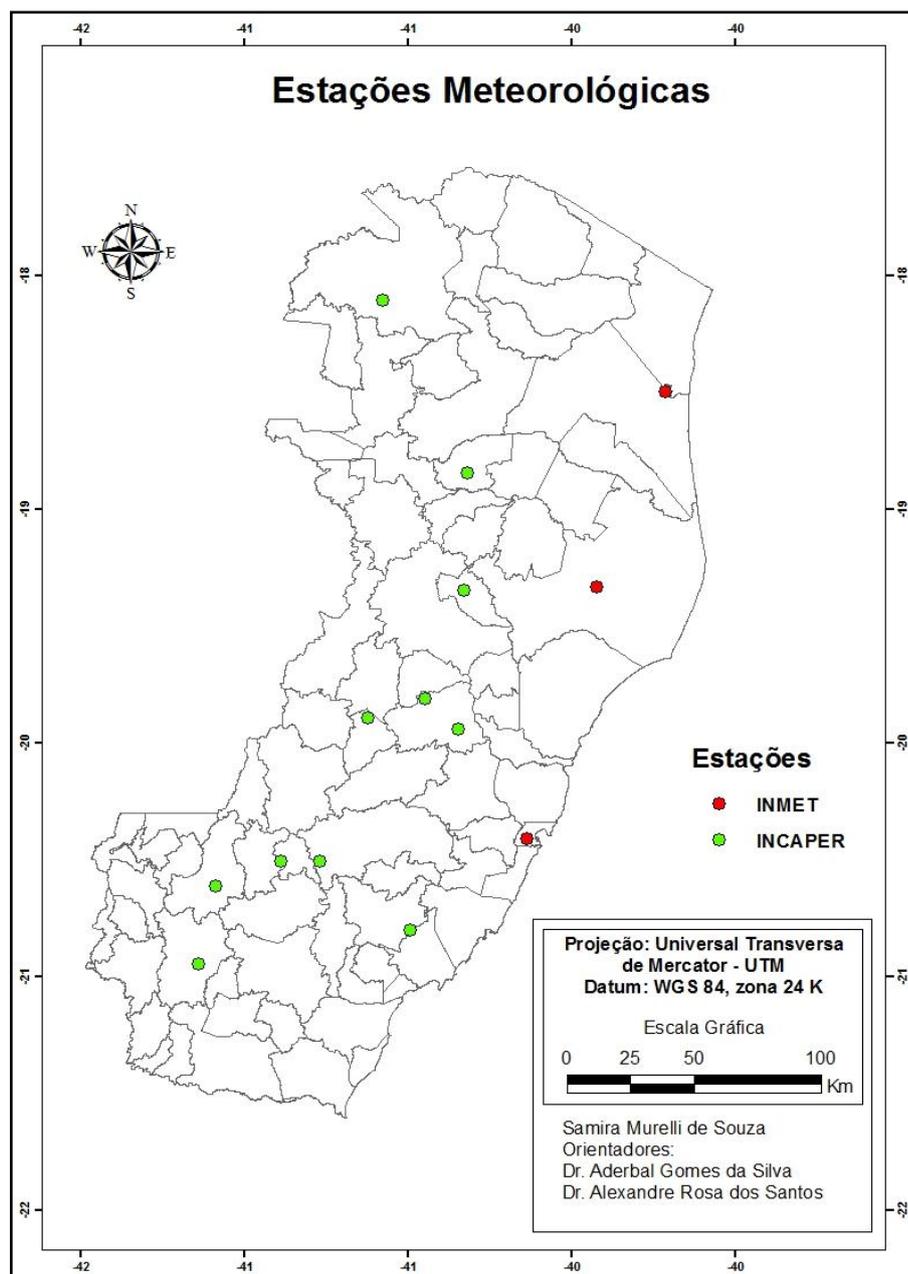


Figura 10. Distribuição espacial dos pontos de medição dos dados climáticos, localizados no Estado do Espírito Santo.

### 3.5.2. Equação de regressão linear múltipla

O ajuste do modelo de regressão linear múltipla foi feito com base na Equação 6, tendo como variável dependente a temperatura do ar e como variáveis independentes, a altitude, latitude e longitude.

$$\gamma_i = \beta_0 + \beta_1 Alt + \beta_2 Lat + \beta_3 Long + \varepsilon_i \quad (6)$$

Em que:

$\gamma_i$  = Temperatura média anual (°C);

$\beta_{is}$  = Coeficientes da regressão;

$Alt$  = Altitude (m);

$Lat$  = Latitude (graus e décimos, em valores negativos);

$Long$  = Longitude (graus e décimos, em valores negativos);

$\varepsilon_i$  = Erro aleatório

Castro (2008) avaliou o coeficiente de determinação ajustado ( $\bar{R}^2$ ) e a significância dos coeficientes de regressão pelo Teste “t” de Student em nível de 5% de probabilidade.

A equação de temperatura média anual do ar, desenvolvida pelo autor, e utilizada na metodologia do presente trabalho, está disposta na Equação 7 abaixo, com seus respectivos coeficientes de ajuste e coeficiente de determinação.

Eq. (7)

$$Tmed = -12,9848 * + (-0,0071 * Alt) + (0,4690 * Lat) + (-1,1761 * Long)$$

$$\bar{R}^2 = 0,97$$

Onde:  $Tmed$  é a temperatura média anual do ar, em graus Celsius; \* indica o coeficiente significativo a 5%.

### **3.5.3. Modelo Digital de Elevação (MDE) e espacialização da temperatura média anual do ar**

Para a espacialização da temperatura foi necessária a utilização de imagens digitais de latitude, longitude e altitude da cidade de Vitória, todas com resolução espacial de 90 m, projeção geográfica e datum horizontal WGS 84.

Para os dados de altitude, utilizou-se o MDE obtido por meio de dados de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Para sua elaboração foi criado um arquivo vetorial em pontos, cujo quadrante englobou todo o território de Vitória, incluindo as Ilhas do Frade e do Boi, que não estavam compreendidas na pesquisa de Castro (2008). De posse destes pontos, realizou-se a interpolação pelos dados SRTM, originando o MDE esperado.

Para a produção do mapa final de temperatura média anual do ar, aplicou-se, portanto, a equação de regressão ajustada (Equação 7) às três imagens digitais pela função “*Raster Calculator*”, presente no comando *Spatial Analyst* do aplicativo computacional ArcGIS 10.

Com a temperatura média anual do ar espacializada na forma de mapa temático, fez-se a reclassificação de acordo com suas amplitudes. As etapas desta metodologia estão organizadas em forma de fluxograma (Figura 11).

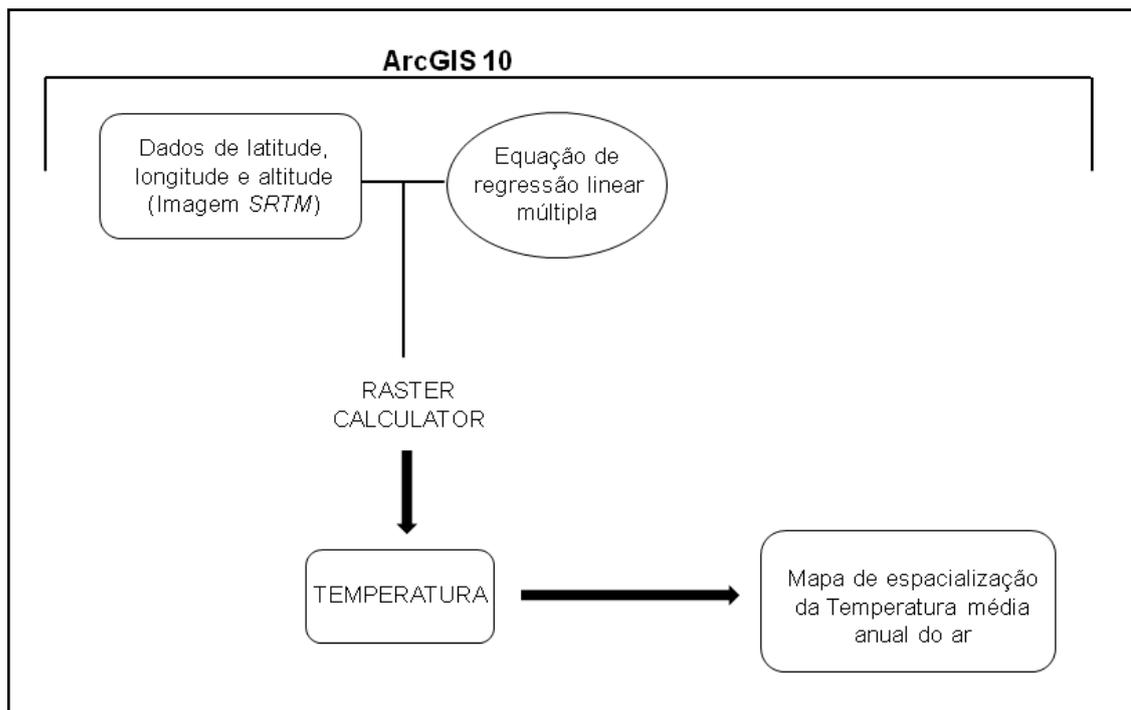


Figura 11. Etapas para elaboração do mapa de espacialização da temperatura média anual do ar, da cidade de Vitória, ES.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. MAPEAMENTO DA VEGETAÇÃO DA CIDADE DE VITÓRIA, ES

A vegetação de uma cidade favorece a melhoria de vida dos moradores e daqueles que estão diariamente envolvidos nas atividades urbanas. Dentre os diversos tipos dessa vegetação, alguns contribuem mais significativamente para a qualidade de vida e qualidade ambiental, sendo estes encontrados em áreas voltadas para o lazer e bem-estar da população, conhecidas como áreas verdes. Uma vantagem muito evidenciada das áreas verdes é a obtenção de um espaço livre de construção, apresentando um microclima mais ameno, proporcionado pelo sombreamento das copas das árvores.

Para esta função, a arborização viária também tem seu destaque, pois, em dias ensolarados, a sombra nos caminhos de circulação é o refúgio de quem tenta escapar da forte radiação e do calor, além de suas funções estéticas e de ornamentação. Segundo Paiva e Gonçalves (2002), embora a linha de árvores não tenha o mesmo efeito de um maciço de árvores em área, ela se apresenta importante pelas suas possibilidades estéticas e na referência urbana.

Outro tipo de vegetação, que, aparentemente, não influencia muito na sensação de conforto são os pisos gramados existentes na cidade. Porém, se ao invés destas superfícies permeáveis, existissem áreas pavimentadas e construídas, a sensação térmica e o desconforto da população seria pior, haja vista o alto poder de absorção de calor destes materiais.

Por estas e tantas outras considerações, é fácil perceber que todo o tipo de vegetação implantada na cidade apresenta benefícios, sendo importante considerar a integração da vegetação, reconhecendo as áreas de maior potencial para exercer suas funções. Esta integração proporciona grandes melhorias para as cidades. Desta forma, pela Figura 12, podem ser observadas as 17 classes de vegetação urbana de Vitória, que foram identificadas e mapeadas.

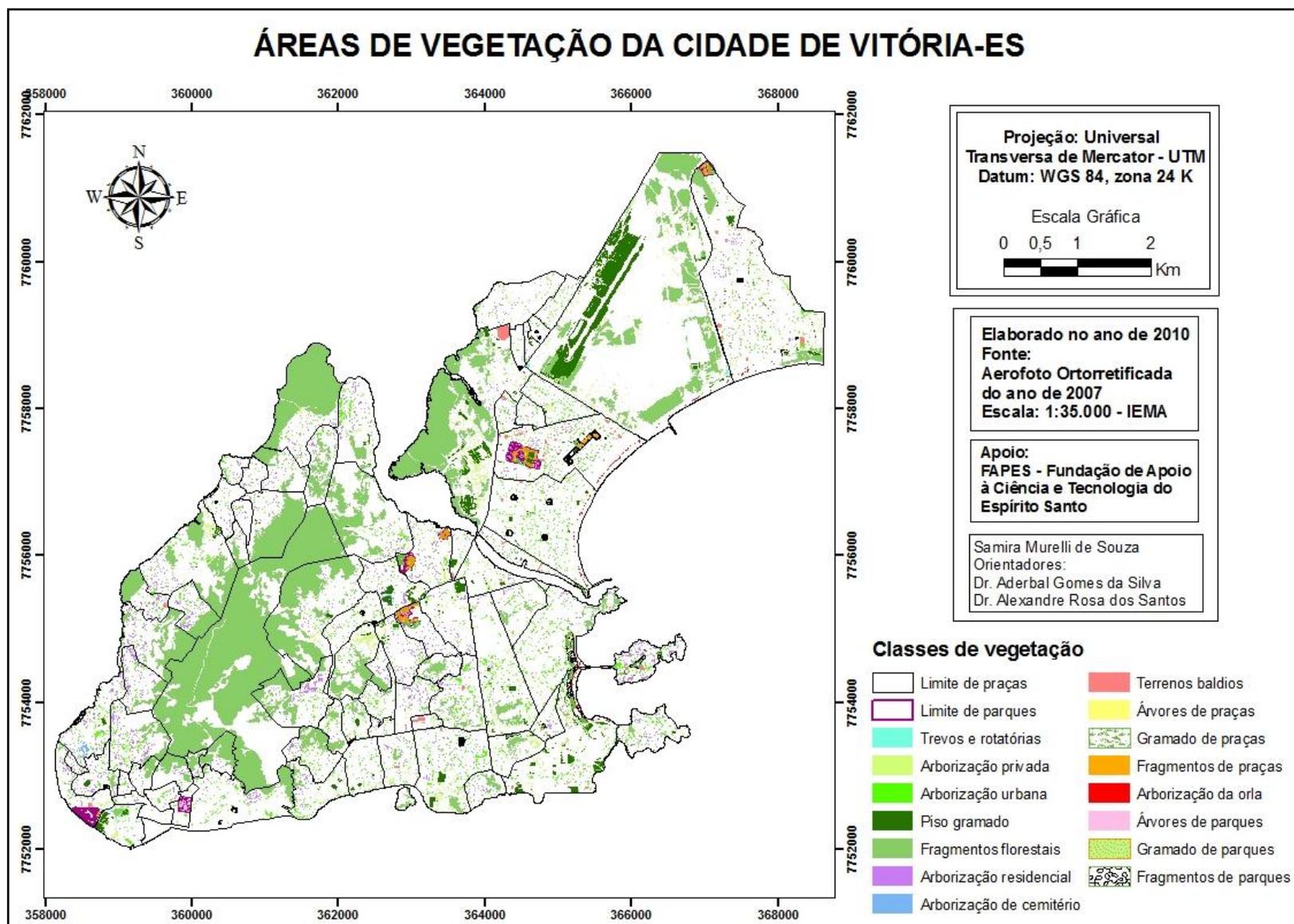


Figura 12. Mapa da vegetação urbana, identificada em classes, na cidade de Vitória, ES.

O mapeamento da vegetação da cidade de Vitória, para o ano de 2007, a partir do SIG, permitiu a quantificação da área de cada classe encontrada, e a análise da distribuição espacial dessas classes por todo o território da cidade, sobretudo a distribuição das áreas verdes, enfoque deste estudo.

A quantificação e porcentagem de cada classe, em relação ao mapeamento e à área de estudo, podem ser observadas na Tabela 2. Para o estudo, a área da cidade em 2007 era de 93 km<sup>2</sup>.

Tabela 2. Quantificação e percentuais das classes de vegetação da cidade de Vitória, ES

Classes de vegetação	Área (ha)	Porcentagem (%)	
		Relativa à área de Vitória	Relativa à fotointerpretação
1 Limite de praças	15,38	0,17	1,10
2 Limite de parques	14,96	0,16	1,07
3 Trevos e rotatórias	2,06	0,02	0,15
4 Arborização privada	56,01	0,60	4,02
5 Arborização viária	139,53	1,50	10,01
6 Piso gramado	108,57	1,17	7,79
7 Fragmentos florestais	937,43	10,08	67,28
8 Arborização residencial	76,00	0,82	5,45
9 Arborização de cemitério	2,25	0,02	0,16
10 Terrenos baldios	15,12	0,16	1,09
11 Árvores de praças	4,78	0,05	0,34
12 Piso gramado de praças	2,37	0,03	0,17
13 Fragmentos de praças	1,69	0,02	0,12
14 Arborização da orla marítima	3,59	0,04	0,26
15 Árvores de parques	5,02	0,05	0,36
16 Piso gramado de parques	5,64	0,06	0,40
17 Fragmentos de parques	2,98	0,03	0,21
<b>Total das classes</b>	<b>1.393,38</b>		
<b>Total da área de estudo</b>	<b>9.300,00</b>		

Ao todo, foram contabilizadas 46.504 áreas de vegetação distribuídas pela capital do Espírito Santo, presentes nas 17 classes. Este número corresponde a uma área total de 1.393,38 hectares de vegetação, seja ela arbórea ou não, representando 14,98% da área total de estudo.

Do total mapeado, observa-se que a classe de maior ocorrência foi a dos fragmentos florestais, com 937,43 ha, representando 67,28% do total das classes identificadas. A segunda maior apresentou 139,53 ha, compondo 10,01% da vegetação existente, e foi representada pela arborização viária, enquanto a terceira maior classe correspondeu aos pisos gramados que compuseram o território da cidade, com 108,57 ha de área e representou 7,79% da área mapeada. Estas classes mencionadas pertencem àquelas com áreas totais acima de 100 ha e juntas representaram um percentual de 85% da área mapeada.

Os fragmentos corresponderam à maioria, e compuseram as grandes áreas reflorestadas, áreas de restinga e as áreas de mangue que caracterizaram a vegetação da cidade de Vitória. O *campus* da Universidade Federal do Espírito Santo, por exemplo, é cercado por uma área de manguezal mantida sob proteção ambiental e esta extensa área mostrou-se bastante significativa no mapeamento. Outro fragmento que contribuiu para este resultado foi o Maciço Central, formado por uma ampla área de Parques Naturais protegidos (Unidades de Conservação).

Em relação às menores classes apresentadas, destacaram-se seguidamente: os fragmentos de parques (2,98 ha), pisos gramados de praças (2,37 ha), arborização de cemitério (2,25 ha), trevos e rotatórias (2,06 ha) e fragmentos das praças (1,69 ha), que corresponderam a 0,21%, 0,17%, 0,16%, 0,15% e, 0,12% do total mapeado, respectivamente. Estas cinco classes não chegaram a constituir 1% da área mapeada, somando apenas 0,81%.

Evidencia-se que a maioria das praças e parques urbanos de Vitória se encontra caracterizada por um baixo percentual de vegetação (piso gramado, arborização e fragmentos). Das praças mapeadas, somente 0,63% representa a vegetação presente nas mesmas. Enquanto, nos parques, este valor foi de 0,97%.

Observa-se também que, tanto nas praças como nos parques urbanos, os maciços arbóreos, definidos como fragmentos, não prevalecem na composição vegetal, estando estes representados por 0,12 e 0,21%, respectivamente, ou seja, houve predominância de árvores isoladas ou em faixas. Desta forma, estes ambientes, em alguns períodos, tornam-se pouco adequados para o momento de lazer, em decorrência do maior acúmulo de calor, principalmente nos horários de maior insolação, provocado pelo pouco sombreamento de árvores individuais.

Mantovi (2006) descreve que os parques, assim como as praças, são locais no interior da cidade que trazem um ar mais puro para o ambiente. A influência da vegetação sobre a temperatura do ar também pode ser constatada para as árvores isoladas que também podem contribuir para o resfriamento, embora tenham efeitos restritos comparados aos maciços arbóreos, ou um conjunto de árvores distribuídas no meio urbano.

#### **4.1.1. Diagnóstico da distribuição das classes de vegetação na malha urbana de Vitória, ES**

Analisar a distribuição da vegetação em determinada área é importante para enfatizar a qualidade ambiental do local de estudo. De acordo com Nucci e Cavalheiro (1999), apenas a indicação da quantidade de superfícies recobertas por vegetação não é capaz de demonstrar como essa vegetação está distribuída na cidade; desta forma, exige-se que a quantificação da cobertura vegetal deva vir acompanhada de sua configuração espacial, o que permitiria, inclusive, avaliar as formas e o grau de conectividade destas manchas de vegetação.

Estudando, então, a porcentagem de cada classe em relação à área de Vitória, nota-se que a cidade não apresenta bons resultados em algumas das classes mapeadas da vegetação urbana (Tabela 2).

Embora o mapeamento possa aparentar uma cidade bem vegetada e com boa distribuição espacial da vegetação pelo território de Vitória, existem diferenças na distribuição da vegetação entre as regiões mais nobres e as mais carentes.

#### 4.1.1.1. Fragmentos florestais urbanos

Algumas cidades possuem em seu interior resquícios de florestas nativas que resistiram ao processo de urbanização. Esses fragmentos são nomeados de diferentes formas, sendo chamados de vegetação de reserva e lazer (BADIRU et al., 2005), florestas urbanas (MAGALHÃES, 2006), bosques naturais urbanizados ou áreas verdes naturais urbanizadas (SANTIN et al., 1996), entre outras.

A nomenclatura mais adequada para essas áreas, porém, seria fragmento florestal urbano, termo utilizado por Cielo-Filho e Santin (2002). Estes fragmentos florestais são ilhas de um ecossistema natural que foi devastado e estão inseridos em uma matriz de ambientes diferentes, e por estarem localizados no interior de cidades, recebem o complemento 'urbanos'.

Na Figura 13 é apresentada a maior classe encontrada em relação aos 9.300 ha (93 km<sup>2</sup>) da área de estudo, no ano de 2007.

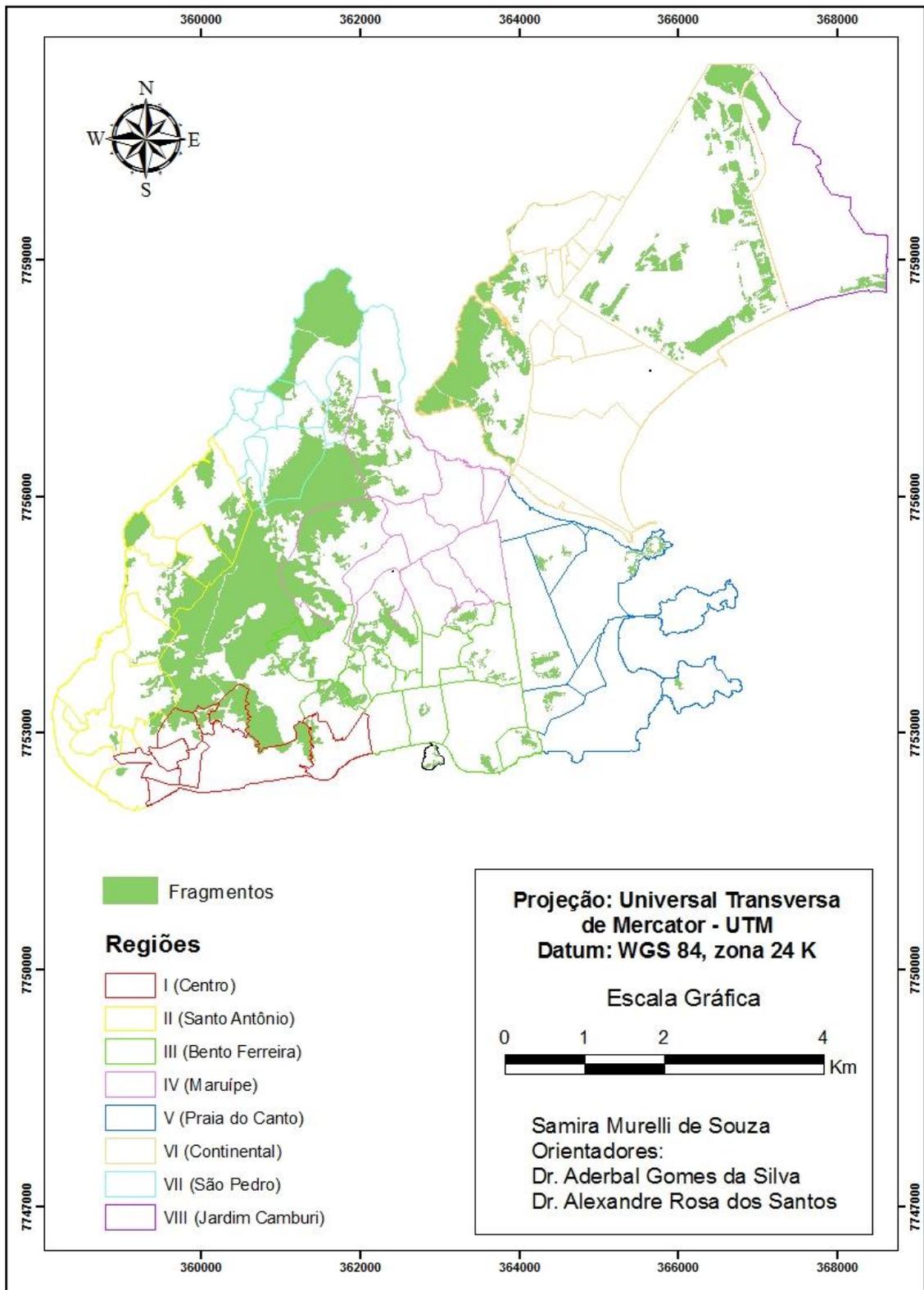


Figura 13. Distribuição dos fragmentos florestais urbanos, na cidade de Vitória-ES.

Foram encontrados 146 fragmentos florestais urbanos mapeados, correspondentes a 10,08% da área de Vitória. Isso evidencia uma cidade com significativa presença de fragmentos remanescentes do intenso crescimento territorial urbano. Essa configuração poderia ser melhor, porém, poucas são as áreas hoje destinadas ao reflorestamento para a recuperação do ambiente natural que foi degradado pela urbanização.

Percebe-se que, em relação à distribuição, muitos fragmentos se concentram na região mais central e na parte Oeste da cidade, além da presença significativa também nos limites do Aeroporto, na Região VI (Continental).

- Classes de tamanho dos fragmentos florestais urbanos

Foram identificados fragmentos florestais urbanos de diferentes dimensões. Dentre estes, foram encontrados fragmentos grandes (acima de um hectare), fragmentos médios (0,5 a 1 ha) e fragmentos com tamanhos bem inferiores (abaixo de 0,5 ha).

O maior fragmento florestal urbano encontrado foi o Maciço Central, com 508,5 ha, constituído por espécies remanescentes da Mata Atlântica que compõem o Parque Estadual da Fonte Grande, os Parques Municipais de Tabuazeiro e Gruta da Onça e a Reserva Ecológica Municipal Pedra dos Olhos. Estas Unidades de Conservação, em conjunto, formam a Área de Proteção Ambiental do Maciço Central; apresentam vegetação em estádios sucessionais avançados, que abriga fauna variada onde se podem observar aves, répteis e pequenos mamíferos, entre outros. A topografia é acidentada com relevo ondulado, incluindo vales e pontões, e sua localização é privilegiada, criando mirantes naturais de visualização da cidade e seu entorno.

O segundo maior fragmento mapeado, presente nos bairros Nova Palestina e Redenção (Região VII – São Pedro), possui 75,3 ha e faz parte da Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão - maior área de manguezal e de mata seca de restinga do município. Segundo Tulli (2007), em Vitória os manguezais estão amparados pela Lei Municipal 3377 de 12 de Setembro de 1986, quando houve a criação desta Estação Ecológica Municipal Ilha do

Lameirão. A Estação foi criada com a finalidade de preservar e proteger, permanentemente, os ecossistemas e os recursos naturais da área, especialmente como reserva genética da flora e fauna, para fins científicos (com autorização do órgão responsável pela administração da unidade) e educacionais, sendo vetado o uso público.

O terceiro maior fragmento possui 67,06 ha e corresponde à vegetação de mangue presente nos domínios do *campus* da UFES, em Goiabeiras.

Estas Unidades de Conservação mencionadas corresponderam à classe dos fragmentos florestais urbanos grandes. Na Tabela 3 encontra-se organizada a quantificação dos fragmentos, de acordo com suas classes de tamanho.

Tabela 3. Quantificação das classes de tamanho dos fragmentos florestais urbanos, da cidade de Vitória, ES

	<b>Classes de tamanho</b>	<b>Número de fragmentos</b>	<b>Percentual (%)</b>
<b>A</b>	Acima de 1 ha	71	48,6
<b>B</b>	0,5 - 1 ha	28	19,2
<b>C</b>	Abaixo de 0,5 ha	47	32,2
	<b>TOTAL</b>	<b>146</b>	<b>100%</b>

A classe A representou o maior percentual (48,60%) no número total de fragmentos florestais urbanos de Vitória, seguida da classe C, com 32,20% e a classe B, com 19,20% do total de fragmentos mapeados.

Desta forma, nota-se que os fragmentos grandes se encontram em maioria na área de estudo, enquanto os fragmentos médios são os menos encontrados.

Estes resultados demonstram que a relação entre o número de fragmentos e a área que eles ocupam é equivalente, isto é, os grandes fragmentos possuem o maior percentual em número e representam a maior parcela da área total dos remanescentes florestais mapeados, havendo maior contribuição na área de estudo. A Figura 14 ilustra a distribuição das três classes de tamanho dos fragmentos florestais urbanos dentro da área de estudo.

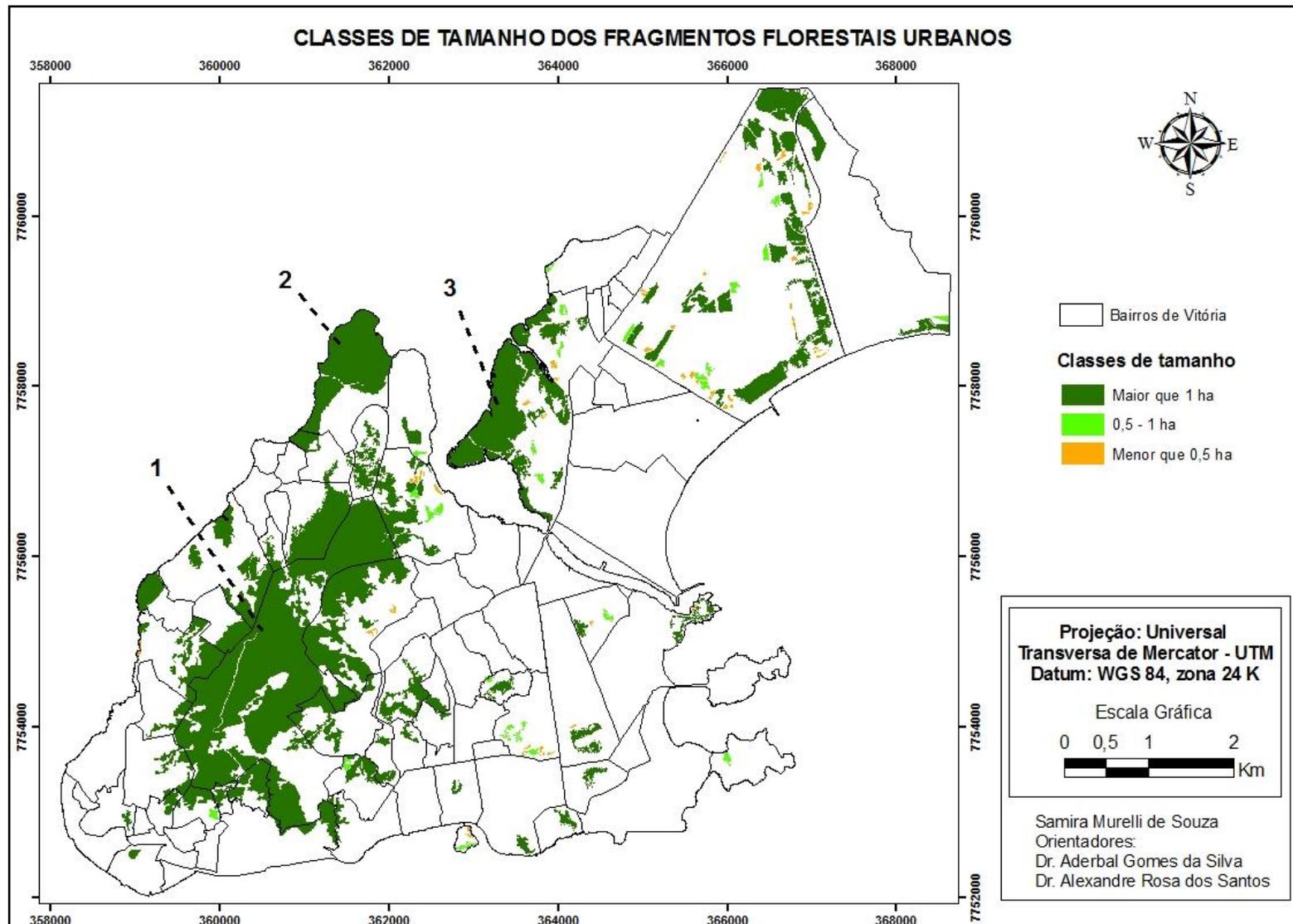


Figura 14. Distribuição das classes de tamanho dos fragmentos florestais urbanos, em Vitória-ES, sendo: 1- Maciço Central; 2- Parte da Ilha do Lameirão; 3- Mangue da UFES de Goiabeiras.

Nas cidades, onde as condições naturais se encontram quase completamente alteradas e/ou degradadas, esses fragmentos florestais urbanos representam um recurso precioso para a melhoria da qualidade de vida da população, pois o uso da vegetação ameniza os impactos causados pela ação antrópica (Feiber, 2004).

#### 4.1.1.2. Arborização viária

Segundo Mantovi (2006), arborizar uma cidade é plantar espécies de árvores no interior desta, nas calçadas, nos canteiros viários e outros. Porém, esta prática, sem planejamento, acaba por acarretar vários prejuízos, além dos riscos de acidentes à população beneficiada. Portanto, tudo deve ser feito para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, seguido de planejamento, manutenção e manejo adequados.

A quantidade de árvores pode ser utilizada para planejar plantios nas ruas com déficit, no entanto, os objetivos da arborização e a compatibilização com a estrutura urbana devem ser priorizados. Sendo assim, quando se desejar, por exemplo, formar túneis de árvores na rua, recomenda-se que o espaçamento seja menor que a projeção da copa. Caso se deseje uma rua mais clara e menos fechada com árvores, deve-se adotar espaçamento maior que a projeção da copa. Este fato atenta para o tipo de densidade arbórea que a rua deverá apresentar no planejamento.

Sobre a arborização das ruas de Vitória, o baixo valor percentual de 1,50% proporciona a idéia de uma cidade pouco arborizada, principalmente em relação ao conceito de Oke (1973) apud Buccheri Filho e Nucci (2006), para o qual áreas com índice de arborização inferior a 5% determinam características semelhantes às de um deserto. No entanto, como não se considera a área total da cidade na implantação da vegetação urbana, acredita-se que este percentual, que correspondeu a 139,53 ha de arborização viária, possibilita caracterizar Vitória como uma cidade que possui um nível significativo de arborização compondo toda a extensão de sua malha urbana.

A classe definida como arborização viária encontra-se representada na Figura 15.

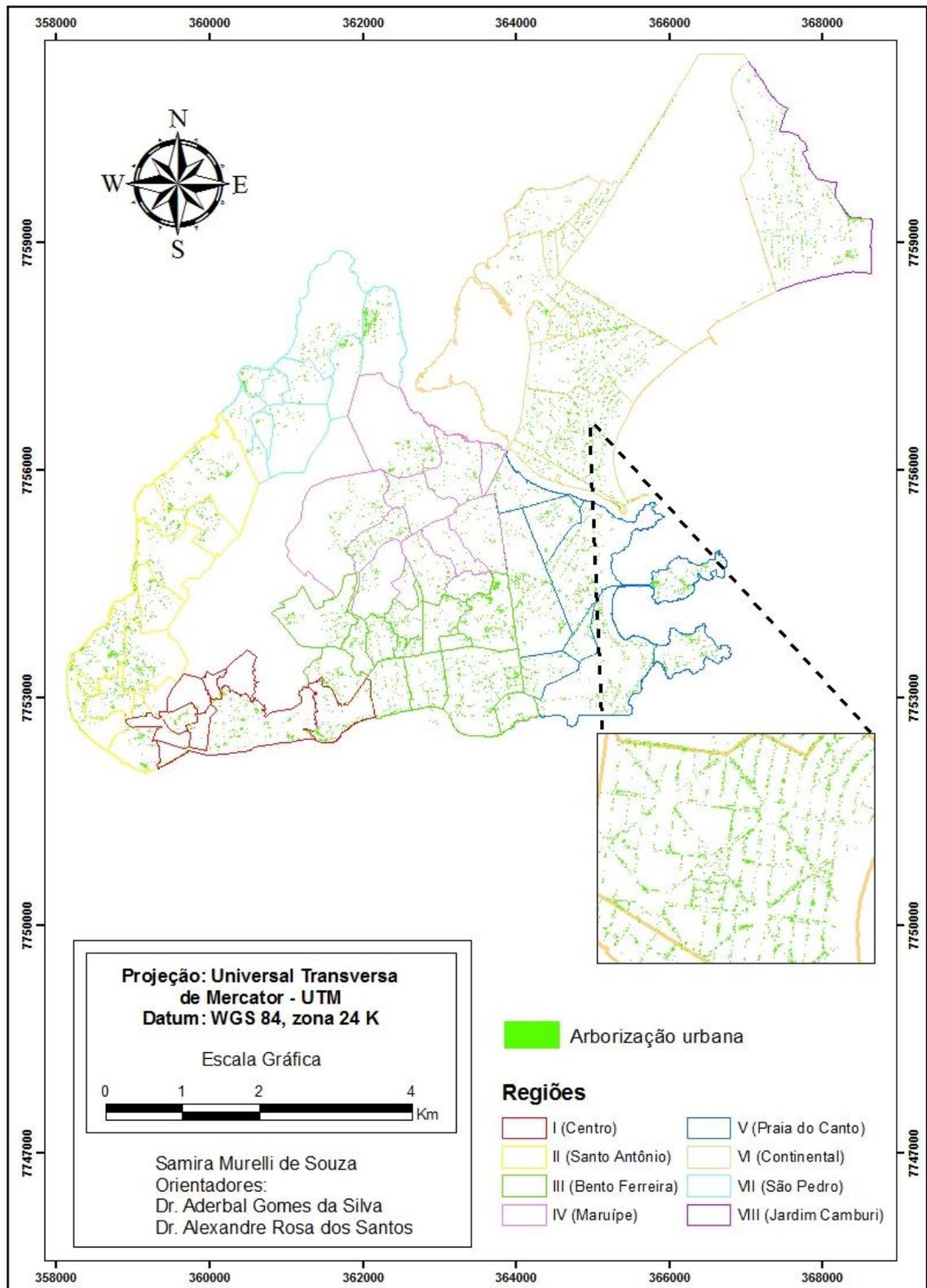


Figura 15. Distribuição da arborização viária na cidade de Vitória-ES, com ampliação para o bairro Jardim da Penha.

Percebe-se que a arborização contempla todos os bairros da cidade. Isso contribui para que toda a população usufrua dos benefícios oferecidos pela arborização viária.

Ainda assim, é fácil verificar que há uma significativa diferença na distribuição da arborização entre os bairros, com predominância da mesma nas regiões com melhores infraestruturas.

Como exemplo característico desta situação, tem-se em destaque no mapa, o bairro Jardim da Penha, um dos mais elitizados e procurados para se morar, localizado na Região Continental (Região VI), que apresenta uma maior quantidade de arborização viária compondo seu território.

Já os bairros das Regiões mais antigas e adensadas de Vitória – Centro (I), Santo Antônio (II) e Maruípe (IV) e a Região mais carente da cidade – São Pedro (VII), que surgiu a partir da ocupação do lixão e da invasão de áreas de manguezal, apresentam pequena quantidade de arborização em suas ruas, ou seja, os locais mais periféricos e menos atrativos têm recebido menor investimento na questão ambiental.

O bairro Jardim Camburi (Região VIII - Jardim Camburi), apesar de, também, ser uma área nobre, é uma região mais industrial, apresentando uma arborização viária um pouco menos intensa.

#### 4.1.1.3. Piso gramado (Superfícies permeáveis)

As áreas permeáveis são aquelas caracterizadas pela presença de vegetação, tais como: jardins, gramados e árvores, além das áreas de solo exposto. Porém, no presente trabalho, foram consideradas apenas as áreas com vegetação rasteira, representadas por pisos gramados existentes na cidade de Vitória. No que tange as áreas impermeáveis, constituíram-se de telhados, pátios, pavimentações, asfaltos e calçamentos.

Neste caso, foi constatado um pequeno percentual (1,17%) em Vitória, cuja área foi de 108,57 ha de superfícies gramadas. A porção poderia ser maior se, em alguns canteiros ou calçamentos, fosse dada preferência ao componente natural ao invés de materiais artificiais, como o concreto.

A configuração dos pisos gramados encontra-se muito deficiente e com distribuição irregular, estando um pouco mais da metade dos pisos gramados (51,60%) presentes nos limites do Aeroporto de Vitória (Região VI - Continental). A distribuição desta classe pela cidade pode ser visualizada na Figura 16.

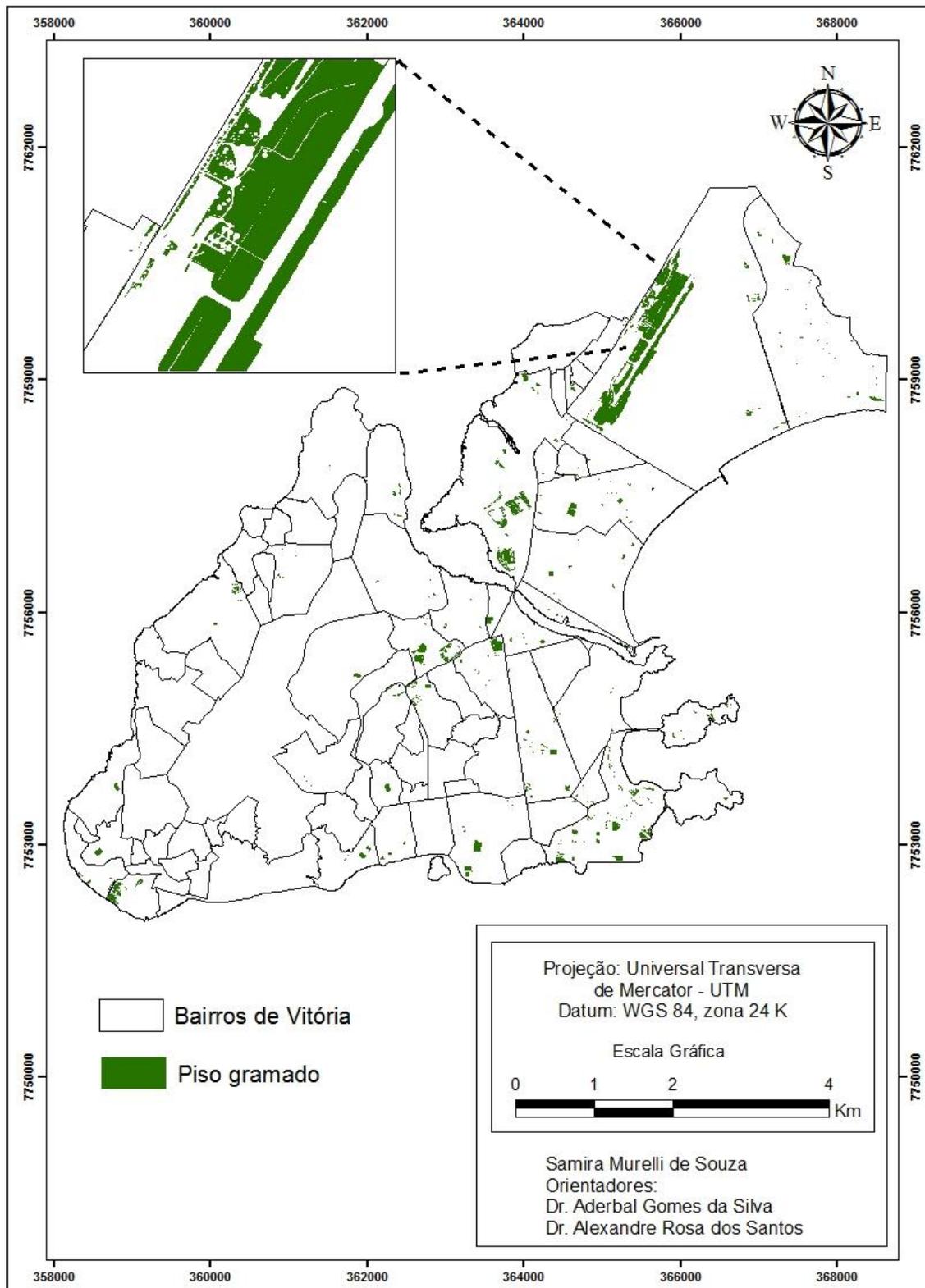


Figura 16. Distribuição do piso gramado na cidade de Vitória-ES, com ampliação para o Aeroporto.

A outra metade mapeada divide-se entre os canteiros viários, quintais gramados e campos de futebol presentes nas áreas públicas e privadas, presentes na cidade.

Quando estes espaços fazem parte de áreas privadas, como acontece no Aeroporto, os benefícios e as vantagens atendem a apenas uma parcela da população, ou seja, aquela usuária do local.

Os canteiros centrais mapeados caracterizaram-se por apresentar trechos formados apenas pelas faixas gramadas, outros por espécies arbóreas pequenas, ora bem espaçadas, ora muito próximas umas das outras, além de predominarem em alguns locais as palmáceas.

A revitalização dos canteiros viários é extremamente importante para a cidade, principalmente quando são selecionadas espécies adequadas para estes espaços. Outra questão importante é o espaçamento em que deve ser plantada uma espécie da outra, podendo contribuir para as condições mais próximas de um ciclo natural (MANTOVI, 2006).

Todas essas superfícies permeáveis, neste caso, revestidas por vegetação rasteira, colaboram para a redução da sensação térmica advinda do acúmulo de calor, quando comparadas às superfícies impermeáveis, constatando-se a importância do material de revestimento natural horizontal para amenizar o desconforto dos cidadãos.

Sendo assim, o baixo percentual encontrado ajuda a explicar o motivo pelo qual Vitória é considerada uma das cidades mais quentes do Estado do Espírito Santo, uma vez que a alta impermeabilização do solo domina a área, causando maior acúmulo de calor, principalmente durante o dia, o que afeta o resfriamento do ar durante a noite, tornando-o mais lento.

O aumento indiscriminado de áreas impermeáveis, como o visualizado em Vitória, é um dos principais agentes da diminuição da infiltração da água no solo e do incremento do escoamento superficial, provocando, também, a ocorrência frequente de enchentes na cidade.

#### 4.1.1.4. Praças e parques urbanos

Por serem considerados espaços públicos de relevância, as praças e os parques urbanos devem merecer atenção especial no tocante às análises estabelecidas, pois, além das funções de lazer e ecológicas que desempenham, contribuem como um espaço privilegiado de inclusão da vegetação no meio urbano.

Como pode ser observado na Figura 17, a cidade de Vitória apresenta poucas áreas verdes em seu território, seguidas de uma distribuição irregular pela malha urbana.

Quase a totalidade dessas áreas está localizada nos bairros mais nobres, de classe média a alta, enquanto as regiões mais periféricas permanecem desprovidas das mesmas, denotando, assim, a nítida concentração espacial das áreas verdes, atendendo às necessidades da população de melhor renda.

Para Gomes e Soares (2003), isto ocorre devido à localização dessas áreas que, na maioria das vezes, está associada à especulação imobiliária. Assim, os espaços destinados ao lazer, quando bem equipados, tornam as áreas em seu entorno mais valorizadas e, conseqüentemente, procuradas pela garantia de uma vida mais saudável devido aos diversos benefícios que esses espaços lhes oferecem.

Contudo, vale ressaltar que a forma de ocupação, o crescimento e a expansão urbana que vêm ocorrendo na cidade de Vitória ao longo da história, associados à falta de planejamento e controle da divisão da terra, dificultam a reserva de espaços públicos significativos para áreas verdes, principalmente pela intensa verticalização e alta densidade demográfica, o que tem gradativamente limitado os espaços livres, em particular os de lazer.

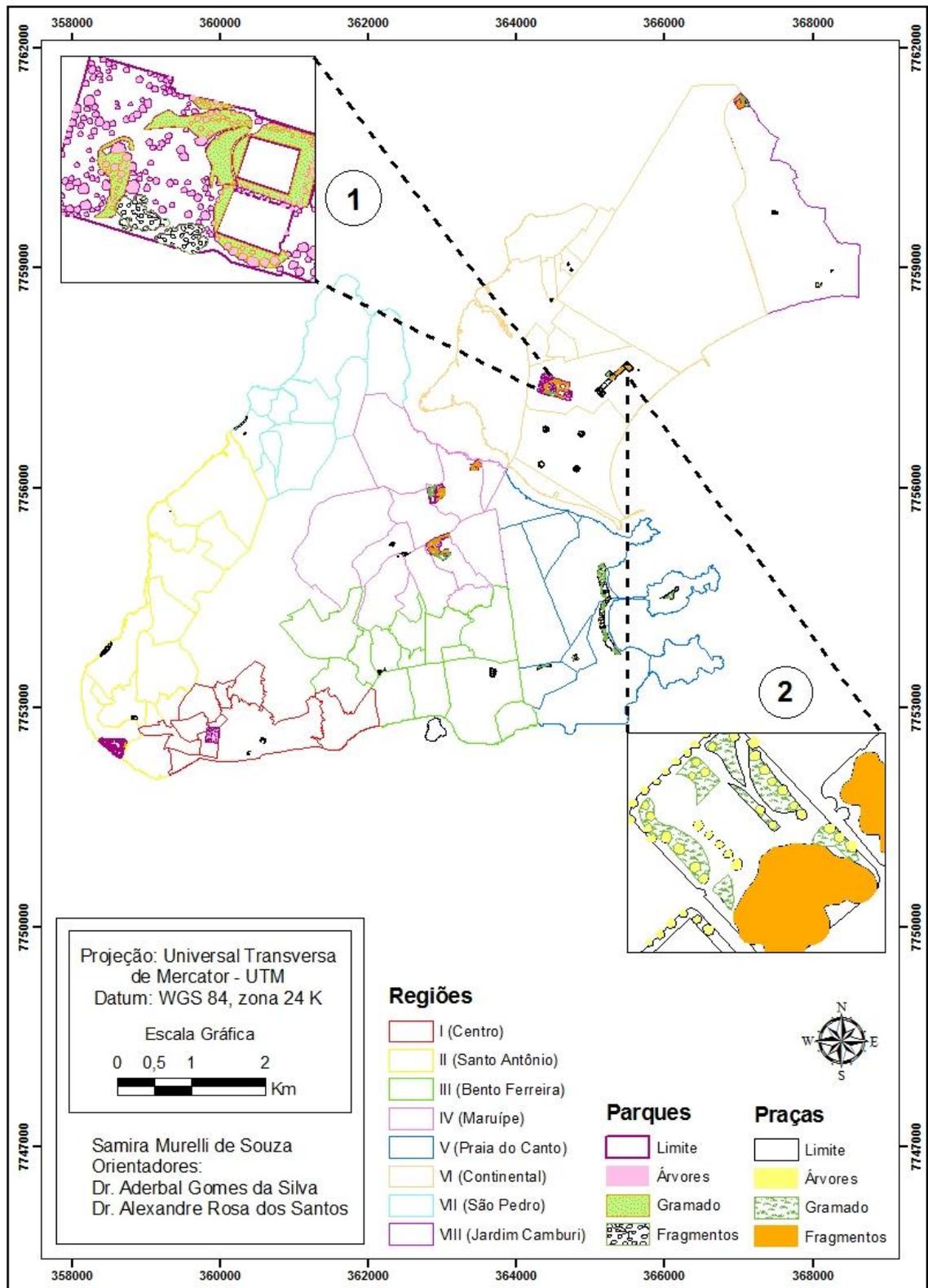


Figura 17. Distribuição das praças e parques da cidade de Vitória-ES, sendo: 1- Parque Pedra da Cebola (Bairro Jardim da Penha); 2- Praça Benedito C. do Cruz (Bairro Mata da Praia).

Nos bairros Jardim da Penha e Mata da Praia (ambos na Região VI - Continental), dois dos mais nobres de Vitória, as áreas de lazer destinadas à população encontram-se presentes mais de uma vez, sendo quatro praças no primeiro bairro e cinco praças no segundo. Entre estes dois bairros, encontra-se o conhecido e muito visitado Parque Pedra da Cebola, em destaque no mapa. Este Parque recebeu o nome de uma pedra que, pelas forças da natureza, assumiu a forma arredondada semelhante a uma cebola; oferece, em seu amplo espaço, áreas para lazer e recreação.

Esta Região vem sofrendo processo de elitização, verificado pela presença do *campus* da UFES e do Aeroporto no bairro Goiabeiras, definindo um padrão de ocupação com numerosos condomínios e loteamentos. As áreas verdes encontradas nesta Região são de bom tamanho, atendendo, principalmente, a população do bairro onde estão localizadas.

A Região de Maruípe (IV) apresenta cinco áreas verdes, formadas pelo conjunto de praças e parques urbanos, dentre elas, o Horto de Maruípe, também conhecido como Parque Municipal Augusto Ruschi. Este parque é uma das maiores áreas de lazer de Vitória, utilizada para atividades de educação ambiental e recreação.

A Regional da Praia do Canto (V) é também constituída por cinco áreas verdes, sendo que fazem parte destas, as duas praças mais extensas de Vitória – Praça dos Namorados e Praça da Ciência. A Região de Jardim Camburi (VIII) conta com quatro pequenas áreas verdes.

Em relação às Regiões I (Centro), II (Santo Antônio) e III (Bento Ferreira), foram encontradas três áreas verdes na primeira e na segunda e duas na terceira, estando o mais antigo parque urbano da cidade de Vitória (Parque Moscoso), localizado na Região I. Esta Regional constitui-se do local no qual historicamente ocorreram as primeiras ocupações da cidade. Concentra a maior diversidade de atividades urbanas, sejam elas comerciais, culturais, prestadoras de serviços ou residenciais, sendo o maior concentrador de funções urbanas de toda a cidade. Contudo, a concentração destas atividades gera um enorme fluxo de veículos e pessoas. Este fato torna esta Região bastante preocupante em termos ambientais e à qualidade de vida da população, no que compete aos espaços destinados aos fatores naturais.

Em contrapartida, novamente os bairros que compõem a Região VII (São Pedro) são os mais prejudicados, haja vista a presença de uma única área determinada como praça (Praça Dom João Batista), que se caracteriza por um espaço vazio, sem estrutura e sem vegetação adequada. As áreas verdes nesta Região mais carente da cidade de Vitória seriam importantes opções de lazer e recreação para a população, que não dispõe facilmente de condições financeiras para desfrutar de outros tipos de lazer, acontecendo, na maioria das vezes, a prática de esporte ou algum tipo de recreação nas ruas dos próprios bairros.

Neste caso, é notório o problema de desigualdade na distribuição das praças e parques urbanos pela cidade de Vitória, com a presença de muitas dessas áreas de lazer num único bairro, enquanto a Região de São Pedro, formada por sete bairros (Região VII), não dispõe de áreas verdes, evidenciando a necessidade de maior investimento para atender sua população.

Gomes e Amorim (2002) evidenciaram a mesma situação para a cidade de Presidente Prudente, Estado de São Paulo, em que a distribuição irregular das áreas verdes na cidade constitui um sério agravante, pois enquanto alguns bairros dispõem de mais de uma área (em geral os ocupados pelas camadas de mais alto poder aquisitivo), outros são completamente desprovidos desses espaços públicos (como ocorre nos bairros de mais baixa renda) ou com pouca infraestrutura.

Ao analisar a grande São Paulo, Lombardo (1985) também observou que os acessos às áreas verdes da cidade aparecem de formas diferenciadas, favorecendo a uma minoria privilegiada socialmente, enquanto as outras camadas sociais, principalmente as mais carentes, têm difícil acesso aos parques e jardins públicos. Assim, nos bairros de alto padrão social, o verde nos espaços públicos desempenha função mais ornamental e de valorização do solo, ao passo que nos bairros de periferia deveria ser voltado, entre outros, ao oferecimento do lazer, por exemplo.

Entende-se, portanto, que, além de Vitória não dispor de espaços suficientes para a implantação de sistemas de lazer público, esta prática

também se encontra associada aos padrões socioeconômicos diferenciados, onde se privilegia as mais altas camadas sociais.

Desta forma, a urgente efetivação das áreas verdes, por parte do poder público, por meio da implantação de arborização e equipamentos de lazer, contribuirá para a melhoria da qualidade ambiental de Vitória.

#### 4.1.1.5. Demais classes de vegetação

Em relação às demais classes de vegetação, estas não apresentam influências significativas no âmbito de conforto térmico para toda a cidade de Vitória. Porém, oferecem benefícios a um grupo específico que esteja próximo ao local com as suas presenças.

##### I) Arborização residencial e Arborização privada

Na classe de arborização residencial, encontrou-se o valor de 0,82%, correspondendo a 76 ha de vegetação presentes nos quintais das casas e conjuntos residenciais da área de estudo.

Já a classe de arborização privada representou 0,60% da cidade de Vitória, com 56 ha de vegetação presente em escolas, indústrias, comércios, clubes, hospitais, etc.

Estas duas classes pouco influenciam na amenização da temperatura do ar da cidade em geral, porém proporcionam benefícios locais de amenização, quando as copas das árvores de algumas espécies avançam sobre as calçadas e ruas, promovendo o sombreamento nas vias urbanas. A evapotranspiração dessa vegetação também contribui para a amenização, embora seja muito pouco quando comparada com os efeitos dos fragmentos.

A distribuição da arborização residencial da cidade de Vitória pode ser observada na Figura 18.

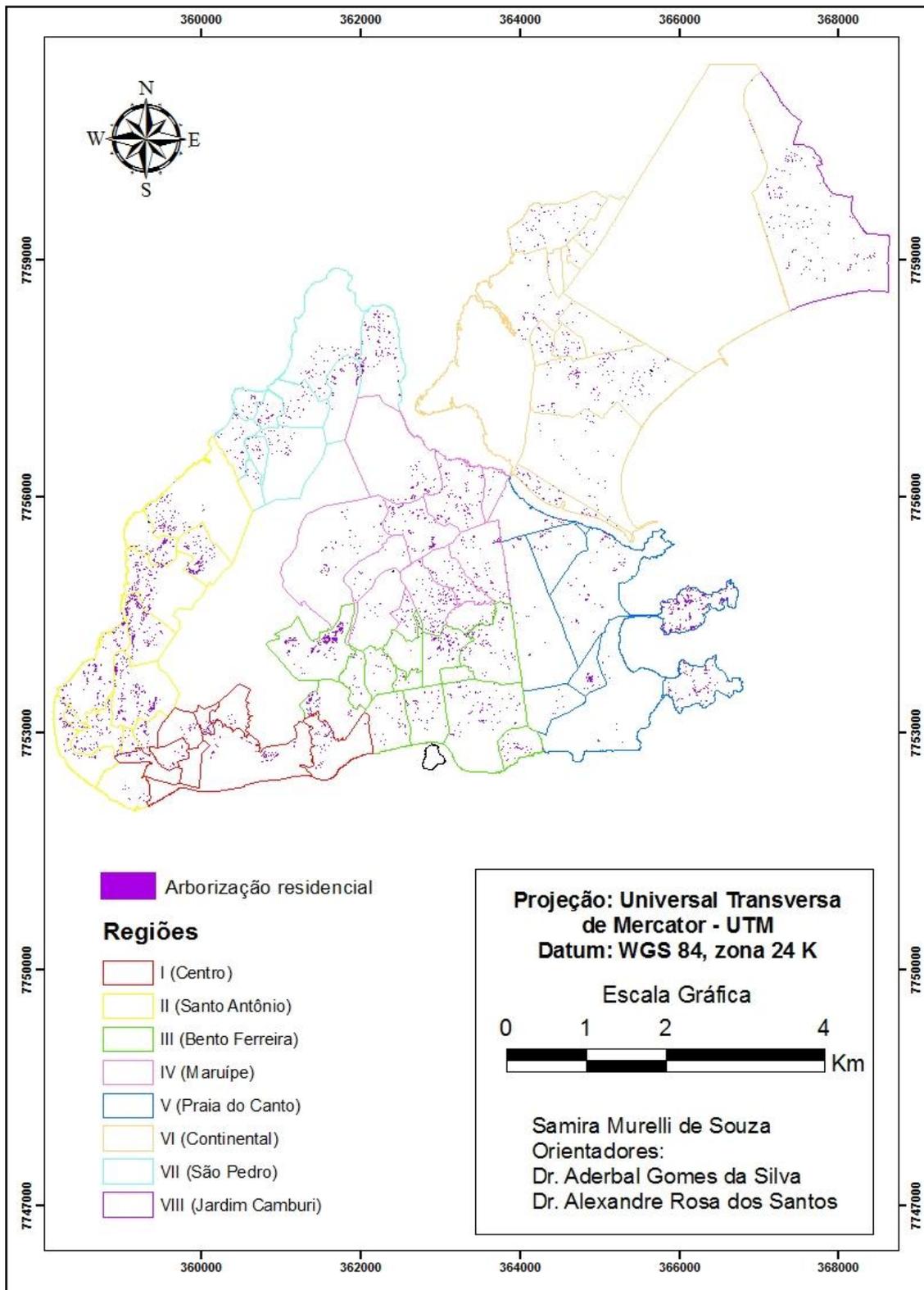


Figura 18. Distribuição da arborização residencial na cidade de Vitória-ES.

Na Região I (Centro), por ser uma área mais comercial, muito adensada e com poucas casas com quintais, pouco se percebe a presença da arborização residencial.

O mesmo acontece nas Regiões V (Praia do Canto); VI (Continental) e, VIII (Jardim Camburi), que são regiões com as melhores infraestruturas da cidade, mais verticalizadas e, conseqüentemente, com menos espaços para a presença dessa classe vegetal.

Nas Regiões II (Santo Antônio), III (Bento Ferreira), IV (Maruípe) e VII (São Pedro), ao contrário, é bastante significativa a presença de arborização nas residências. Isto porque resta a esses moradores investirem na arborização por conta própria, em seus quintais, uma vez que estas áreas mais carentes de Vitória pouco recebem infraestrutura ambiental e investimentos na arborização de seus bairros, tornando expressiva a arborização residencial nessas periferias.

Segundo Gonçalves e Paiva (2006), nos bairros muito adensados, a arborização residencial representa pouco, mas nos bairros menos adensados, representa muito em termos proporcionais entre vegetação e área construída.

Na Figura 19 encontra-se representada a distribuição da arborização de locais privados de Vitória.

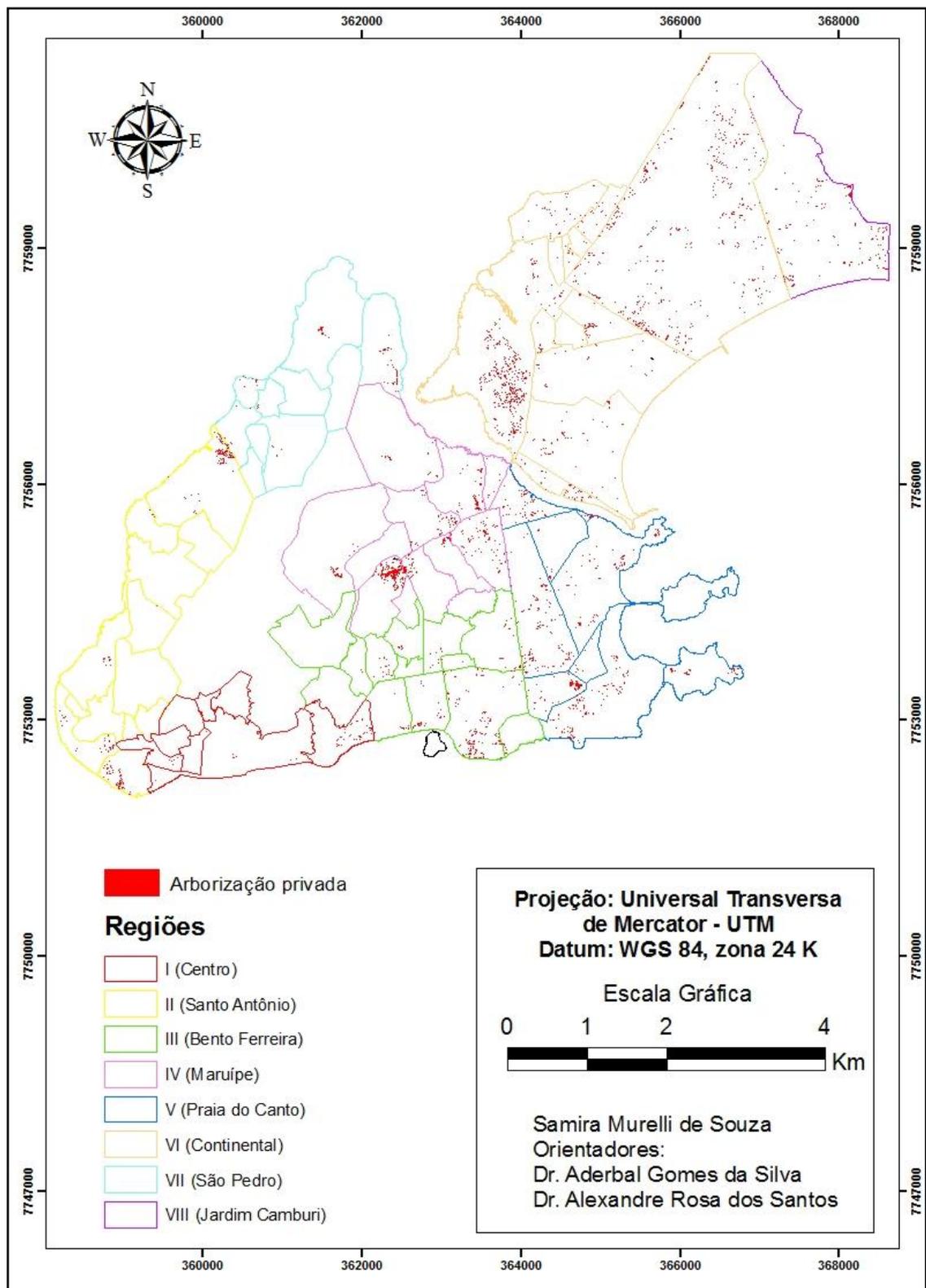


Figura 19. Distribuição da arborização privada na cidade de Vitória-ES.

Para esta classe, na Região I (Centro), praticamente não se percebe a presença da arborização privada, por ser um local formado por muitos prédios, sem espaços adequados para a arborização em geral. De forma semelhante, nas Regiões II (Santo Antônio) e VII (São Pedro) não é significativa a presença desta arborização em seus territórios.

Nas Regiões III (Bento Ferreira), IV (Maruípe) e V (Praia do Canto), percebeu-se um volume maior de arborização privada, mas ainda em pequena quantidade.

Nas Regiões de Bento Ferreira e Praia do Canto, a arborização privada encontra-se mais esparsa. Já na Região de Maruípe há concentrações de arborização privada, formando manchas vermelhas vistas no mapa. A maior mancha em destaque representa a arborização privada do Hospital Santa Rita de Cássia, localizado no bairro Santa Cecília.

Na Região Continental (VI), esta classe de arborização privada é mais percebida, haja vista a presença das áreas restritas da Universidade e do Aeroporto muito bem arborizadas, além das demais áreas comerciais, escolas e clubes.

## II) Terrenos baldios

Estes espaços urbanos, quando não são particulares e com objetivos de uso já definidos, tornam-se locais apropriados para diversas atividades voltadas à qualidade ambiental, como, por exemplo, um reflorestamento em meio à cidade.

Conforme Gonçalves e Paiva (2006), lotes vagos e terrenos baldios mostram-se apropriados para viveiros, hortas, produção de fitoterápicos e até florestas produtivas de ciclo curto. Observa-se, pela Figura 20, a distribuição e quantificação destes terrenos na cidade de Vitória.

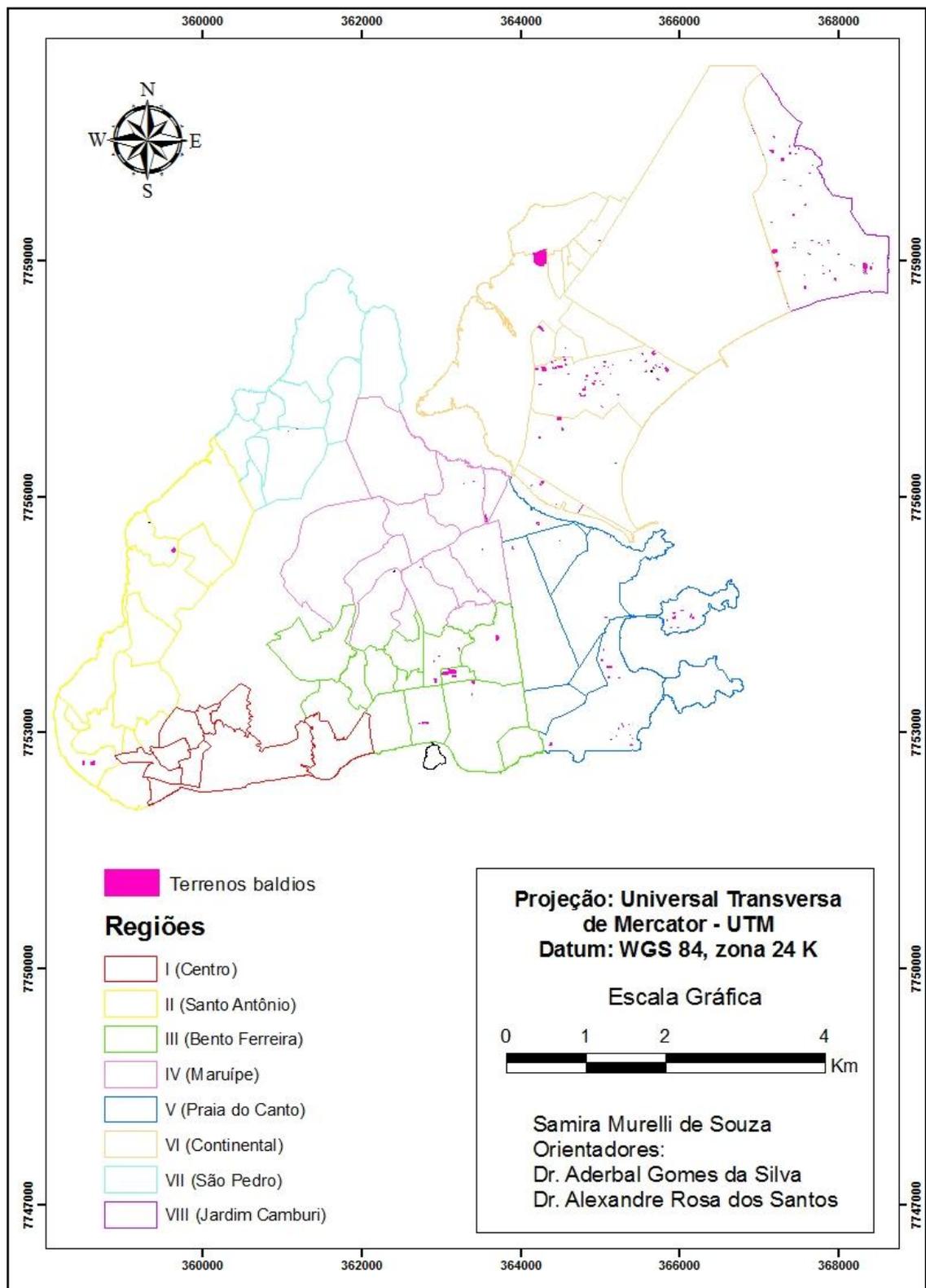


Figura 20. Distribuição de terrenos baldios na cidade de Vitória-ES.

A classe de terrenos baldios apresentou um percentual de 0,16% da área de Vitória, ou seja, um total de 15,12 ha.

Dos terrenos inclusos nesta classe (168), a grande maioria é constituída por apenas piso gramado, sendo também, a maioria, terrenos particulares, sem um uso específico, próximos de casas e em áreas privadas, apresentando, assim, pouca influência na qualidade ambiental da capital Vitória.

Pode-se observar também que esses terrenos se encontram, em maior quantidade, nos bairros mais nobres: Ilha do Frade (Região V- Praia do Canto); Mata da Praia (Região VI- Continental) e Jardim Camburi (Região VIII – Jardim Camburi), por suas populações se enquadrarem nas classes média alta e alta, possuindo mais facilidades de adquirirem e manterem essas áreas.

### III) Arborização da orla marítima

A arborização da orla marítima também beneficia pouco para a amenização do microclima, uma vez que já está presente na faixa litorânea de Vitória. Essa região recebe influência direta do vento do litoral, fator este que diminui o acúmulo de energia em suas redondezas.

Esta classe representou um total de 0,04% de Vitória, compondo 3,59 ha. A configuração espacial da arborização da orla marítima pode ser vista na Figura 21.

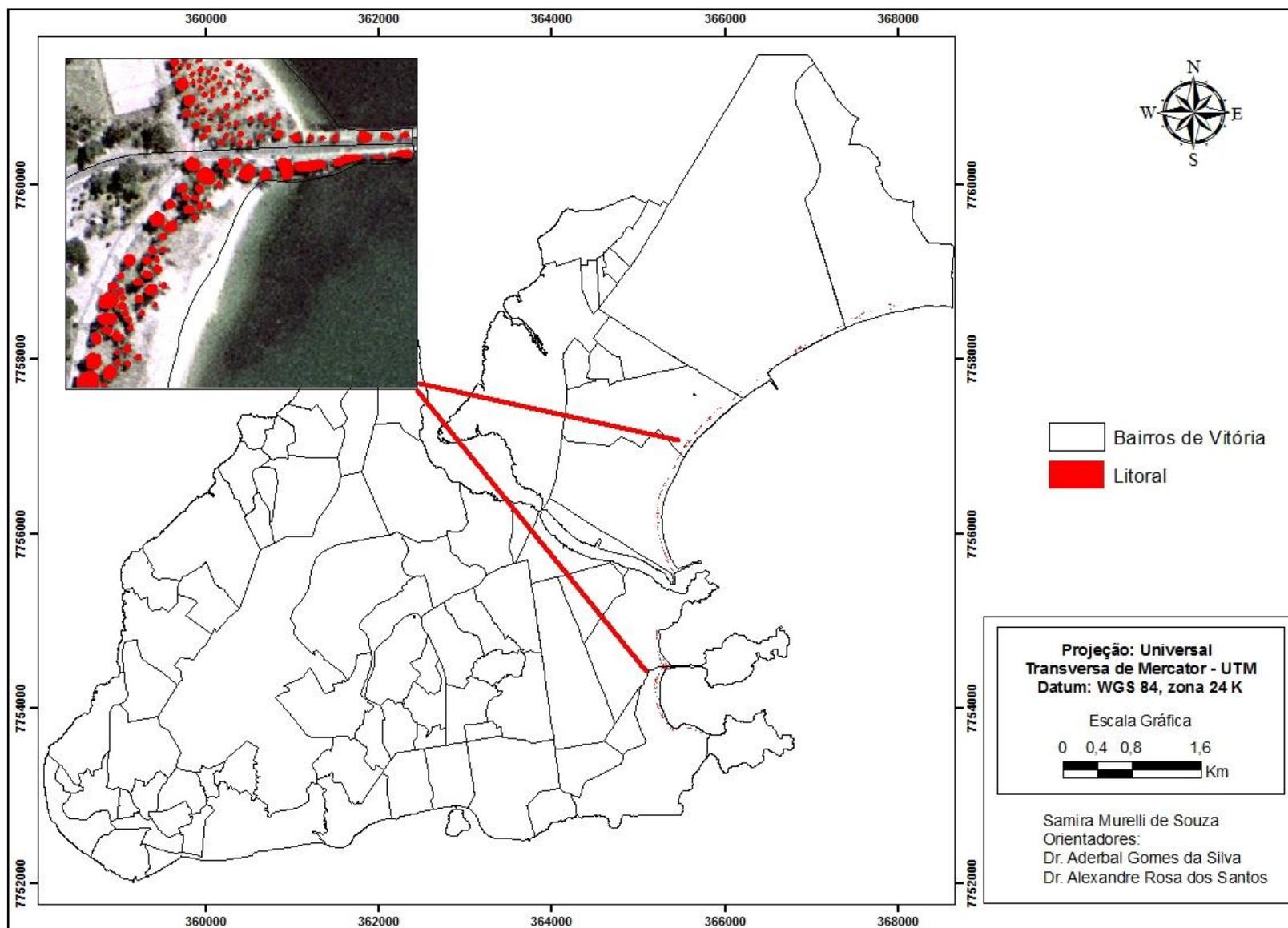


Figura 21. Distribuição da arborização da orla marítima na cidade de Vitória-ES.

#### IV) Arborização de cemitério

O mapeamento desta classe, constituída por apenas dois cemitérios, representou 0,02% da área de Vitória. Como pode ser observado na Figura 22, do total de arborização de cemitério mapeado (2,25 ha), 69,3% pertencem ao cemitério do bairro Santo Antônio (1,56 ha), promovendo benefícios de sombreamento para quem estiver no local, ainda que este cemitério seja formado por uma boa parte de espaços construídos.

Em compensação, o cemitério do bairro Maruípe, que representou 30,7% (0,69 ha) da arborização, é todo revestido de superfície permeável (grama e solo exposto), facilitando não só a amenização do microclima, mas também minimizando o escoamento superficial das águas da chuva.

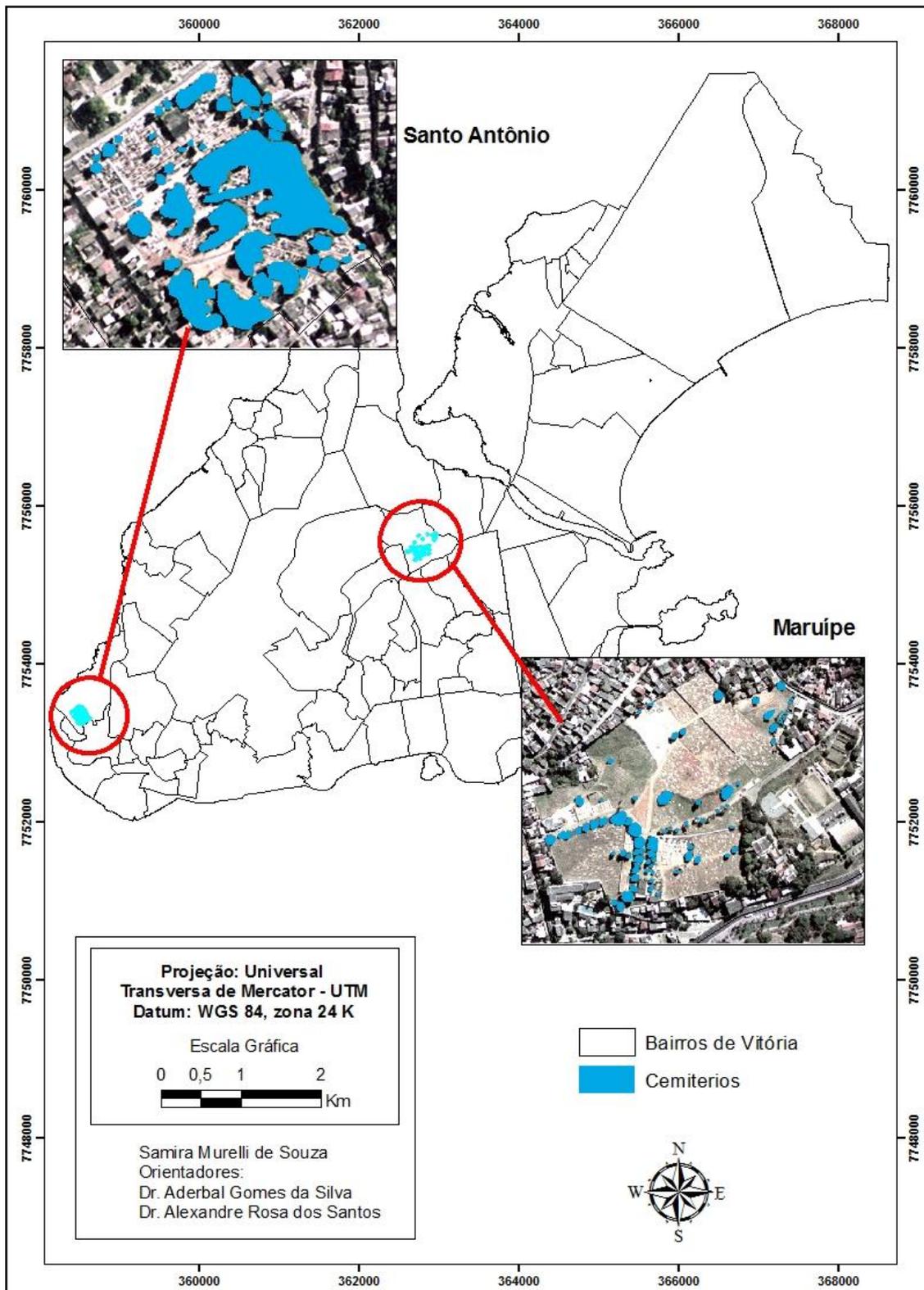


Figura 22. Distribuição da arborização de cemitérios em Vitória-ES, com ampliação para o cemitério de Santo Antônio e de Maruípe.

## V) Trevos e rotatórias

Semelhante à classe de arborização de cemitério, a vegetação encontrada nos trevos e rotatórias correspondeu a 0,02% (2,06 ha) da área total da cidade de Vitória. A Figura 23 demonstra a distribuição desta classe pela área de estudo.

Observa-se que a maioria dos trevos e rotatórias está disposta na parte Leste de Vitória, mais próxima à faixa litorânea. De fato, essas localizações são importantes, pois, por ser uma região bastante frequentada e movimentada, devido à presença da praia de Camburi, é necessária a presença dos trevos e rotatórias para proporcionar o direito de ir e vir de cada condutor e circulante.

Desta forma, estes métodos exigem menores velocidades, maior atenção e cuidado por parte dos motoristas. Além desta significativa função de segurança, essa classe de vegetação atende também à função estética, quebrando a visão da intensa artificialidade na cidade.

Os trevos e rotatórias são importantes, ainda, por proporcionarem a função ecológica, com a diminuição da quantidade de área impermeabilizada e redução do acúmulo de energia na malha urbana.

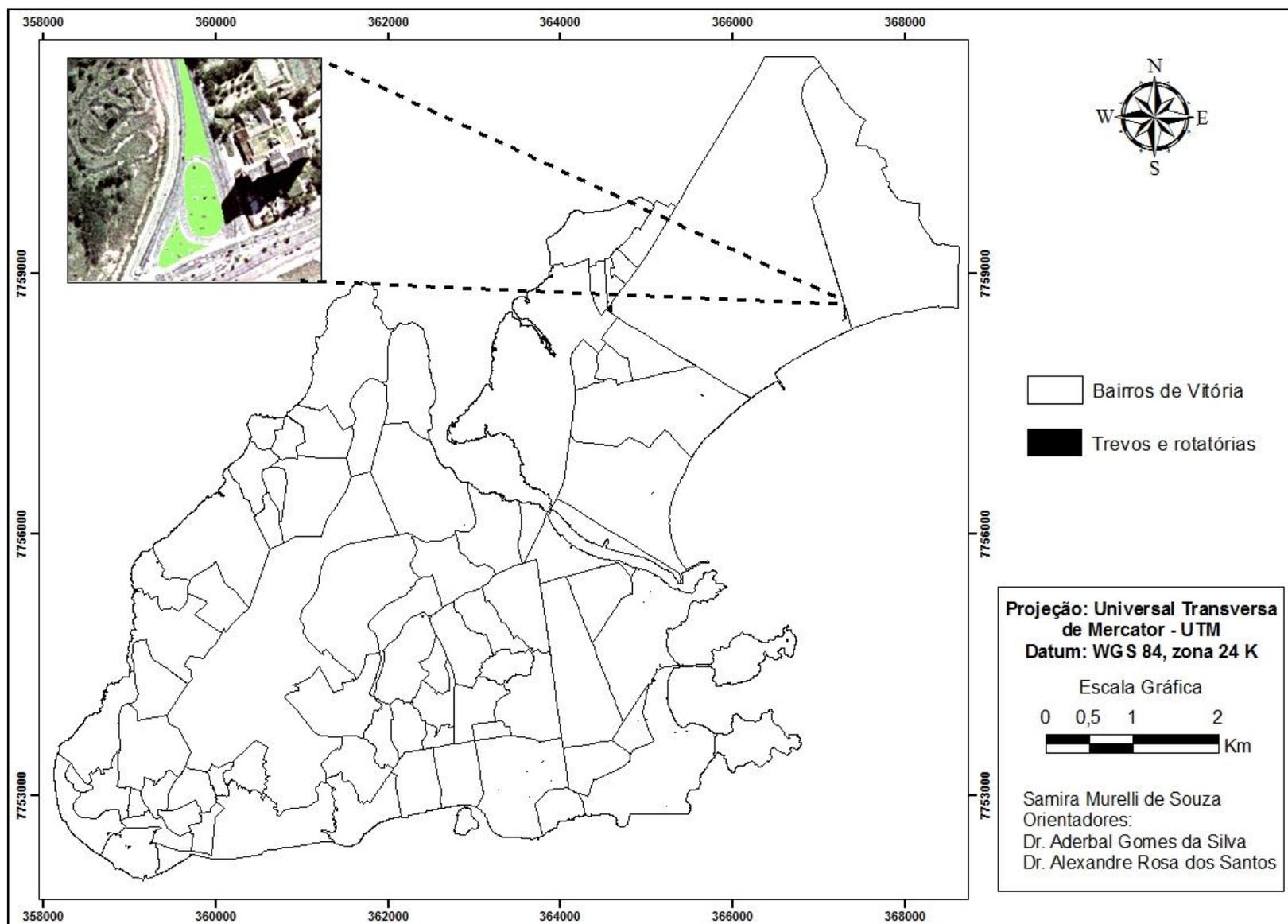


Figura 23. Distribuição dos trevos e rotatórias na cidade de Vitória-ES.

## 4.2. ANÁLISE DA QUALIDADE AMBIENTAL DA CIDADE DE VITÓRIA COM BASE EM ÍNDICES QUANTITATIVOS

A quantificação e a configuração espacial do verde urbano podem ser utilizadas como instrumentos e parâmetros de avaliação da qualidade ambiental em áreas urbanas, que ajudam os habitantes, a evidenciar o grau de saúde de sua sociedade, cujos êxitos ou fracassos dependem das políticas governamentais adotadas. De posse disso, os índices quantitativos ambientais proporcionaram a análise da situação da cidade de Vitória.

### 4.2.1. Percentual de cobertura vegetal (PCV)

Vitória apresentou 13.933.800,00 m<sup>2</sup> de cobertura vegetal total. Relacionando com a área total da cidade (93.000.000,00 m<sup>2</sup>), foi encontrada uma proporção de 14,98% de cobertura vegetal para toda extensão da área de estudo.

A partir desse percentual, percebe-se que a cobertura vegetal de Vitória ficou longe dos 30% recomendáveis para proporcionar um adequado balanço térmico em áreas urbanas (OKE, 1973 apud BUCCHERI FILHO & NUCCI, 2006). Isso evidenciou alguns dos problemas que ocorrem na cidade de Vitória, principalmente no verão, como o deficiente sombreamento para os transeuntes e dias com baixa umidade do ar; bem como reafirmam o motivo pelo qual a cidade é considerada uma das mais quentes do Estado do Espírito Santo. Tais problemas podem ocorrer em qualquer área urbana que apresente baixo índice de vegetação, principalmente nas áreas mais centrais.

Para efeito de comparação, Buccheri Filho e Nucci (2006) encontraram para o bairro Alto da XV, Curitiba, 16,85% de cobertura vegetal. Comparando a área do bairro de Curitiba (aproximadamente 13 km<sup>2</sup>) à de Vitória no ano de estudo (93 km<sup>2</sup>), confirma-se que a capital do Espírito Santo possui um índice de cobertura vegetal baixo, em relação a outras localidades, haja vista a pouca diferença de cobertura vegetal encontrada entre o pequeno bairro de Curitiba e a cidade de Vitória.

Semelhante ao presente estudo, Ventura e Fávero (2005) realizaram o mapeamento da cobertura vegetal do bairro Alphaville, na cidade de Santana

de Parnaíba, SP, a partir de técnicas de fotointerpretação, considerando todas as manchas de vegetação possíveis de serem visualizadas no mapa do bairro, incluindo gramíneas, vegetação residencial, espécies arbóreas, sem preocupação de ser área pública ou privada, nem suas funções (lazer, contemplação, etc). Foi encontrado, para esse bairro, um percentual de 66,20% de cobertura vegetal, valor mais elevado que o encontrado para a cidade de Vitória. Tal fato ratifica que a cobertura vegetal para a área de estudo e sua qualidade ambiental estão abaixo dos padrões desejados.

#### **4.2.2. Índice e percentual de espaços livres (*IEL, PEL*)**

Os espaços livres urbanos representam aqueles livres de construção, localizados no núcleo urbano, destinados ao lazer e recreação, seja de forma restrita (espaços livres privados) ou liberada a toda população (espaços livres públicos).

Deste modo, na cidade de Vitória, foram identificados espaços livres formados por praças e parques urbanos, excluindo-se os Parques Naturais voltados à preservação ambiental (Unidades de Conservação), as praças com dimensões abaixo de 100 m<sup>2</sup> e os parques com área abaixo de 20.000 m<sup>2</sup>. As descrições e localizações desses espaços encontram-se na Tabela 4, organizados a partir das oito Regiões Administrativas que compõem a cidade.

Tabela 4. Descrição e localização dos espaços livres urbanos, identificados na cidade de Vitória, ES

Nome	Bairro	Região Administrativa	Área total (m <sup>2</sup> )	Vegetação (m <sup>2</sup> )	Vegetação (%)	Impermeabilidade (%)
<b>PARQUES URBANOS</b>						
Parque Moscoso	Centro	Região I	24.100,00	15.327,60	63,6	36,4
Parque Tancredão	Centro	Região I	54.440,00	14.535,48	26,7	73,3
Parque Mangue Seco	Santa Marta	Região IV	20.400,00	16.993,20	83,3	16,7
Parque Augusto Ruschi	Bairro da Penha	Região IV	64.000,00	48.000,00	75,0	25
Parque Pedra da Cebola	Jardim da Penha	Região VI	100.100,00	79.979,90	79,9	20,1
Parque da Fazendinha	Jardim Camburi	Região VIII	23.000,00	16.008,00	69,6	30,4
<b>PRAÇAS</b>						
Praça Oito de Setembro	Centro	Região I	1.450,33	593,18	40,9	59,1
Praça Costa Pereira	Centro	Região I	4.269,67	2.190,34	51,3	48,8
Praça Estela Coimbra	Santo Antônio	Região II	9.648,86	2.084,15	21,6	78,4
Praça de Jucutuquara	Jucutuquara	Região III	3.367,54	1.286,40	38,2	61,8
Praça 1	Bento Ferreira	Região III	3.323,93	1.199,94	36,1	63,9
Praça 2	Bento Ferreira	Região III	3.763,47	1.102,70	29,3	70,8
Praça Daniel Acioly	Maruípe	Região IV	2.932,82	1.657,04	56,5	43,5
Praça Vicente Guida	Maruípe	Região IV	3.433,12	1.318,32	38,4	61,6
Praça Doutor Demócrito Freitas	Praia do Suá	Região V	4.988,64	1.566,43	31,4	68,6
Praça Cristóvão Jaques	Praia de Santa Helena	Região V	5.523,20	2.745,03	49,7	50,3
Praça Ilha do Frade	Ilha do Frade	Região V	11.427,83	10.582,17	92,6	7,4
Praça dos Namorados	Praia do Canto	Região V	46.639,30	16.836,79	36,1	63,9
Praça dos Desejos	Enseada do Suá	Região V	50.288,78	11.868,15	23,6	76,4

Continua...

Tabela 4, continuação:

Nome	Bairro	Região Administrativa	Área total (m <sup>2</sup> )	Vegetação (m <sup>2</sup> )	Vegetação (%)	Impermeabilidade (%)
Praça Regina Frigeri	Jardim da Penha	Região VI	5.579,36	1.506,43	27,0	73,0
Praça Wolgano Netto	Jardim da Penha	Região VI	5,644,31	1.055,49	18,7	81,3
Praça Philogomiro Lannes	Jardim da Penha	Região VI	5.647,93	1.779,10	31,5	68,5
Praça Aníbal Antero	Jardim da Penha	Região VI	5.990,94	1.288,05	21,5	78,5
Praça 1	Mata da Praia	Região VI	10.020,45	2.064,21	20,6	79,4
Praça 2	Mata da Praia	Região VI	9.985,38	4.143,93	41,5	58,5
Praça 3	Mata da Praia	Região VI	10.874,63	5.807,05	53,4	46,6
Praça 4	Mata da Praia	Região VI	9.844,13	7.068,09	71,8	28,2
Praça 5	Mata da Praia	Região VI	10.331,20	7.190,52	69,6	30,4
Praça 1	Goiabeiras	Região VI	1.280,18	357,17	27,9	72,1
Praça 2	Goiabeiras	Região VI	1.298,30	851,68	65,6	34,4
Praça 3	Goiabeiras	Região VI	1.579,97	1.270,30	80,4	19,4
Praça Dom João Batista	São Pedro	Região VII	5.087,23	25,44	0,5	99,5
Praça 1	Jardim Camburi	Região VIII	4.791,89	1.308,19	27,3	72,7
Praça 2	Jardim Camburi	Região VIII	642,18	398,15	62,0	38,0
Praça 3	Jardim Camburi	Região VIII	3.099,35	641,57	20,7	79,3
<b>TOTAL</b>			<b>518.880,94</b>	<b>282.630,19</b>		

Obs.: A numeração de algumas praças foi necessária para aquelas em que não foram encontrados os nomes.

Na paisagem urbana de Vitória, a partir do mapeamento, foram identificados 35 espaços livres, totalizando 518.880,94 m<sup>2</sup> de área. Como os parques urbanos são áreas com dimensões maiores que as praças, têm-se apenas seis parques compondo 55% do total de espaços livres e, 29 praças correspondendo a 45% dos mesmos.

Vitória apresentou um percentual de 0,56% de espaços livres urbanos em relação à sua área total. Trabalhando-se com os dados demográficos, no ano de 2007 (314.042 habitantes), obteve-se para o índice de espaços livres (*IEL*), o valor de 1,65 m<sup>2</sup>/habitante.

Observou-se que, em um pouco mais da metade desses espaços livres, a área construída e os materiais artificiais prevalecem, não restando quase nada que favoreça um contato maior do indivíduo com os fatores naturais. Deste modo, dentro das opções de recreação ao ar livre devem também ser alocados espaços livres especiais, conhecidos como áreas verdes, onde o elemento fundamental de composição seja a vegetação.

#### **4.2.3. Índices e percentuais de áreas verdes (*IAV, PAV*)**

Para Gomes e Soares (2003), a presença do verde na composição das praças e parques públicos torna-se essencial, seja pelo contato visual que propicia à população ou pelas funções ecológico-climáticas que desempenha.

Foram obtidos, primeiramente, os índices e percentuais de áreas verdes para a cidade de Vitória, referindo-se apenas às áreas verdes públicas urbanas não-associadas ao sistema viário, não-classificadas como áreas de preservação permanente e ainda, efetivamente, voltadas para um uso coletivo.

Atendidas as condições pré-estabelecidas no item 3.3.3 para áreas verdes, chegou-se a um total de 15 áreas verdes com predominância de vegetação (a partir de 50%), dos 35 espaços livres anteriormente identificados. Essas áreas estão dispostas na Tabela 5.

Tabela 5. Descrição e localização das áreas verdes com, no mínimo, 50% de cobertura vegetal, na cidade de Vitória, ES

Áreas Verdes	Bairro	Região Administrativa	Área total (m <sup>2</sup> )	Vegetação (m <sup>2</sup> )	Vegetação (%)	Impermeabilidade (%)
<b>PARQUES URBANOS</b>						
Parque Moscoso	Centro	Região I	24.100	15.327,60	63,6	36,4
Parque Mangue Seco	Santa Marta	Região IV	20.400	16.993,20	83,3	16,7
Parque Augusto Ruschi	Bairro da Penha	Região IV	64.000	48.000,00	75,0	25
Parque Pedra da Cebola	Jardim da Penha	Região VI	100.100	79.979,90	79,9	20,1
Parque da Fazendinha	Jardim Camburi	Região VIII	23.000	16.008,00	69,6	30,4
<b>PRAÇAS</b>						
Praça Costa Pereira	Centro	Região I	4.269,67	2.190,34	51,3	48,8
Praça Daniel Acioly	Maruípe	Região IV	2.932,82	1.657,04	56,5	43,5
Praça Cristóvão Jaques	Praia de Santa Helena	Região V	5.523,20	2.745,03	49,7	50,3
Praça Ilha do Frade	Ilha do Frade	Região V	11.427,83	10.582,17	92,6	7,4
Praça 3	Mata da Praia	Região VI	10.874,63	5.807,05	53,4	46,6
Praça 4	Mata da Praia	Região VI	9.844,13	7.068,09	71,8	28,2
Praça 5	Mata da Praia	Região VI	10.331,20	7.190,52	69,6	30,4
Praça 2	Goiabeiras	Região VI	1.298,30	851,68	65,6	34,4
Praça 3	Goiabeiras	Região VI	1.579,97	1.270,30	80,4	19,4
Praça 2	Jardim Camburi	Região VIII	642,18	398,15	62,0	38,0
<b>TOTAL</b>			<b>286.054,00 m<sup>2</sup></b>	<b>216.069,07 m<sup>2</sup></b>	<b>(75,5 %)</b>	

Em relação aos parques urbanos identificados como espaços livres, nota-se que, com exceção do Parque Tancredão, todos os demais foram utilizados nos cálculos do *IAV* e *PAV*, representando 81% da área total encontrada para as áreas verdes, provenientes dos espaços livres. Quanto às praças, 10 responderam positivamente em relação ao espaço destinado à vegetação.

A Praça Cristóvão Jaques, localizada no bairro Praia de Santa Helena, mostrou-se com um valor bem próximo ao limite desejado de vegetação (49,7%), e isso foi determinante para que fosse incluída no cálculo do índice de áreas verdes. Em sua composição vegetal, há presença de algumas árvores dispersas, umas de copas densas e outras com copas estreitas, e poucos pisos gramados distribuídos pelo limite da praça. A outra metade da composição constitui-se de espaços pavimentados e quadras de esportes para recreação. Pode-se observar a configuração espacial da vegetação dessa Praça na Figura 24.

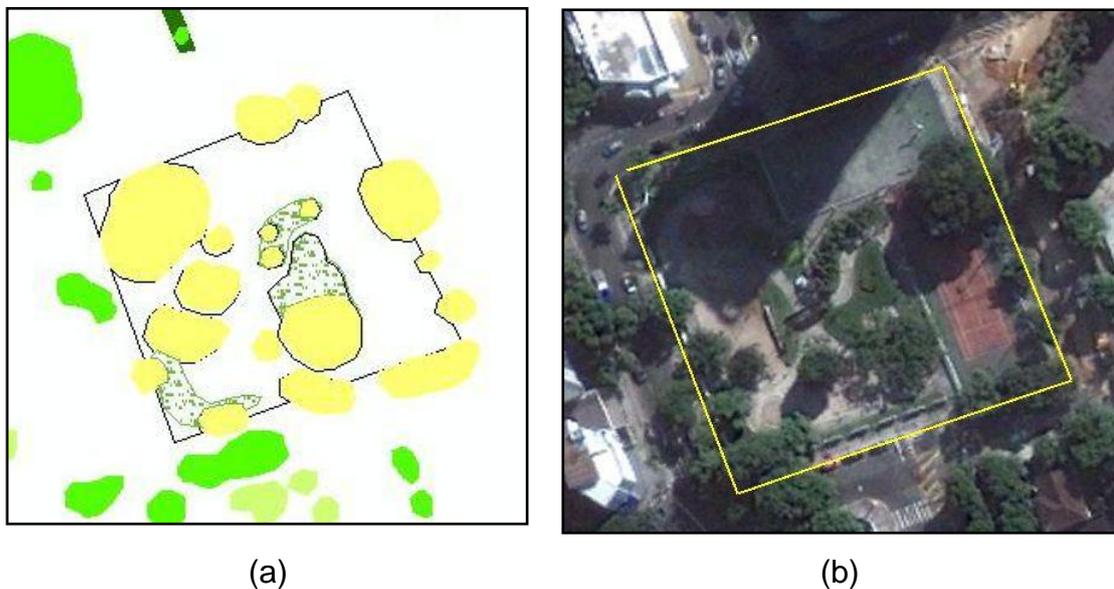


Figura 24. Configuração espacial da Praça Cristóvão Jaques, Vitória-ES, em que: a) Mapeamento (2007); b) Google Earth (2010).

Considerando as praças e parques urbanos, caracterizados pelas composições a partir de 50% de cobertura vegetal, Vitória possui 286.054,00 m<sup>2</sup> de áreas verdes em seu território, sendo que, destes, 75,5% representam a cobertura vegetal presente nas 15 áreas.

Relacionando este valor com a área total de Vitória no ano em questão, obteve-se o percentual de 0,31%, ou seja, a cidade não alcançou 1% de áreas verdes que atendam às condições definidas para o mínimo adequado de qualidade ambiental. No cálculo do *I*AV, com base na população de 2007, chegou-se ao baixo índice de 0,91 m<sup>2</sup>/habitante em Vitória.

Lindenmaier e Santos (2008) encontraram para a cidade de Cachoeira do Sul - RS um índice de 3,33 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante, considerando o somatório da área das praças. Harder *et al.* (2006) encontraram o índice de áreas verdes de 2,19 m<sup>2</sup>/habitante para as praças da cidade de Vinhedo-SP.

Pode-se observar que o índice encontrado para Vitória está muito abaixo do mínimo de 15 m<sup>2</sup>/habitante para áreas verdes públicas, sugerido pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana.

Além disso, vale ressaltar que a presença dessas poucas áreas não representa a realidade para toda a população, uma vez que as áreas verdes com dimensões espaciais maiores e significativo índice de cobertura vegetal apresentam uma distribuição irregular. Percebe-se uma maior concentração em algumas parcelas da zona urbana da cidade, impossibilitando que boa parte da população desfrute dos benefícios dessas áreas nas proximidades de suas residências.

Oliveira (1996) descreve que a inexistência de um conceito único de áreas verdes causa diferenças nos métodos de estimativa de *I*AV e dificulta as informações geradas com relação a outras cidades brasileiras.

De fato, a falta deste conceito impossibilita efetivas comparações, pois cada autor calcula o *I*AV levando-se em conta distintas classes de vegetação. Alguns denominam áreas verdes como sinônimo de arborização de ruas; outros, de praças e parques e assim se varia entre os pesquisadores.

Isso não quer dizer que a quantificação deva ser desprezada, já que a comparação entre índices de diferentes bairros da mesma cidade, ou entre bairros de cidades diferentes, mas com as mesmas características, é perfeitamente possível, desde que se utilizem métodos e técnicas semelhantes.

- *Arborização viária*

Muitos estudos consideram a arborização de rua como áreas verdes para o cálculo do índice. Desta forma, levando-se em consideração a classe de arborização viária (1.395.300,00 m<sup>2</sup>) para determinar o *IAV* e *PAV* de Vitória, foi obtido o percentual de 1,50% de áreas verdes e o índice de 4,44 m<sup>2</sup>/habitante.

Oliveira (1996) encontrou, para a cidade de São Carlos-SP, o índice de áreas verdes públicas, representado pela arborização de rua, no valor 2,65 m<sup>2</sup>/habitante. Em Lavras-MG, Carvalho (2001) encontrou a existência de 0,34 m<sup>2</sup>/habitante e, em Curitiba-PR, Milano (1984) obteve o índice em 3,06 m<sup>2</sup>/habitante também para a arborização de ruas.

Avaliando as áreas verdes de acordo com a arborização viária, também foi obtido um valor abaixo do recomendado pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, porém, mais satisfatório que o índice encontrado para as praças e parques urbanos de Vitória. Entretanto, a vegetação correspondente a esta classe não exerce as funções de lazer e recreação desejáveis para analisar a qualidade de vida da população de Vitória, apenas as funções ecológicas de amenização e estéticas.

- *Índice de Área Verde Total (IAVT)*

Posteriormente, foi calculado o Índice de Área Verde Total (*IAVT*), com base no mapeamento das 17 classes de cobertura vegetal da cidade de Vitória. Encontrou-se um total de 13.933.800,00 m<sup>2</sup> de cobertura vegetal, que, dividido pelo número de habitantes da área urbana, no ano de 2007, resultou num *IAVT* de 44,37 m<sup>2</sup>/habitante.

Milano e Disperatti (1987) encontraram para Curitiba o índice de áreas verdes de 50,15 m<sup>2</sup>/habitante, a partir do mapeamento da vegetação do município. Ainda para Curitiba, Miguez (2001) também realizou o mapeamento de toda vegetação urbana, a partir de métodos mais precisos e ortofotocartas, que resultou em um *IAV* de 49,02 m<sup>2</sup>/habitante de área verde.

A discrepância entre o *I*AV calculado com base nas praças e parques urbanos de Vitória e o *I*AVT foi de 43,46 m<sup>2</sup>/habitante. Já entre o *I*AV da arborização viária e o *I*AVT chegou a 39,93 m<sup>2</sup>/habitante.

O cálculo do índice de áreas verdes, agregando os diferentes tipos de vegetação urbana, geralmente proporciona valores finais superestimados, como o que foi encontrado para Vitória. Isso não expõe um significado de cidade com um índice dito ideal, uma vez que o alto valor final se dá exclusivamente em decorrência da elevada quantidade de cobertura vegetal considerada.

Sabe-se que muitas administrações aumentam seus índices, colocando todo espaço não construído como área verde. Esta prática torna-se um equívoco, fazendo com que os resultados de índices de áreas verdes sejam elevados devido a esta contabilização inadvertida.

Desta forma, deve-se refletir sobre o conceito daquilo que se está quantificando, e como está sendo feita esta quantificação, ou seja, os métodos e as técnicas.

- *Praças e parques urbanos (composição a partir de 70% de cobertura vegetal)*

Em seguida, foi realizado o cálculo do *I*AV, de acordo com o conceito de Cavalheiro et al. (1999). Foram determinadas as praças e parques urbanos que apresentassem  $\geq 70\%$  de cobertura vegetal. Assim, encontraram-se 240.683,13 m<sup>2</sup> de áreas verdes, com 77,7% representando o total de cobertura vegetal compondo essas áreas de lazer.

Na Tabela 6, podem-se observar, de forma organizada, as áreas verdes em questão.

Tabela 6. Descrição e localização das áreas verdes com, no mínimo, 70% de cobertura vegetal, na cidade de Vitória, ES

Áreas Verdes	Bairro	Região Administrativa	Área total (m <sup>2</sup> )	Vegetação (m <sup>2</sup> )	Vegetação (%)	Área impermeável (%)
<b>PARQUES URBANOS</b>						
Parque Mangue Seco	Santa Marta	Região IV	20.400	16.993,20	83,3	16,7
Parque Augusto Ruschi	Bairro da Penha	Região IV	64.000	48.000,00	75	25
Parque Pedra da Cebola	Jardim da Penha	Região VI	100.100	79.979,90	79,9	20,1
Parque da Fazendinha	Jardim Camburi	Região VIII	23.000	16.008,00	69,6	30,4
<b>PRAÇAS</b>						
Praça Ilha do Frade	Ilha do Frade	Região V	11.427,83	10.582,17	92,6	7,4
Praça 2	Goiabeiras	Região VI	1.579,97	1.270,30	80,4	19,4
Praça 4	Mata da Praia	Região VI	9.844,13	7.068,09	71,8	28,2
Praça 5	Mata da Praia	Região VI	10.331,20	7.190,52	69,6	30,4
<b>TOTAL</b>			<b>240.683,13 m<sup>2</sup></b>	<b>187.092,18 m<sup>2</sup></b> <b>(77,7 %)</b>		

A cada restrição, afunila-se o número de áreas verdes encontradas na cidade de Vitória. Seguindo o novo critério, adotado como ideal para as áreas de lazer e recreação, têm-se, ao todo, apenas oito áreas verdes.

Excluindo-se o Parque Moscoso, os quatro parques restantes ocuparam 86% das áreas verdes inclusas nesta restrição. O Parque da Fazendinha, localizado no bairro Jardim Camburi, encontrou-se próximo ao limite desejado de vegetação (69,6%). Dentro do seu limite, compondo a vegetação, o Parque possui algumas árvores dispersas, fragmentos florestais com significativos tamanhos, solos permeáveis, bem como um corpo d'água na área central do Parque. As superfícies impermeáveis representam 30,4% desse Parque. Na Figura 25, está representada a configuração do Parque da Fazendinha.

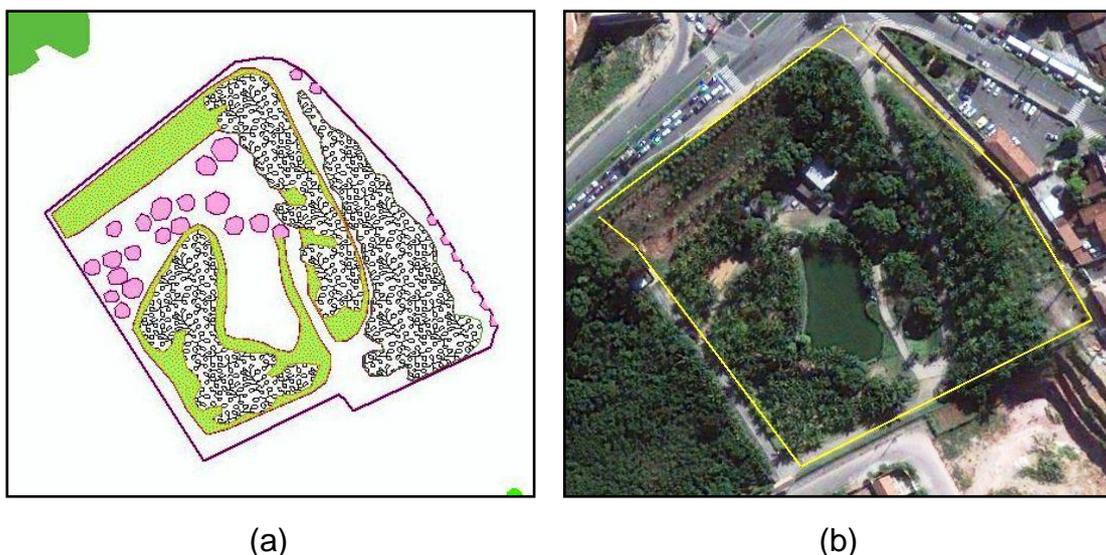


Figura 25. Configuração espacial do Parque da Fazendinha, Vitória-ES, em que: a) Mapeamento (2007); b) Google Earth (2010).

O número de praças também foi reduzido; somente quatro praças compuseram agora esta classe de áreas verdes e, juntas, representaram 14% da área total.

A Praça Ilha do Frade, no bairro Ilha do Frade, diferencia-se das demais por apresentar um total de 92,6% de cobertura vegetal, valor bem acima do valor de referência utilizado (70%). Em seu interior, há pouco espaço impermeável (7,4%), dois lagos, arborização não tão esparsa e pisos gramados

coabrindo quase todo seu território. A praça está localizada em um dos bairros mais nobres da cidade, com excelente infraestrutura, atendendo à população de maior renda. A Figura 26 ilustra a configuração da Praça Ilha do Frade.

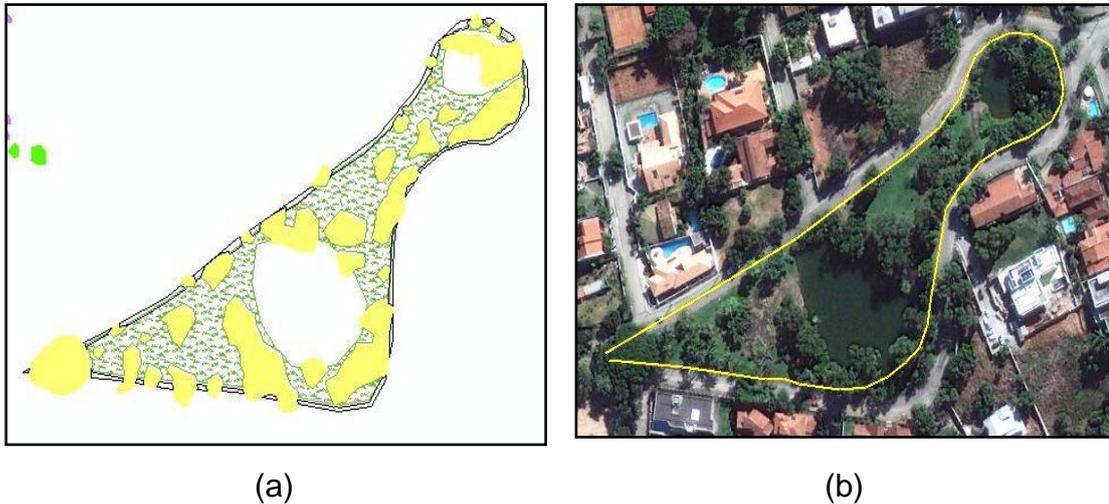


Figura 26. Configuração espacial da Praça Ilha do Frade, Vitória-ES, em que: a) Mapeamento (2007); b) Google Earth (2010).

O índice de áreas verdes, na nova classe em que se utilizou o valor de 70% de cobertura vegetal, foi de 0,77 m<sup>2</sup>/habitante de Vitória. O PAV calculado mostrou que só 0,26% de toda a cidade é composto por áreas verdes cobertas por, no mínimo, 70% de vegetação.

Relacionando este resultado ao IAV encontrado para as áreas verdes com  $\geq 50\%$  de cobertura vegetal, observou-se que, ao aumentar a vegetação, de 50 para 70%, houve uma redução de 0,14 m<sup>2</sup> de áreas verdes, antes disponíveis para cada habitante.

Comparando-se estas duas classes de cobertura vegetal, pode-se verificar que a cidade de Vitória tem apresentado, em maior número, espaços destinados ao lazer com distribuições semelhantes entre a vegetação e as superfícies impermeáveis (50%).

- *Praças e parques urbanos (composição com até 50% de cobertura vegetal)*

Na Tabela 7, podem-se observar os parques e praças que apresentam menos de 50% de vegetação em seu espaço.

Tabela 7. Descrição e localização dos parques e praças, com menos de 50% de cobertura vegetal, na cidade de Vitória, ES

<b>Nomes</b>	<b>Bairro</b>	<b>Região Administrativa</b>	<b>Área total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Vegetação (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Vegetação (%)</b>	<b>Área impermeável (%)</b>
<b>PARQUES URBANOS</b>						
Parque Tancredão	Centro	Região I	54.440,00	14.535,48	26,7	73,3
<b>PRAÇAS</b>						
Praça Oito de Setembro	Centro	Região I	1.450,33	593,18	40,9	59,1
Praça Estela Coimbra	Santo Antônio	Região II	9.648,86	2.084,15	21,6	78,4
Praça de Jucutuquara	Jucutuquara	Região III	3.367,54	1.286,40	38,2	61,8
Praça 1	Bento Ferreira	Região III	3.323,93	1.199,94	36,1	63,9
Praça 2	Bento Ferreira	Região III	3.763,47	1.102,70	29,3	70,8
Praça Vicente Guida	Maruípe	Região IV	3.433,12	1.318,32	38,4	61,6
Praça Doutor Demócrito Freitas	Praia do Suá	Região V	4.988,64	1.566,43	31,4	68,6
Praça dos Namorados	Praia do Canto	Região V	46.639,30	16.836,79	36,1	63,9
Praça dos Desejos	Enseada do Suá	Região V	50.288,78	11.868,15	23,6	76,4
Praça Regina Frigeri	Jardim da Penha	Região VI	5.579,36	1.506,43	27,0	73,0
Praça Wolgano Netto	Jardim da Penha	Região VI	5.644,31	1.055,49	18,7	81,3
Praça Philogomiro Lannes	Jardim da Penha	Região VI	5.647,93	1.779,10	31,5	68,5
Praça Aníbal Antero	Jardim da Penha	Região VI	5.990,94	1.288,05	21,5	78,5
Praça 1	Mata da Praia	Região VI	10.020,45	2.064,21	20,6	79,4
Praça 2	Mata da Praia	Região VI	9.985,38	4.143,93	41,5	58,5
Praça 1	Goiabeiras	Região VI	1.280,18	357,17	27,9	72,1
Praça Dom João Batista	São Pedro	Região VII	5.087,23	25,44	0,5	99,5
Praça 1	Jardim Camburi	Região VIII	4.791,89	1.308,19	27,3	72,7
Praça 3	Jardim Camburi	Região VIII	3.099,35	641,57	20,7	79,3
<b>TOTAL</b>			<b>232.826,68 m<sup>2</sup></b>	<b>66.561,12 m<sup>2</sup></b> <b>(28,6 %)</b>		

Têm-se, ao todo, nesta abordagem, 20 áreas compostas com o mínimo de vegetação disponível, sendo um parque urbano e 19 praças. Desta maneira, entende-se que, do total de 29 praças identificadas no mapeamento da cobertura vegetal da cidade de Vitória, 65,5% destacam-se por apresentarem, a maior parte de seus espaços, formada por superfícies impermeáveis.

Este resultado confirma que a cidade de Vitória apresenta a maioria de suas praças formada por áreas construídas e pavimentadas. Isso ocasiona um pequeno percentual para a vegetação, seja como árvores isoladas, seja na forma de maciços vegetais e/ou piso gramado.

Dos parques urbanos mapeados, apenas o Parque Tancredão apresenta elevada desigualdade na relação entre impermeabilidade e permeabilidade, onde 73,3% compõem as superfícies artificiais, enquanto 26,7% são formados por vegetação.

Em relação às praças, a Praça Dom João Batista, localizada no bairro São Pedro, é um exemplo de ausência total de vegetação em uma área destinada ao lazer. Em sua composição, 99,5% de sua superfície são impermeáveis, contra 0,5% de vegetação. Visualiza-se, por meio da Figura 27, essa desigualdade na configuração dessa praça.

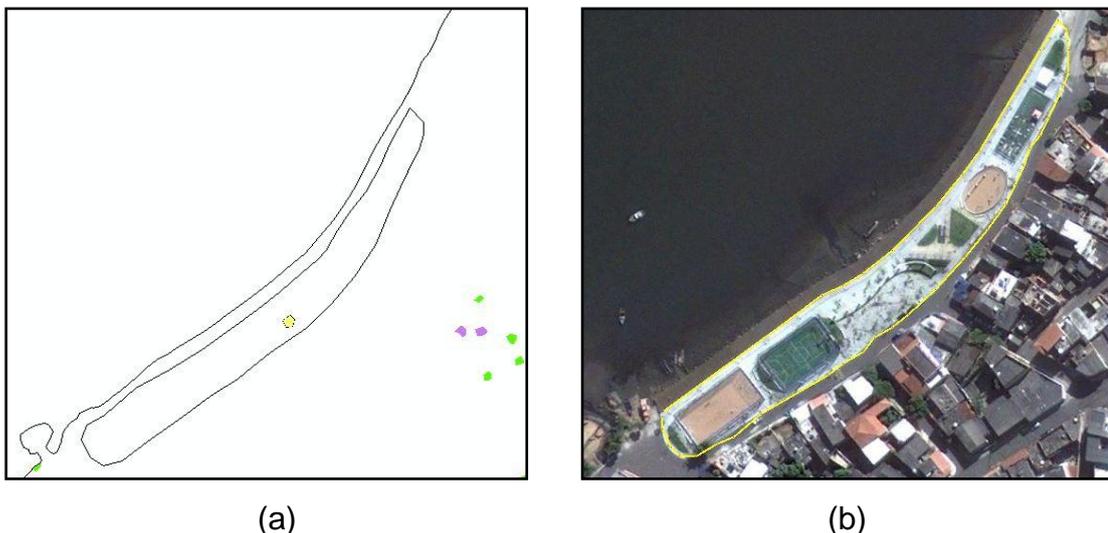


Figura 27. Configuração espacial da Praça Dom João Batista, Vitória-ES, em que: a) Mapeamento (2007); b) Google Earth (2010).

Na imagem do ano de 2007, a praça encontrava-se com menos estrutura que no ano de 2010, por isso, a ausência de qualquer outro aspecto

vegetal no mapeamento da Figura 27 a. Porém, é fácil perceber que, em 2010, a melhoria da estrutura foi voltada para a recreação, com a criação de quadras poliesportivas, pois se percebe que quase nenhum espaço foi destinado à vegetação.

Por conseguinte, a Praça 2 da Mata da Praia (Praça Márcio M. de A. Sarmiento), que, junto com outras quatro praças ao seu lado, formam o Parque Mata da Praia, também se destacou pelo pouco espaço destinado aos fatores ambientais; ainda assim, foi a área com o maior percentual de vegetação (41,5%) da classe de áreas de lazer com menos de 50% de cobertura vegetal. A partir da Figura 28, percebe-se a presença de um grande campo de futebol, com significativa faixa verde, além de mais alguns canteiros gramados e poucas árvores de copas esparsas compondo a praça e contornando seu limite.

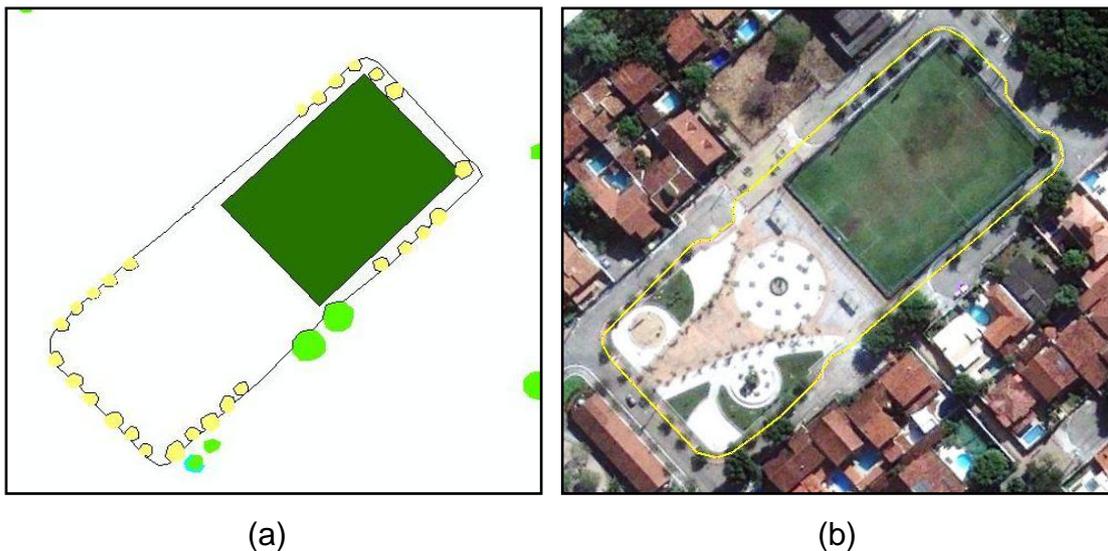


Figura 28. Configuração espacial da Praça 2, da Mata da Praia, Vitória-ES, em que: a) Mapeamento (2007); b) Google Earth (2010).

Logo, as 19 praças e o parque urbano não podem ser considerados como áreas verdes, já que impedem a finalidade básica de proporcionar o bem-estar da população, o mais próximo possível da natureza, para manter-se, por um momento, distante da artificialidade que constitui a cidade de Vitória.

A área dos 20 espaços urbanos foi de 232.826,68 m<sup>2</sup>. Deste total, 28,6% representam a vegetação encontrada no interior desses espaços.

Entende-se este baixo percentual, uma vez que essas áreas se enquadram no critério de menor cobertura vegetal.

O valor total dividido pela população da cidade de Vitória determinou o índice de 0,74 m<sup>2</sup>/habitante. Já o percentual encontrado representou 0,25% de todo o território da região urbana em estudo.

A partir da identificação das áreas verdes, observa-se, na Figura 29, a quantidade de praças e parques urbanos que compuseram as áreas verdes e as áreas com o mínimo de cobertura vegetal, presentes na malha urbana de Vitória, de acordo com a análise entre os diferentes critérios de vegetação.

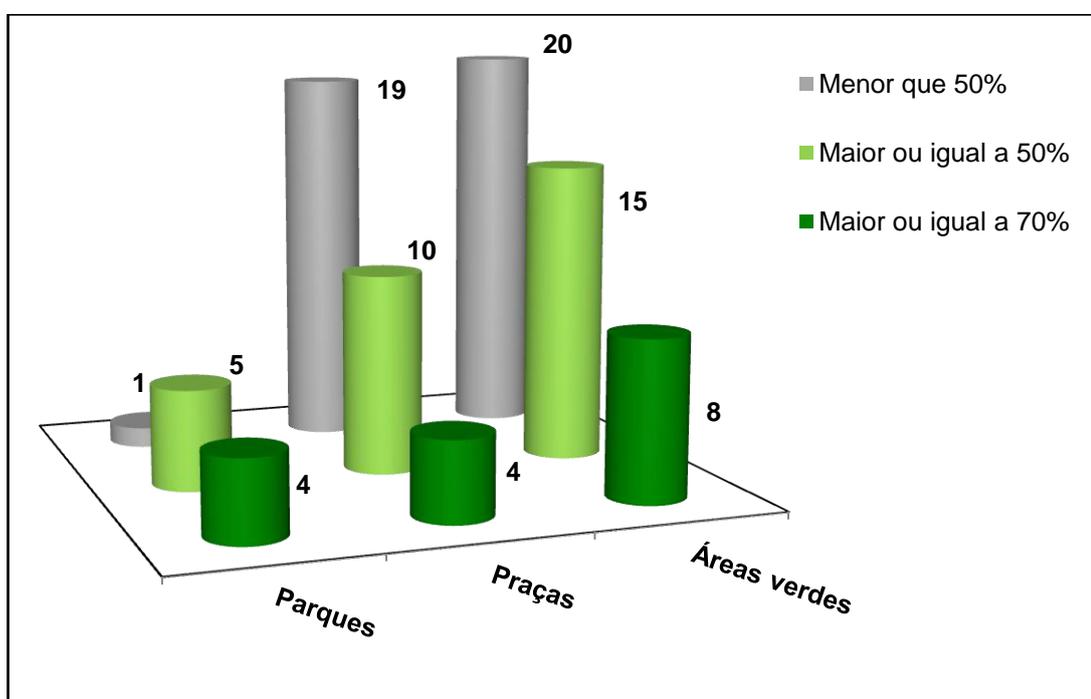


Figura 29. Número de áreas verdes, praças e parques, de acordo com o percentual de cobertura vegetal, em Vitória-ES.

Percebe-se que o avanço dos ambientes construídos sobre possíveis áreas verdes deu uma nova configuração ambiental ao espaço urbano de Vitória, provocando a desvalorização de algumas paisagens naturais na cidade.

Neste sentido, percebe-se uma falha por parte dos órgãos competentes na implantação das áreas verdes e a falta de controle e fiscalização urbana em Vitória, no que concerne ao uso e à ocupação da terra dessas áreas, uma vez que é importante associar a quantidade com a qualidade desses espaços destinados à população, a fim de que sejam capazes de proporcionar suas

funções de lazer, estéticas e ecológicas esperadas. Assim, esta maior quantidade de praças encontra-se inversamente proporcional à qualidade das mesmas, com pouca vegetação disponível e, conseqüentemente, pouca influência na melhoria ambiental da cidade como, por exemplo, a amenização da temperatura do ar, que é o fator de maior incômodo à população na cidade de Vitória.

Pode-se verificar na Tabela 8 os índices e os percentuais de áreas verdes encontrados, seguindo os critérios de cobertura vegetal das praças e parques urbanos.

Tabela 8. Índices e percentuais de áreas verdes, para os três critérios de cobertura vegetal.

	<b>Menor que 50% *</b>	<b>Maior ou igual a 50%</b>	<b>Maior ou igual a 70%</b>
<b><i>I</i>AV (m<sup>2</sup>/habitante)</b>	0,74	0,91	0,77
<b><i>P</i>AV (%)</b>	0,25	0,31	0,26

\* Apesar de esta classe não ser considerada como área verde, seu índice e porcentagem estão descritos em função de áreas verdes.

Nota-se que os espaços livres com menos de 50% de cobertura vegetal apresentaram o índice mais baixo, pois, apesar de possuírem um maior número de praças, estas apresentam dimensões menores em relação aos parques urbanos. Deste modo, por estar sendo representada por apenas um parque, isto influenciou para que seu índice fosse o mais baixo. Mesmo assim, percebe-se uma variação pequena em relação às demais classes. O índice de 0,74 m<sup>2</sup>/habitante não é relevante, pois este valor destinado a cada habitante é formado, em sua maior parte, por áreas construídas.

A classe com  $\geq 50\%$  de cobertura vegetal proporcionou o maior índice de áreas verdes, ainda que muito pequeno. Isso é refletido pela constante e crescente urbanização em que se encontra a cidade de Vitória, não restando espaços suficientes para proporcionar uma melhor qualidade de vida aos que, na cidade, residem.

As áreas verdes com  $\geq 70\%$  de cobertura vegetal permaneceram com o segundo maior *I*AV, mas, da mesma forma, encontra-se num valor muito

baixo. Relacionando com a classe de pouca vegetação, percebem-se *I*AVs bem próximos, e isso significa que, na mesma proporção em que se encontram as áreas de lazer com predominância de materiais artificiais de construção, estão as áreas em que prevalece a vegetação.

Este resultado não é satisfatório, já que o ideal seria a maior composição por vegetação, e apenas alguns pontos construídos para a prática de recreação, com quadras, playground e áreas para refeição e higiene.

Porém, entende-se que este não é um fato específico de Vitória, mas, sim, das cidades em geral, uma vez que o comum é encontrar praças e parques urbanos com mais espaços pavimentados e construídos, formados por superfícies impermeáveis e algumas árvores esparsas.

#### **4.2.4. Proposta conceitual para o cálculo do índice de áreas verdes**

Adotadas as terminologias propostas, o novo cálculo de índice de áreas verdes, para a cidade de Vitória, incluiu os Parques Naturais Municipais da Fonte Grande, Tabuazeiro, Gruta da Onça e a Reserva Ecológica Pedra dos Olhos (formam a Área de Proteção Ambiental do Maciço Central), e as praças e parques urbanos com  $\geq 50\%$  de cobertura vegetal (286.054,00 m<sup>2</sup> - Tabela 5). O ideal seriam proporções maiores de cobertura vegetal, porém esta não é a realidade que mais se percebe. Logo, exige-se que as praças e parques tenham, pelo menos, metade de sua composição formada por vegetação.

A Área de Proteção Ambiental do Maciço Central foi mapeada e constou de 5.085.000,00 m<sup>2</sup>. A partir daí, chegou-se ao total de 5.371.054,00 m<sup>2</sup> de áreas verdes, que, dividido pelo número de habitantes de Vitória, no ano de 2007, originou o *I*AV de 17,10 m<sup>2</sup>/habitante, e um percentual de 5,78% do território da cidade.

O novo índice de Vitória foi além do valor preconizado pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU), que é de 15 m<sup>2</sup>/habitante, indicando que a proposta conceitual para avaliação do *I*AV originou resultado adequado, no âmbito das funções das áreas verdes relacionadas ao fator demográfico da cidade.

Tal fato sintetiza a importância de se considerar os fragmentos florestais presentes na malha urbana, uma vez que essas áreas promovem, especialmente, as funções ecológicas de amenização do microclima, junto à redução da temperatura do ar, aumento da umidade relativa do ar, a partir da maior taxa de evapotranspiração dos maciços vegetais, além da purificação do ar.

Segundo Jesus e Braga (2005), no âmbito da Gestão das Áreas Verdes Urbanas é de grande importância considerar as Áreas de Preservação Permanente localizadas na malha urbana, que constituem espaços potenciais de ampliação do conjunto dos espaços livres.

Para eles, esse cenário intensifica o potencial turístico da região por caracterizar o local, além de aperfeiçoar atividades de Educação Ambiental junto com as comunidades.

#### **4.2.5. Cálculos dos índices de áreas verdes entre os anos de 2007 a 2011**

O índice de áreas verdes é estabelecido em função da população, sendo assim, quanto maior é a sua concentração, maior também deve ser o percentual de cobertura vegetal que representam as áreas verdes na região urbana.

De posse disso, de acordo com o cálculo do índice de áreas verdes, considerando o conceito proposto, a cidade de Vitória obteve o *I*AV de 17,10 m<sup>2</sup>/habitante no ano de 2007.

Segundo dados disponíveis na Prefeitura Municipal de Vitória, a população, em 2008, chegou a 317.817 habitantes. Isso levou a um *I*AV de 16,90 m<sup>2</sup>/habitante nesse ano. Já em 2009, a população foi de 320.156 habitantes, originando um índice de 16,78 m<sup>2</sup>/habitante.

Em 2010, com uma população de 327.801 habitantes, segundo dados censitários do IBGE (2010), encontraram-se 16,39 m<sup>2</sup>/habitante de áreas verdes.

No ano de 2011, a cidade de Vitória apresentará um *I*AV de 16,21 m<sup>2</sup>/habitante de áreas verdes, calculado a partir da população estimada de 331.351 habitantes.

Na Figura 30, pode-se observar graficamente como se comporta a relação entre as áreas verdes e o crescimento populacional em Vitória, no decorrer desses anos.

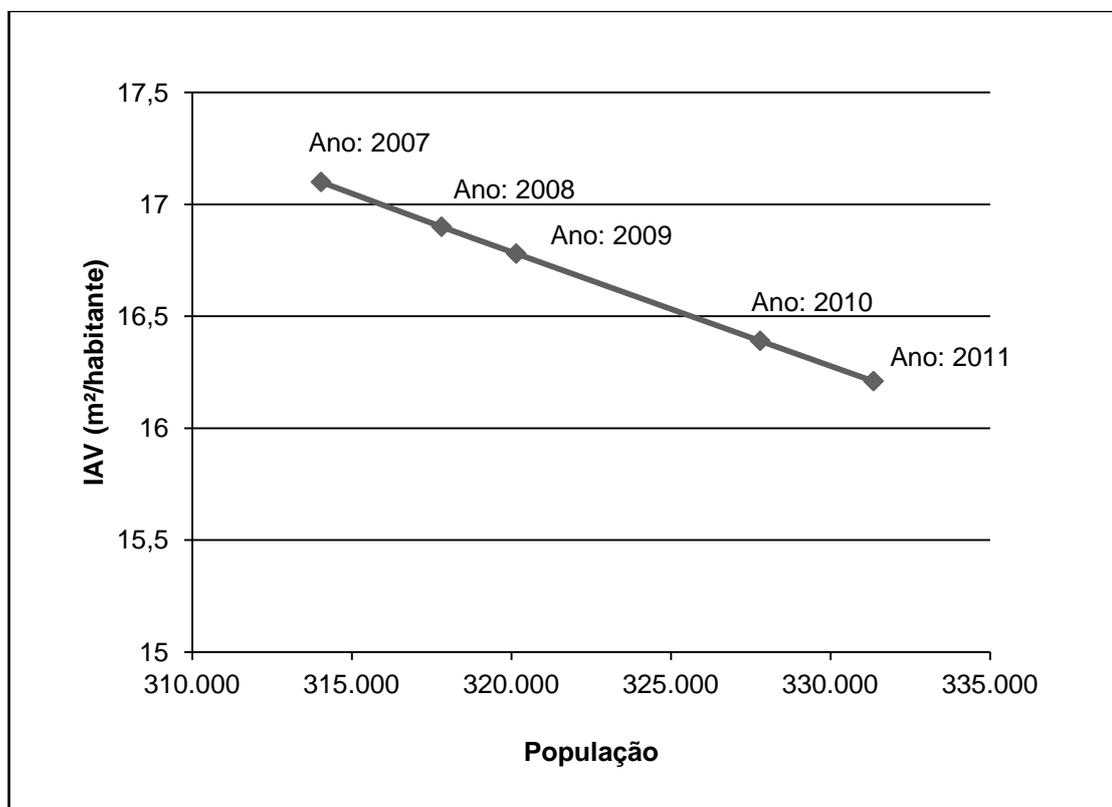


Figura 30. Relação entre o índice de áreas verdes e o aumento populacional, de 2007 a 2011, na cidade de Vitória, ES.

O que se percebe é que, em Vitória, mantidas as condições de cobertura vegetal, quanto maior o aumento da população, menores são os valores dos espaços ainda reservados ou preservados como áreas verdes. Desta forma, o índice tende a manter uma redução gradativa ao longo dos anos, ainda que permaneça acima do indicado pela SBAU.

Esta situação provoca efeitos diretos sobre a qualidade de vida da população, a partir da falta de ambientes adequados para o momento de lazer, essenciais para aliviar o auge de estresse em que se encontram moradores de grandes e movimentadas cidades.

Considerando as tendências relativas ao aumento populacional e à situação das áreas verdes para o município de Vitória, conclui-se que o futuro poderá conduzir a um cenário preocupante, em termos de redução de

qualidade ambiental, caso o governo municipal, em conjunto com as secretarias responsáveis, não adotem políticas públicas que visem ao aumento dessas áreas e à preservação das remanescentes.

Neste sentido, ressalta-se a necessidade de um planejamento apropriado para as questões ambientais, a fim de implantar mais áreas verdes em Vitória, com atenção especial aos locais desprovidos das mesmas, para que estejam distribuídas ao longo de todas as Regiões Administrativas da cidade.

Tão importante quanto a criação de novas áreas verdes, é a manutenção e preservação das áreas já estabelecidas, por meio de programas de conservação e proteção, incentivando atividades de educação ambiental.

É interessante, também, que haja um foco maior na composição dessas áreas, dando-se preferência a um ambiente mais natural, possibilitando o lazer junto à natureza. Mas, é importante que a configuração do local seja bem planejada, para que a cobertura vegetal proporcione apenas benefícios, ao invés de tornar incompatível o momento de lazer com a presença da vegetação, devido a acidentes com quedas de galhos, frutos, entre outros.

#### 4.3. VARIAÇÕES MICROCLIMÁTICAS A PARTIR DO COMPORTAMENTO DAS VARIÁVEIS TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR, NA CIDADE DE VITÓRIA, ES

Segundo Mendonça e Assis (2003), a variabilidade do clima nas cidades está muito relacionada com o modo pelo qual o ser humano modifica o meio ambiente, o que propicia, em alguns casos, áreas com temperaturas mais elevadas e umidades relativas menores, se comparadas às suas regiões adjacentes. Essas áreas, geralmente, constituem-se, em sua maior parte, por espaços pavimentados e construídos.

Assim, foram analisados os comportamentos das variáveis temperatura e umidade relativa do ar, em três locais, em pontos com presença e ausência de arborização. Os locais compreenderam: o Parque Moscoso, localizado na Região do Centro de Vitória; a Praça Philogomiro Lannes, no bairro Jardim da Penha, Região Continental de Vitória; e *campus* da UFES, também localizado na Região Continental da cidade, no bairro Goiabeiras.

Dentre os três, o *campus* da UFES foi o local mais afastado das atividades urbanas, sendo, os demais locais, as áreas mais propensas ao surgimento de ilhas de calor urbanas, provenientes da falta de vegetação.

Com base no descrito, observam-se, na Figura 31, as variações ao longo do dia, da variável climática temperatura do ar, no Parque Moscoso.

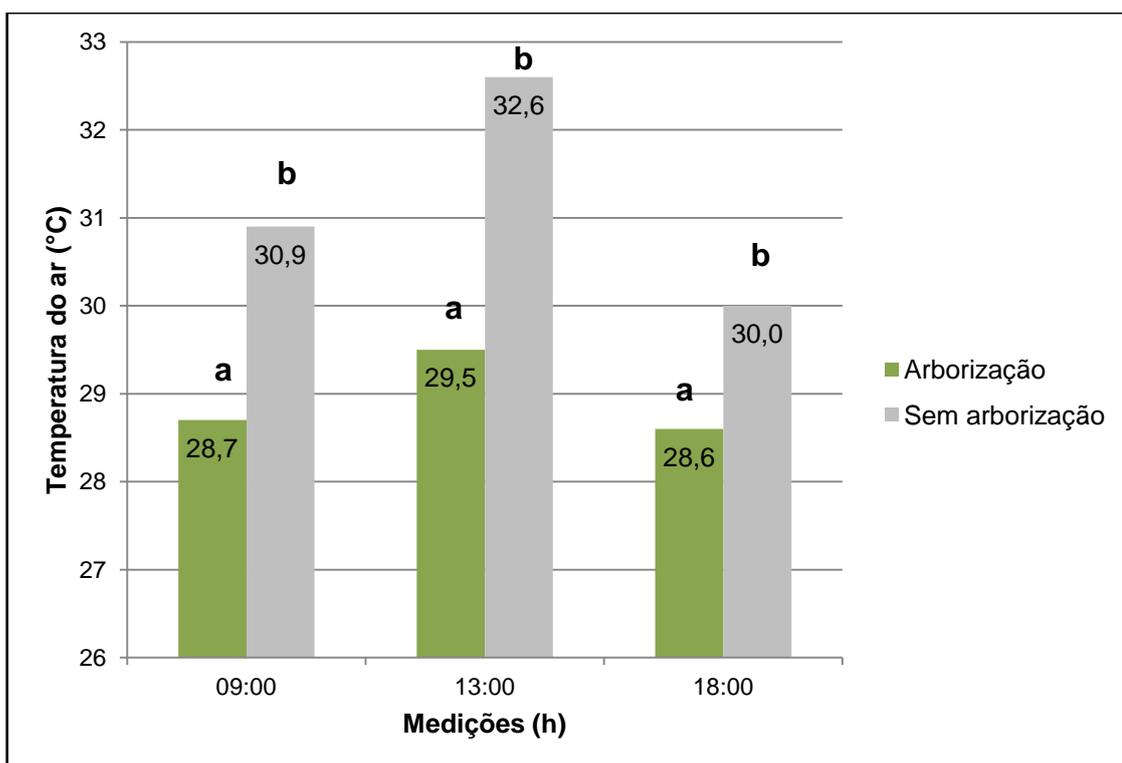


Figura 31. Comportamento da variável temperatura do ar, avaliada ao longo do dia, no Parque Moscoso, Vitória-ES.

(Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade).

Avaliando os resultados apresentados do Teste de Tukey, na Figura 31, observou-se, em relação à temperatura do ar, que, no Parque Moscoso houve diferença significativa entre os locais arborizados e os não-arborizados, em todos os horários avaliados.

Nos pontos arborizados do Parque, a temperatura elevou-se em quase 1° C do horário da manhã às 13 horas. Entretanto, ao longo da tarde, até o horário das 18 horas, ocorreu a diminuição da temperatura, aproximando-se do valor marcado às 9 horas da manhã. Isso acontece devido à maior intensidade de radiação solar na parte da tarde, reduzindo-se ao anoitecer.

Este acúmulo de energia pela estrutura urbana, durante o dia, torna mais lento o resfriamento do ar atmosférico no período noturno, quando ocorre a dissipação do calor. Comprova-se o fato, analisando o anoitecer, no horário de 18h, em que, sob influência da vegetação, a temperatura foi de 28,6°C, enquanto, no local não-arborizado, a temperatura alcançou 30° C.

Na Figura 32, observa-se agora o comportamento da temperatura do ar na Praça Philogomiro Lannes.

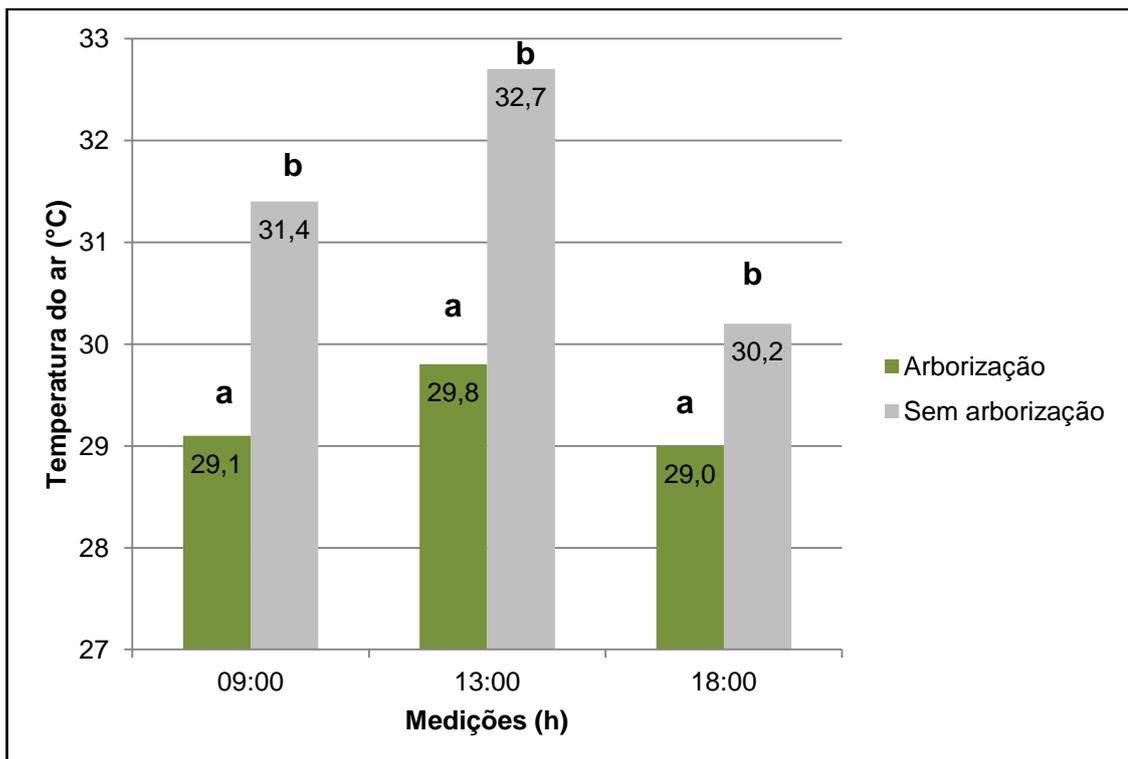


Figura 32. Comportamento da variável temperatura do ar, avaliada ao longo do dia, na Praça Philogomiro Lannes, Vitória-ES.

(Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade).

O comportamento da temperatura do ar, na Praça Philogomiro Lannes, foi similar ao do Parque Moscoso. Nota-se que houve diferença significativa entre os locais arborizados e não-arborizados, ao longo de todo o dia.

Ainda que o Parque Moscoso apresente uma proporção maior de cobertura vegetal em relação à Praça de Jardim da Penha, a semelhança de comportamento da variável temperatura do ar, em ambos os locais, se deve à

arborização com algumas espécies de copas ralas e à ocorrência de poucos espaços permeáveis no que diz respeito ao espaço em geral.

Essa configuração permite a incidência de radiação solar no interior dos locais, o que provoca maior retenção de calor pelas superfícies impermeáveis e, conseqüentemente, maiores temperaturas e sensações térmicas ao longo do dia.

Também foi observado, na Praça Philogomiro Lannes, que o resfriamento do ar, ao anoitecer, se deu mais lentamente no local não-arborizado em relação à área arborizada.

Na Figura 33, é apresentado o comportamento da temperatura do ar, ao longo do dia, no *campus* da UFES.

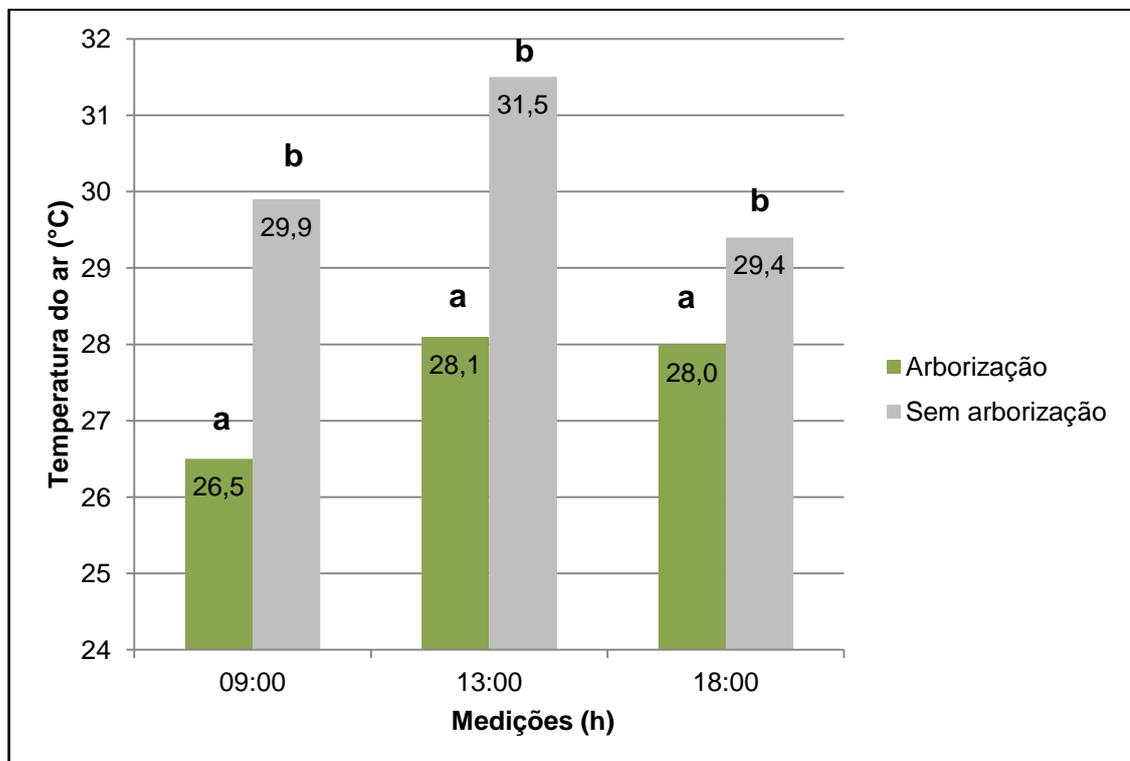


Figura 33. Comportamento da variável temperatura do ar, avaliada ao longo do dia, no *campus* da UFES, Vitória-ES.

(Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade).

No *campus* da UFES, também foi notada diferença significativa entre o local arborizado e o sem arborização, nos três horários de medições. É importante ressaltar que, na UFES, as temperaturas do ar apresentaram-se

sempre menores em relação ao Parque Moscoso e à Praça Philogomiro Lannes, principalmente no local arborizado, constituído por um extenso fragmento florestal.

Esta situação foi motivada pelo fato de o *campus* ter, em seu entorno, vegetação heterogênea, com espécies arbóreas de copa rala a copa densa, formando maciços vegetais fechados, mas que não chegam a impedir o movimento do fluxo de ar no interior dos fragmentos, proporcionando ambientes com temperaturas do ar mais amenas. Além disso, apresentam solos permeáveis, cobertos por camada de serapilheira.

No fragmento florestal em estudo, o menor valor de temperatura encontrado foi pela manhã, na ordem de 26,5° C, encontrando variação de 2,6° C com a Praça Philogomiro Lannes, e 2,2 ° C com o Parque Moscoso, no mesmo horário da manhã.

Na área pavimentada do *campus* da UFES, as temperaturas permaneceram, ao longo do dia, sempre elevadas em comparação ao local arborizado. Porém, em relação aos locais não-arborizados da Praça e do Parque, as temperaturas estiveram menores. Isso aconteceu devido à influência da proximidade com o fragmento, embora tenham sido coletados dados a aproximadamente 50 m da borda do fragmento, para evitar tal situação.

De modo geral, nos locais não-arborizados, os valores das temperaturas permaneceram sempre maiores, em comparação aos locais com arborização. Neste sentido, Moreno (2006) argumenta que os agrupamentos arbóreos tendem a uma maior influência no microclima, proporcionando uma sensação confortável, pois, ao “filtrarem” a radiação solar, reduzem a quantidade de energia absorvida pelos materiais artificiais da malha urbana.

Pode-se perceber a tendência aos fenômenos de ilhas de calor urbanas na cidade de Vitória, causadas pela artificialidade das regiões mais centrais e mais influenciadas pelas atividades urbanas diárias, redução das áreas verdes nos locais de lazer, acompanhada pela alta impermeabilização do solo, como foi diagnosticado no Parque Moscoso e na Praça do bairro Jardim da Penha.

É notável, portanto, a influência da vegetação na amenização da temperatura do ar, principalmente durante o dia, haja vista as comparações gerais feitas pelos valores encontrados nas áreas arborizadas e não-arborizadas, nos três locais analisados, de acordo com as Tabelas 9, 10 e 11.

Tabela 9. Variação da temperatura do ar, ao longo do dia, nas áreas arborizadas e não-arborizadas, no Parque Moscoso

<b>Temperatura do ar (° C)</b>			
	<b>Área arborizada</b>	<b>Área não-arborizada</b>	<b>VARIAÇÃO</b>
<b>Horários (horas)</b>			
09:00	28,7	30,9	<b>2,2</b>
13:00	29,5	32,6	<b>3,1</b>
18:00	28,6	30,0	<b>1,4</b>

Tabela 10. Variação da temperatura do ar, ao longo do dia, nas áreas arborizadas e não-arborizadas, na Praça Philogomiro Lannes

<b>Temperatura do ar (° C)</b>			
	<b>Área arborizada</b>	<b>Área não-arborizada</b>	<b>VARIAÇÃO</b>
<b>Horários (horas)</b>			
09:00	29,1	31,4	<b>2,3</b>
13:00	29,8	32,7	<b>2,9</b>
18:00	29,0	30,2	<b>1,2</b>

Tabela 11. Variação da temperatura do ar, ao longo do dia, nas áreas arborizadas e não-arborizadas, no *campus* da UFES, Goiabeiras

<b>Temperatura do ar (° C)</b>			
	<b>Área arborizada</b>	<b>Área não-arborizada</b>	<b>VARIAÇÃO</b>
<b>Horários (horas)</b>			
09:00	26,5	29,9	<b>3,4</b>
13:00	28,1	31,5	<b>3,4</b>
18:00	28,0	29,4	<b>1,4</b>

Percebe-se que a maior variação de temperatura entre as áreas arborizadas e não-arborizadas, nos três locais avaliados, foi sempre na parte da tarde, no horário das 13h. Neste período, a variação chegou a até 3,4° C, mesmo sendo pequena a distância entre as áreas analisadas. Já no período noturno, às 18h, encontrou-se a menor variação entre as áreas com e sem arborização, nos três locais.

Resultados semelhantes foram encontrados por Barbosa (2005), que estudou os efeitos das áreas verdes na qualidade térmica de ambientes urbanos de Maceió (AL), onde a diferença da temperatura do ar entre áreas não-arborizadas e as arborizadas chegava a 3° C durante o dia, sendo que, no período noturno, o efeito da vegetação era insignificante. Segundo o autor, a influência da vegetação nas condições térmicas dos ambientes urbanos é provida, essencialmente, pelo fator sombreamento que a arborização propicia às superfícies.

O autor recomenda que os planejadores passem a “pensar a cidade” no escopo dos aspectos climáticos, de forma que atributos do clima urbano sejam traduzidos em critérios do planejamento, para que não surjam, cada vez mais, ilhas de calor urbanas compondo as metrópoles, fato que interfere e incomoda a vida diária da população.

Notou-se que as temperaturas foram sempre mais elevadas na Praça Philogomiro Lannes, sendo, este, o local com a menor quantidade de vegetação encontrada. Brandão e Lucena (1999) mostraram que, em relação ao conforto térmico verificado em algumas praças do Rio de Janeiro/RJ, a insuficiência arbórea, em espaços abertos dessa natureza, favorece situações de extremo desconforto humano.

Esse é, portanto, um fator fundamental que justifica a presença de árvore nas praças, pois a situação de desconforto térmico é incompatível com a função de lazer e de bem-estar ao ar livre que as áreas verdes devem desempenhar e proporcionar.

Analisando a umidade relativa do ar (UR) ao longo do dia, nos mesmos locais de estudo, nota-se, também, o comportamento diretamente proporcional entre a vegetação e a UR. Na Figura 34, encontram-se as variações da umidade relativa do ar no Parque Moscoso.

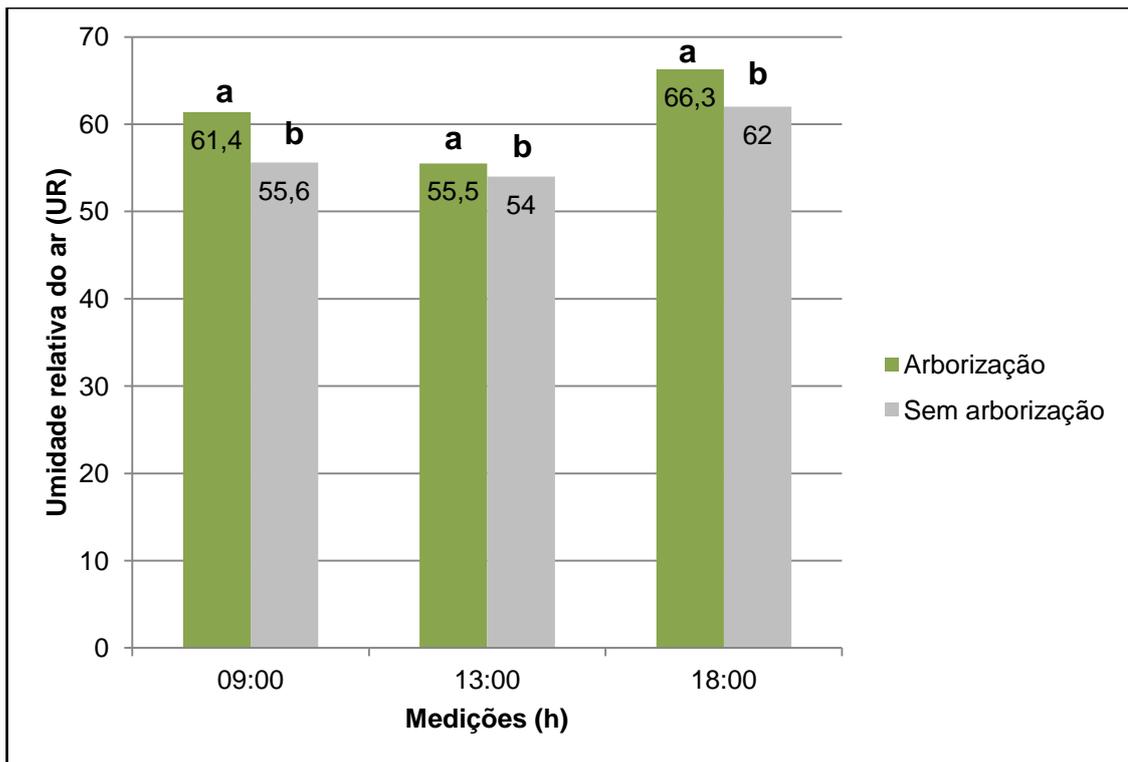


Figura 34. Comportamento da variável umidade relativa do ar, avaliada ao longo do dia, no Parque Moscoso, Vitória-ES.

(Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade).

A variável umidade relativa do ar apresentou diferença significativa entre o local arborizado e o não-arborizado, em todos os horários de coleta de dados no Parque Moscoso.

No Parque Moscoso, o maior valor de umidade relativa foi observado ao anoitecer, a partir das 18h, tanto na área arborizada, como na sem arborização. Como a temperatura atinge seus valores mais altos durante o dia e mais baixos durante a noite, compreende-se que a umidade relativa do ar seja menor durante os períodos mais quentes do dia e maior durante a noite, em áreas com pouca vegetação.

Na Figura 35, nota-se o comportamento da umidade relativa na Praça Philogomiro Lannes.

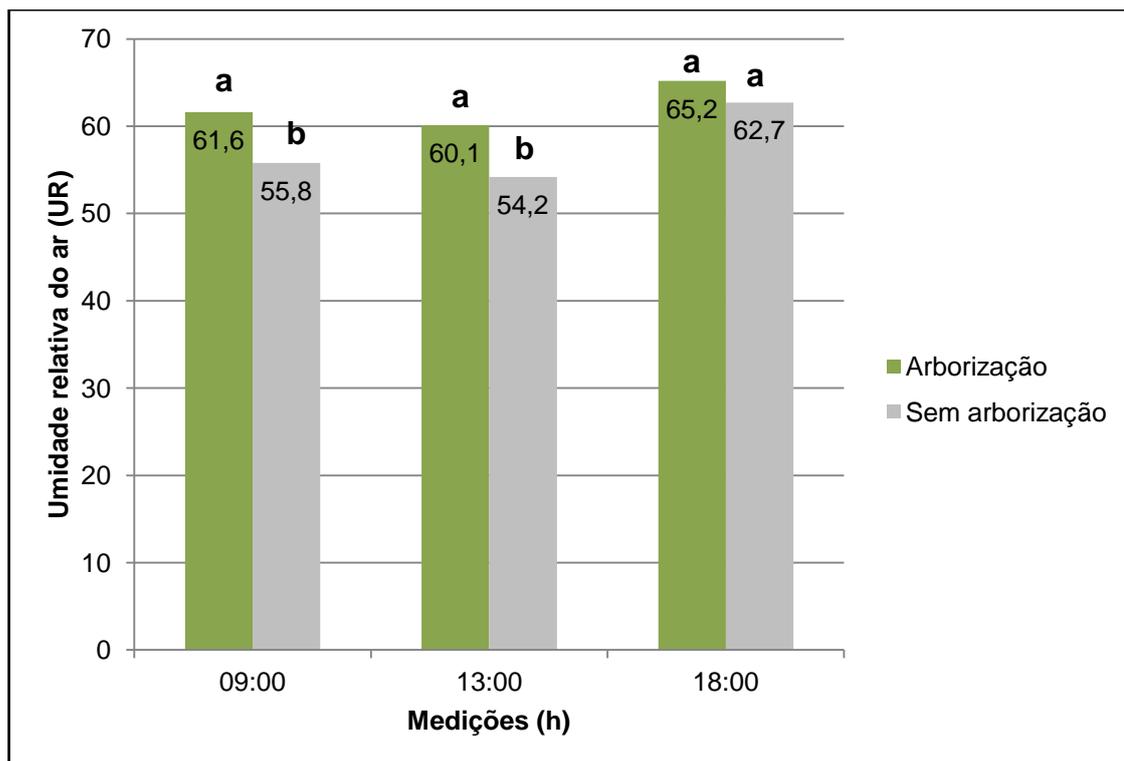


Figura 35. Comportamento da variável umidade relativa do ar, avaliada ao longo do dia, na Praça Philogomiro Lannes, Vitória-ES.

(Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade).

Não houve diferença significativa entre a área arborizada e a não-arborizada, no horário das 18h, na Praça do bairro Jardim da Penha, sendo, estes, os maiores valores mensurados.

Este fato ratifica a relação inversa entre a umidade e a temperatura do ar, enfatizada nas áreas mais impermeabilizadas, cujo acúmulo de energia se dá durante o dia. Ao anoitecer, o microclima se torna mais ameno pela ausência de radiação solar, promovendo, desta forma, o aumento da umidade relativa do ar.

Comparando os valores de umidade relativa ao longo do dia, no Parque Moscoso e na Praça Philogomiro Lannes, notou-se que o Parque apresentou os menores valores mensurados, em todos os horários de medições. Conforme Pezzuto (2007), as áreas intensamente urbanizadas, como se verifica nesse Parque, reduzem consideravelmente a evaporação e a umidade pela maior rugosidade e a influência dos materiais de construção, que

contribuem para o armazenamento térmico durante o dia e impedem o rápido resfriamento.

O comportamento da umidade relativa do ar, no *campus* da Universidade, está representado na Figura 36.

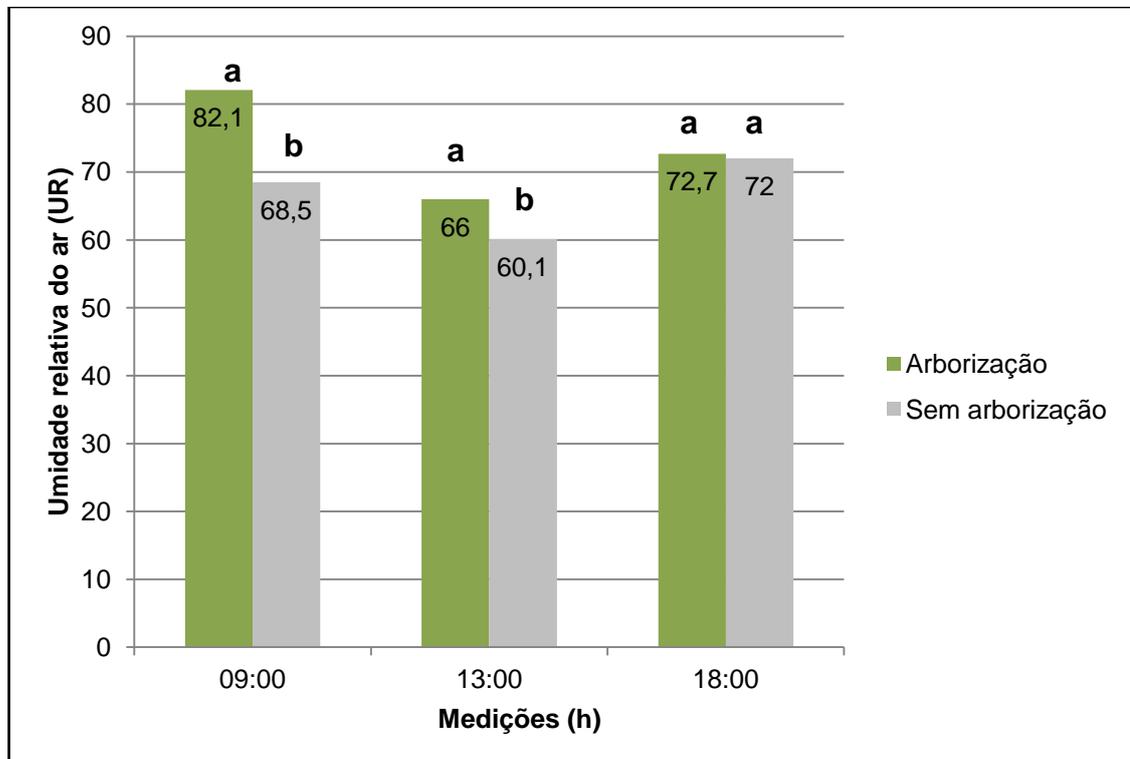


Figura 36. Comportamento da variável umidade relativa do ar, avaliada ao longo do dia, no *campus* da UFES, Vitória-ES.

(Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade).

Nota-se que não houve diferença significativa quanto à área arborizada e não-arborizada, no horário das 18h na UFES, mostrando que estes dois locais se assemelham no comportamento da variável ambiental em questão.

Um fato importante é que, no *campus* da UFES, em todos os registros, os valores de umidade relativa do ar foram superiores aos encontrados no Parque Moscoso e na Praça Philogomiro Lannes, destacando-se o horário das 9h da manhã, cujo valor alcançou 82% de umidade no fragmento florestal.

Isso se explica, pois as florestas moderam a temperatura e contribuem para o aumento da umidade relativa do ar por meio da evapotranspiração. Outro fator que influencia neste aumento é a densidade das copas das árvores;

onde as copas são fechadas, como no caso do fragmento estudado, a umidade geralmente é mais alta do que em locais com densidades menores.

Novamente, percebem-se os efeitos da cobertura vegetal no comportamento microclimático da variável umidade relativa do ar, que persistiu com valores maiores nas áreas arborizadas, quando comparadas às áreas constituídas, em sua maior parte, por materiais artificiais.

O estudo sobre o efeito da vegetação na atenuação do calor, realizado por Shashua-Bar e Hoffman (2000), em Tel-Aviv (Israel), indicou que as áreas sombreadas por árvores são capazes de afetar os registros da temperatura do ar, uma vez que essas atenuam o aquecimento do solo pela radiação solar direta. Da mesma forma, o efeito da umidificação do ar mostra-se proporcional ao do resfriamento. O estudo constatou que o efeito amenizador climático de pequenas áreas verdes pode ser sentido até um raio de 100 m distante das mesmas.

Deste modo, é imprescindível que as autoridades procurem agregar a vegetação às áreas verdes de lazer, no planejamento urbano, buscando proporcionar a melhoria da qualidade de vida para quem habita ou apenas trabalha na cidade de Vitória.

#### 4.4. EQUAÇÃO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA PARA ESTIMATIVA DAS TEMPERATURAS MÉDIAS ANUAL DO AR PARA A CIDADE DE VITÓRIA, ES

A partir da Equação 7 desenvolvida por Castro (2008), notou-se que os valores da temperatura média, estimados para a cidade de Vitória, tendem a diminuir conforme o aumento da altitude e longitude, uma vez que as relações desses parâmetros com a variável dependente foram negativas. De forma contrária comportou-se a latitude, que proporcionou um valor positivo de seu coeficiente.

O valor do coeficiente de determinação ajustado ( $\bar{R}^2 = 0,97$ ), próximo a 1,0, demonstra a eficiência e o bom desempenho do modelo, o que conferiu a alta confiabilidade (estatística) de recomendar o uso da Equação 7 para estimar as temperaturas médias anuais do ar para a cidade de Vitória e associá-la ao MDE SRTM.

Feitoza et al. (1979), também ajustaram equações de regressão para estimar as temperaturas máximas, médias e mínimas mensais e anual, para o Estado do Espírito Santo. Os referidos autores encontraram resultado semelhante quanto ao coeficiente de determinação ajustado ( $\bar{R}^2$ ), no valor de 0,97 para a equação de estimativa da temperatura média anual do ar em função da altitude, latitude e longitude.

#### 4.5. USO DO MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO (MDE) NA ESPACIALIZAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR

De acordo com Castro (2008), a simples interpolação de dados medidos em estações meteorológicas não considera a altitude, e, sim, apenas as distâncias entre as amostras. É devido a esta situação que trabalhos realizados por Sedyama et al. (2001), Pezzopane et al. (2004), Valladares et al. (2005) e Medeiros et al. (2005) ressaltam a importância da inclusão do fator relevo na espacialização da temperatura do ar, contribuindo muito para melhorar os resultados obtidos.

A partir do MDE da cidade de Vitória, obtido por meio de uma imagem de radar SRTM, foram encontradas, para o relevo da cidade, altitudes variando de -23 m a um pouco mais de 295 m, como visto na Figura 37.

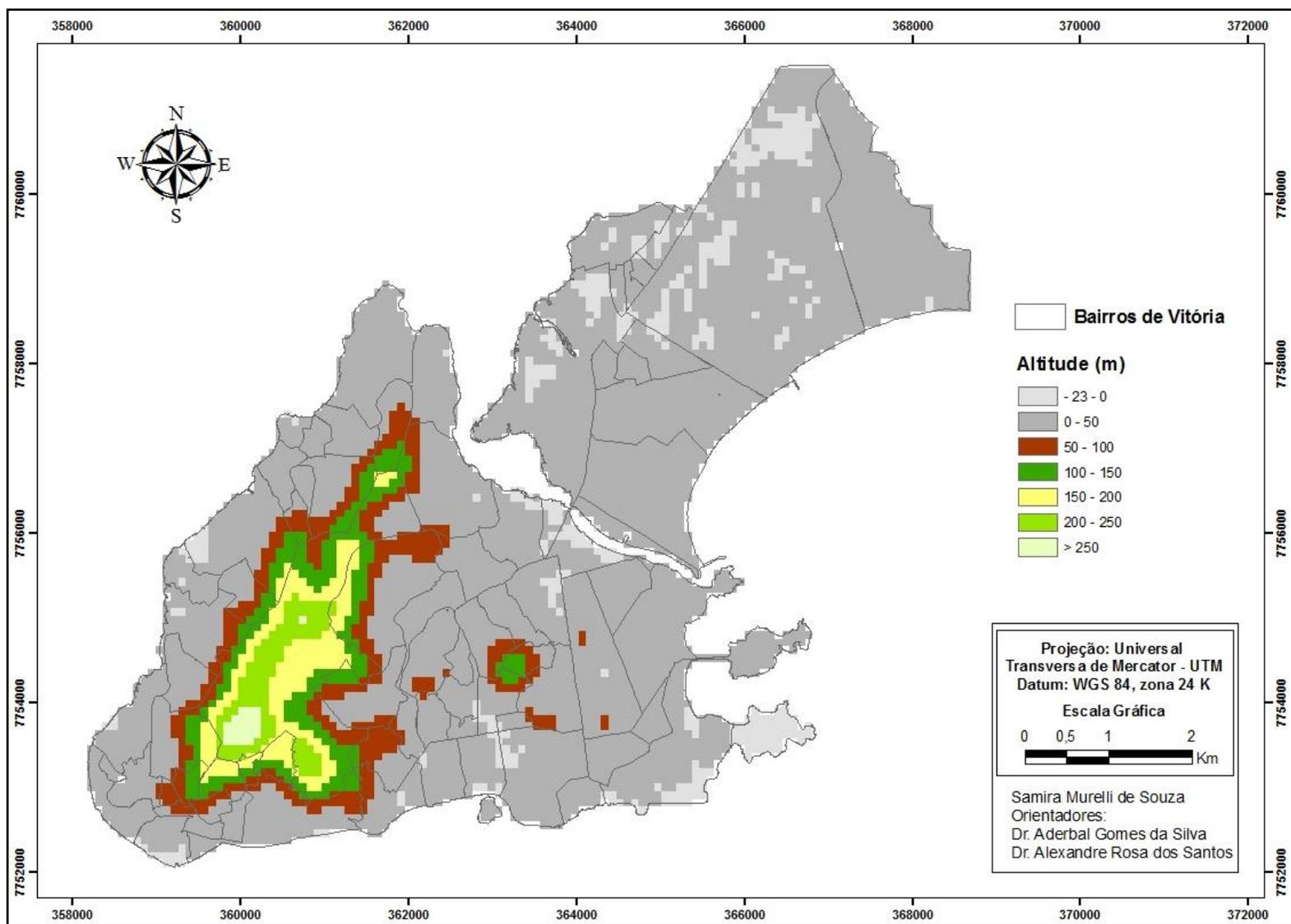


Figura 37. Modelo digital de elevação (MDE) da cidade de Vitória-ES, gerado a partir de dados de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*).

Os dados de radar SRTM têm a vantagem de prover modelos homogêneos e a capacidade de captar a variação do relevo na paisagem. Decorrente disso, o MDE SRTM, obtido para a cidade de Vitória, mostrou-se uma importante ferramenta para caracterizar o relevo da região em estudo.

Essa boa acurácia e aplicabilidade tornaram possível a caracterização da temperatura média anual do ar para cada pixel, gerando carta digital da condição térmica da cidade.

Valladares et al. (2005) realizando estudo para as cinco Regiões do país; Ferreira et al. (2006) para os Estados de Minas Gerais e Pará; Vanhoni e Mendonça (2008) para o Paraná e, Both et al. (2010) para o Rio Grande do Sul, utilizaram imagens de radar SRTM para representar o relevo e evidenciaram a eficiência dos resultados da espacialização da temperatura do ar a partir desse método, bem como no presente estudo.

O mapa de espacialização da temperatura média anual do ar para a cidade de Vitória foi reclassificado num intervalo de  $0,5^{\circ}$  C, como pode ser observado na Figura 38. É possível perceber a relação do relevo com a variável avaliada.

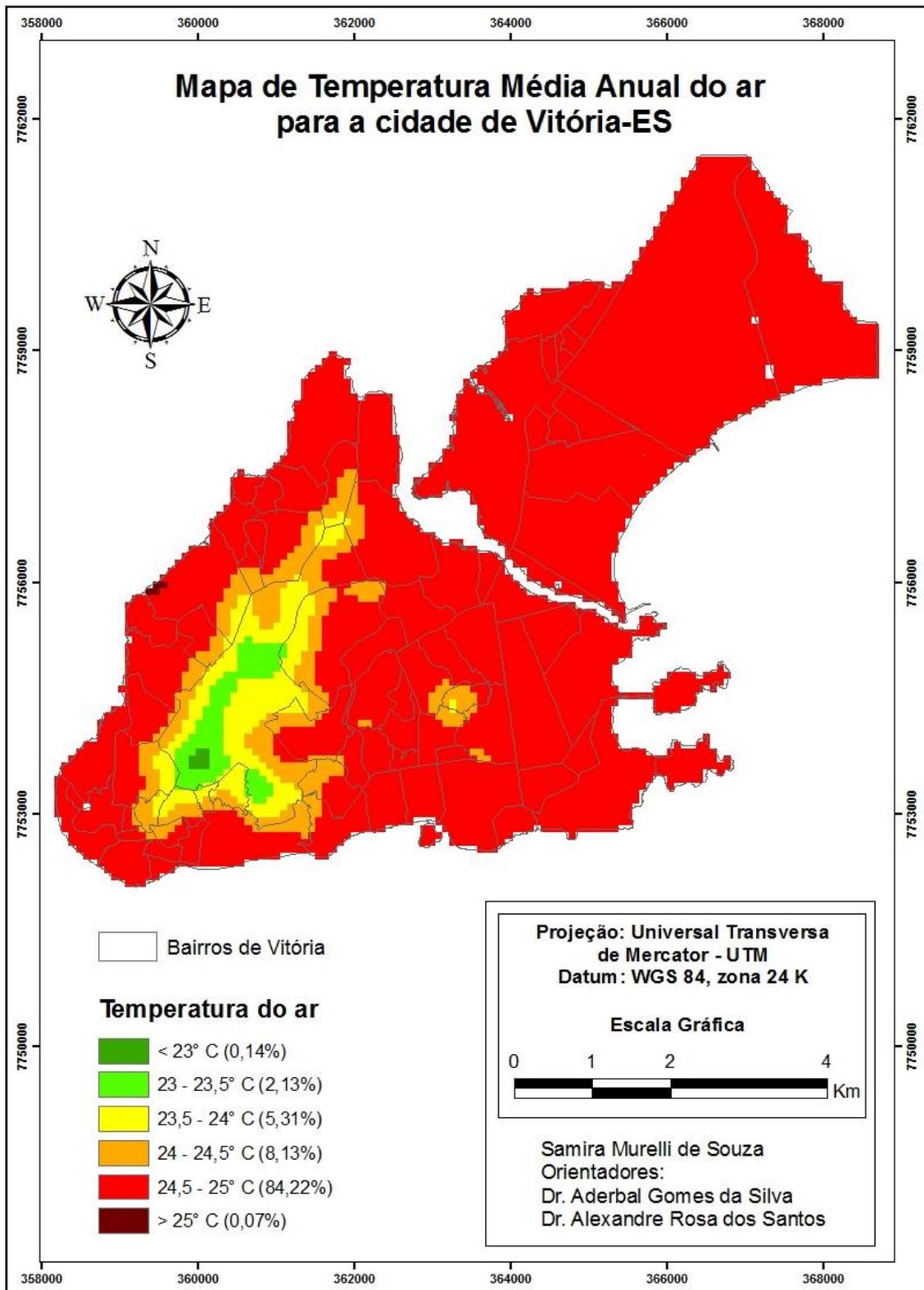


Figura 38. Espacialização das estimativas da temperatura média anual do ar, para a cidade de Vitória, ES.

Nota-se a baixa amplitude de temperatura, com baixos percentuais de valores mínimos inferiores a 23° C e máximos, superiores a 25° C, demonstrando a pequena variabilidade climática da cidade de Vitória ao longo do ano. Em toda sua extensão, de Norte a Sul da cidade, além de toda a faixa litorânea, a temperatura média anual permaneceu em torno de 25° C, correspondendo a 84,22% do território.

Um ponto próximo à Baía de Vitória, na Região VII (São Pedro), apresentou temperatura média anual acima de 25° C, porém constitui a pequena parcela de 0,07% do mapeamento.

Na parte central, a temperatura média anual encontra-se reduzida em um pouco mais de 2° C das demais localidades, apresentando uma temperatura média anual abaixo de 23°C em seu ponto culminante, o que representa apenas 0,14% de toda a cidade mapeada. Ainda nessa região central de Vitória, à medida que diminui a altitude, a temperatura se eleva gradativamente, chegando aos 23,5° C, um pouco abaixo do ponto máximo; sobe para os 24° C até alcançar 24,5° C numa altitude que varia de 50 a 100 m, representado por um percentual de 8,13% do mapeamento.

Tal fato relaciona-se à maior altitude dessa área, representada pelo Maciço Central, variando de 50 a 295 m em seu pico. Porém, outro fator que está envolvido na redução da temperatura é a presença abundante de vegetação nesse local, devido à Área de Proteção Ambiental do Maciço Central. A temperatura média anual nessa região é a menor de todo o território estudado – ainda que seja elevada em comparação às regiões mais frias do Estado do Espírito Santo, devido aos fatores que a caracterizam: a vegetação e o relevo.

Em contrapartida, as praças e os parques urbanos, presentes na cidade, não estão implicando redução da temperatura, já que seus índices de vegetação estão aquém dos padrões desejáveis para áreas de lazer, não sendo suficientes para efetuar a redução significativa da temperatura local.

Alguns morros que compõem a cidade de Vitória, como o Morro da Gurigica (Região IV - Maruípe) e o Morro do Jaburu (Região III - Bento Ferreira), também estão representados com temperaturas um pouco abaixo da média.

Este fato está diretamente relacionado à maior elevação dos mesmos, já que a vegetação neste caso é um parâmetro pouco considerado, devido à maior presença de formações rochosas, como pode ser visto na Figura 39 (a; b).



Figura 39. Formações rochosas dos Morros: a) Gurigica; b) Jaburu, em Vitória-ES.

O mapa do comportamento das temperaturas médias do ar pode contribuir para o planejamento urbano das diversas atividades que movimentam uma região, além de demonstrar que cada cidade tem um clima próprio e, por isso, para a melhoria das condições climáticas, devem-se levar em conta as condições ambientais do local, sendo necessário considerar a vegetação urbana como a peça-chave da qualidade de vida dos cidadãos.

## 5. CONCLUSÕES

De acordo com a análise dos dados e a interpretação dos resultados, obtidos no presente trabalho, foi possível concluir que:

- A utilização do SIG mostrou-se eficiente para o mapeamento da vegetação urbana, propiciando uma visualização espacial detalhada das classes analisadas.
- Em geral, o conjunto da vegetação, que compõe as oito Regiões Administrativas da cidade de Vitória, possui uma distribuição desigual, com maior concentração nos bairros nobres e de melhores infraestruturas, quando comparados aos bairros periféricos, antigos e populares.
- Os índices de espaços livres, áreas verdes e os percentuais relacionados à área total de Vitória, estão abaixo dos valores indicados na literatura pertinente.
- A proposta conceitual para o cálculo do *IAV* proporcionou resultado adequado e apresentou valor acima do preconizado pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana.
- Quanto maior o percentual de cobertura vegetal nas áreas verdes, menor a disponibilidade destas à população de Vitória, prevalecendo áreas de lazer com predominância de espaços impermeáveis.
- A partir das variações de temperatura e umidade relativa do ar, obtidas ao longo do dia, constataram-se mudanças microclimáticas associadas diretamente à ausência ou presença de vegetação que constitui o ambiente urbano de Vitória.
- A partir da equação de regressão, foram obtidos bons resultados e boa confiabilidade na estimativa das temperaturas médias anual do ar, sendo uma alternativa viável para ampliar a base de dados climáticos de Vitória.

- O mapeamento da temperatura média anual mostrou-se coerente com a realidade da cidade, em função da grande acurácia e homogeneidade do Modelo Digital de Elevação, gerado a partir de dados de radar SRTM.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A carência, a má distribuição das áreas verdes identificadas ao longo da malha urbana de Vitória e a crescente substituição dos atributos naturais pelos artificiais, promovem condições de desconforto aos cidadãos, pois os obriga a um momento de lazer em locais com materiais de maior capacidade térmica que as superfícies permeáveis.

Neste sentido, ressalta-se a necessidade, por parte do poder público, de planejar, implantar e distribuir adequadamente as áreas verdes, além da arborização viária, junto a programas de educação ambiental, com o intuito de preservar a vegetação e alcançar e manter os índices considerados ideais para a cidade de Vitória, ES.

Por serem considerados espaços públicos de relevância, as praças e parques urbanos devem merecer atenção especial, pois, além das funções que desempenham, contribuem de maneira significativa como espaços privilegiados de inserção da vegetação em meio à cidade, determinando padrões aceitáveis para uma boa qualidade de vida em Vitória.

É essencial, portanto, que o planejamento urbano considere a interação dos espaços naturais e construídos, a fim de alcançar o controle e o adequado parcelamento do uso da terra urbana, minimizando os impactos na qualidade ambiental de Vitória.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, I. A.; **Qualidade do espaço verde urbano: uma proposta de índice de avaliação.** Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo - Piracicaba, SP, 209p. 2004.
- ALVES, D.S. Sistemas de informação geográfica. In: 1º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, São Paulo, 1990. **Anais...** São Paulo: USP, Escola Politécnica, p.66-78. 1990.
- ANTUNES, F. C. B. **Efeitos da vegetação no conforto ambiental interno em Edifícios Corporativos.** Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, MG. 2003.
- BADIRU, A. I.; PIRES, M. A. F.; RODRIGUEZ, A. C. M. Método para a classificação tipológica da floresta urbana visando o planejamento e a gestão das cidades. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, p. 1427-1433. 2005.
- BARBOSA, R. V. R. **Áreas verdes e qualidade térmica em ambientes urbanos: estudo em microclimas de Maceió (AL).** Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo/Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, 117p. 2005.
- BARBOSA, R. V. R.; BARBIRATO, Gianna M.; VECCHIA, Francisco A. S. **Vegetação Urbana: análise experimental em cidade de clima quente e úmido.** ENCAC 2003 - VII Encontro Nacional sobre Conforto do Ambiente Construído, Curitiba, PR, Brasil, 2003.
- BIAS, E. S.; BAPTISTA, G. M. M.; LOMBARDO, M. A. Análise do fenômeno de ilhas de calor urbanas, por meio da combinação de dados Landsat e Ikonos. **Anais**, XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05 - 10 de Abril, 2003. INPE, p.1741 – 1748. 2003.
- BOTH, G. C.; HAETINGER, C.; JASPER, A.; DIEDRICH, V. L.; FERREIRA, E. R. Estimativa e espacialização da temperatura dos meses mais quente e frio do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Caminhos de Geografia.** Uberlândia v. 11, n. 36, p. 168 – 180. Dez/2010.
- BRANDÃO, A. M. P. M. e LUCENA, A. J. L. A ilha térmica e sua influência no conforto humano na área central da cidade do Rio de Janeiro. In: VIII Simpósio brasileiro de geografia física aplicada. **Anais...** V.1. UFMG, Belo Horizonte. 1999.
- BUCCHERI FILHO, A. T.; NUCCI, J. C. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro Alto da XV, Curitiba/PR. **Revista do Departamento de Geografia**, p.48-59, 2006.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; FUCKS, S. D.; CARVALHO, M. S. Análise espacial e geoprocessamento. In.: Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p.21-52. 2004.

CAPORUSSO, D; MATIAS, L.F. **Áreas verdes urbanas: avaliação e proposta conceitual.** 1º SIMPGEO – Simpósio de Pós-Graduação em Geografia do Estado de São Paulo, Rio Claro, SP. 2008.

CARVALHO, L.M. **Áreas verdes da cidade de Lavras/MG: caracterização, usos e necessidades.** Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, MG, 115p. 2001.

CASTRO, F. S. **Zoneamento Agroclimático para a Cultura do *Pinus* no Estado do Espírito Santo.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, ES, 123p. 2008.

CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. R. M; CECILIO, R. A.; PEZZOPANE, J. E. M. USO DE IMAGENS DE RADAR NA ESPACIALIZAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR. **Idesia (Chile).** Vol.28, n.3, pp. 69-79, 2010.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 8., Belo Horizonte. **Anais...**, Belo Horizonte: SBMet, v. 1, p. 154-157, 1994.

CAVALCANTI, M. L. F.; DANTAS, C. D.; LIRA, R. S.; OLIVEIRA, J. M. C. de; ALBUQUERQUE, H. N. de & ALBUQUERQUE, I. C. S. Identificação dos vegetais tóxicos da cidade de Campina Grande-PB. **Revista de Biologia e Ciências da Terra.** V. 3, n. 1, 2003.

CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P.C.D. Áreas Verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 4. Vitória, ES. **Anais...** Vitória, PMV, p.29-38, 1992.

CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C; GUZZO, P.; ROCHA, Y.T. **Proposição de terminologia para o verde urbano. Boletim Informativo da SBAU (Sociedade Brasileira de Arborização Urbana),** ano VII, n. 3 - Jul/Ago/Set de 1999, Rio de Janeiro, p.7, 1999.

CHAVES M.A. **Modelos digitais de elevação hidrologicamente consistentes para a Bacia Amazônica.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, MG, 2002.

CIELO FILHO, R.; SANTIN, D. A. Estudo florístico e fitossociológico de um fragmento florestal urbano: Bosque dos Alemães, Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica,** São Paulo, v. 25, n. 3, p. 291-301, set. 2002.

FEIBER, S. D. Áreas verdes urbanas imagem e uso: o caso do passeio público de Curitiba, PR. **Revista. RA'E GA,** Curitiba, n. 8, p. 93-105, out. 2004.

FEITOZA, L. R.; SCÁRDUA, J. A.; SEDIYAMA, G. C.; OLIVEIRA, L. M.; VALLE, S. S. Estimativas das temperaturas mensais e anual do Estado do Espírito Santo. **Revista Centro de Ciências Rurais**, p.279-291, 1979.

FERRARI JÚNIOR, R. **Viagem ao SIG: planejamento estratégico, viabilização, implantação e gerenciamento de sistemas de informação geográfica**. Curitiba: Sagres, 178p. 1997.

FERREIRA, W. P. M.; VALLADARES, G. S.; HOTT, M. C. Estimativa da Temperatura Média Mensal do Ar para os Estados de Minas Gerais e do Pará, utilizando-se Modelos Digitais de Elevação. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.14, n.4, 293-303, Out./Dez, 2006.

FONI, A.; SEAL, D. Shuttle Radar Topography Mission: an innovative approach to shuttle orbital control. **Acta Astronautica**, Elmsford, v. 54, p. 565-570, 2004.

FONTES, N. **Indicadores, índices e padrões relativos a sistemas de Espaços Livres**. 1º SIMPGEO – Simpósio de Pós-Graduação em Geografia do Estado de São Paulo, Rio Claro, SP, 2008.

GALVÍNCIO, J. D.; SÁ, I. I. S.; MOURA, M. S. B.; RIBEIRO, J. G. Determinação das características físicas, climáticas e da paisagem da bacia hidrográfica do rio brígida com o auxílio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 24, nº 2, 2007.

GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. A. As praças públicas de Presidente Prudente/SP: dinâmica sócio-espacial e caracterização da vegetação. In: **Revista Geografia em Atos**, v. 1, n 4. Presidente Prudente: FCT/UNESP, p. 21-37, 2002.

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. **A vegetação nos centros urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras**. Estudos Geográficos, Rio Claro, 19-29, Junho, 2003.

GONÇALVES, W.; PAIVA, H. N. **Silvicultura Urbana: Implantação e Manejo**. Viçosa: Aprenda Fácil, 201p. (Coleção Jardinagem e Paisagismo, 4), 2006.

GUZZO, P.; CARNEIRO, R. M. A.; JÚNIOR, H. O. Cadastro municipal de espaços livres urbanos de Ribeirão Preto (SP): acesso público, índices e base para novos instrumentos e mecanismos de gestão. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v1, n 1, 2006.

HARDER, I. C. F. **Inventario quali-quantitativo da arborização e infra estrutura das Praças da cidade de Vinhedo/SP**. Dissertação - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, SP, 2002.

HARDER, I. C. F.; RIBEIRO, R. C. S.; TAVARES, A. R. Índices de área verde e cobertura vegetal para as praças do município de Vinhedo, SP. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.277-282, 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=320530#>>. Acesso em: Dez. 2010.

JESUS, S. C.; BRAGA, R. Análise espacial das áreas verdes urbanas da estância de águas de São Pedro (SP). **Revista Caminhos de Geografia** p.207- 224. Out/2005.

LIMA, A. M. L. P; CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C.; SOUSA, M.A.L.B.; FIALHO, N. DEL PICCHIA, P.C.D. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. In: **Anais** do II Congresso de Arborização Urbana. São Luis- MA, p 539-553, 1994.

LIMA NETO, E. M.; BIONDI, D.; ARAKI, H. Aplicação do SIG na arborização viária – unidade amostral em Curitiba-PR. In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. **Anais...Recife** - PE, 2010.

LINDENMAIER, D. S.; SANTOS, N. O. **Arborização urbana das praças de Cachoeira do Sul-RS-Brasil: fitogeografia, diversidade e índice de áreas verdes**. PESQUISAS, BOTÂNICA N° 59: 307-320 São Leopoldo : Instituto Anchietano de Pesquisas, 2008.

LOBODA, C. R.; DE ANGELIS, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. **Ambiência**. Guarapuava, PR. V.1 n.1 p. 125-139, 2005.

LOMBARDO, M. A. Ilha de Calor nas Metrópoles: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Ed. Hucitec, 1985.

LOUZADA, F. L. R. O. **Proposta de corredores ecológicos para interligação dos parques estaduais do forno grande e pedra azul, ES utilizando geotecnologias**. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, 2010.

MAGALHÃES, L. M. S. Arborização e florestas urbanas – terminologia adotada para a cobertura arbórea das cidades Brasileiras. **Série Técnica Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 1, p. 23-26, jan. 2006.

MAGALHÃES FILHO, L. C. A.; ABREU, J. F. Ilha de calor urbana, metodologia para mensuração: Belo Horizonte, uma análise exploratória. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. V.10, n.1, 2010.

MANTOVI, V. **Areas verdes: uma percepção paisagística do Refúgio Biológico Bela Vista no meio urbano de Foz do Iguacu**. Monografia (Pós-

Graduação em Análise Ambiental e Regional em Geografia). Marechal Candido Rondon-PR, p.109, 2006.

MEDEIROS, S. S.; CECÍLIO, R. A.; MELO JUNIOR, J. C. F.; SILVA JUNIOR, J. L. C. Estimativa e espacialização das temperaturas do ar mínimas, médias e máximas na Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 247-255, 2005.

MENDONÇA, R. S. R.; ASSIS, E. S. Conforto térmico urbano: estudo de caso do bairro Floresta de Belo Horizonte, MG. **Revista Ambiente construído**, v. 3, n. 3, p. 45-63, 2003.

MIGUEZ, L. A. L. **Mapeamento e monitoramento dos maciços vegetais do município de Curitiba, PR**. 36p. Monografia (Especialização em Qualidade de Vida Urbana) – Faculdade de Administração e Economia do Paraná, Instituto de Engenharia do Paraná, 2001.

MILANO, M. S. **Avaliação e análise da arborização de ruas de Curitiba**. 1984. 130 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.

\_\_\_\_\_. Arborização Urbana: Plano Diretor. In: II Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 2; Encontro Nacional sobre Arborização Urbana, 5. São Luís, 1994. **Anais**. São Luis - MA: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, p.207-215, 1994.

MILANO, M. S.; DISPERATI, A. A. Análise da quantidade e distribuição das áreas verdes no município de Curitiba, PR. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1987, Maringá. **Anais...Maringá**. V.2, p.165-173, 1987.

MIRANDA, E. E. **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: Dez. 2010.

MORAES, S. R. P.; OLIVEIRA, A. L. R.; SCHÜTZ, E. S. Determinação dos coeficientes estatísticos das equações de regressão para estimativa dos valores normais médios, mensais e anual, das temperaturas máximas, mínimas e médias, nos Estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, N.11; 2010.

MOREIRA, A. M. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2º ed. Viçosa: UFV, 2003.

MORENO, M. M. **Parâmetros para implantação efetiva de áreas verdes em bairro periféricos de baixa densidade**. Tese (Dissertação em Arquitetura e Urbanismo do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 139p. 2006.

MORERO, A.M.; SANTOS, R.F.; FIDALGO, E.C.C. Planejamento ambiental de áreas verdes: estudo de caso de Campinas-SP. **Revista do Instituto Florestal**, v19, n1, p.19- 30, jun. 2007.

NICHOL, J.E. High-Resolution surface temperature patterns related to urban morphology in a tropical city: a satellite-based study. **Journal of Applied Meteorology** V.35, p.135-146, 1996.

NUCCI, J.C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**. São Paulo: Humanitas/FAPESP, 236p, 2001.

NUCCI, J. C. & CAVALHEIRO, F. Cobertura Vegetal em Áreas Urbanas – Conceito e Método. **GEOUSP** n. 6, São Paulo: Departamento de Geografia/USP, p.29-36, 1999.

OLIVEIRA, C.H. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnósticos e propostas**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 181p. 1996.

OLIVEIRA NETO, S.N.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; LEITE, H.G.; COSTA, J.M.N. Estimativa de temperaturas mínima, média e máxima do território Brasileiro situado entre 16 e 24º Latitude Sul e 48 e 60º Longitude Oeste. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.10, n.1-4, p.57-61, 2002.

ORTH, D. M.; VIEIRA, S. J.; DEBETIR, E.; SILVA, J.; SILVA JÚNIOR, S. R. Geotecnologias para a gestão do espaço em áreas legalmente protegidas. In: XX Conferencia Latinoamericana de Escuelas y Facultades de Arquitectura, 2003, Concepción, Chile. **Anais...XX CLEFA: Universidad del Bio-Bio**, v. I, p.114-117, 2003.

PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Florestas urbanas: planejamento para melhoria da qualidade de vida**. Viçosa: Aprenda Fácil, 177p. (Coleção Jardinagem e Paisagismo, 2), 2002.

PEZZOPANE, J. E. M; SANTOS, E. A.; ELEUTÉRIO, M. M., REIS, E. F.; SANTOS, A. R. Espacialização da temperatura do ar no Estado do Espírito Santo. **Revista de agrometeorologia**, Santa Maria, n.1, v.12, p. 151-158, 2004.

PEZZUTO, C. C. **Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos: estudo de caso em Campinas, SP**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 182p. 2007.

PIROVANI, D. B. **Fragmentação Florestal, Dinâmica e Ecologia da Paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim, ES**. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, ES, 121p. 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. **Crescimento Populacional**. Disponível em: <[http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/dados\\_socioeconomicos/populacao/crescimento\\_populacional.pdf](http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/dados_socioeconomicos/populacao/crescimento_populacional.pdf)>. Acesso em: Jan. 2011a.

\_\_\_\_\_. **Regiões Administrativas da cidade de Vitória**. Disponível em: <<http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/geral/territorializacao.asp>>. Acesso em: Jan. 2011b.

\_\_\_\_\_. **Caracterização do Parque Moscoso, Vitória-ES**. Disponível em: <<http://www.vitoria.es.gov.br/semmam.php?pagina=moscoso>>. Acesso em: Jan. 2011c.

RABUS, B.; EINEDER, M.; ROTH, A.; BAMLER, R. The Shuttle Radar Topography Mission - a new class of digital elevation models acquired by Spaceborne Radar. **Journal of Photogrammetry & Remote Sensing (ISPRS), Amsterdam**, v. 57, p. 241-262, 2003.

ROMERO, M. A. B. **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**, Editora UNB, Brasília, 2001.

\_\_\_\_\_. **Urbanismo sustentável para a reabilitação de áreas degradadas. Construindo um sistema de indicadores de sustentabilidade urbana**. Relatório de Pesquisa, Universidade Federal de Brasília, 2008.

ROSSETTI, L. A. F. G.; PINTO, S. A. F.; ALMEIDA, C. M. Geotecnologias aplicadas à caracterização das alterações da cobertura vegetal intra-urbana e da expansão urbana da cidade de Rio Claro (SP). In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis-SC. **Anais...INPE**, p.5479-5486. 2007.

SANTIN, D. A.; BERTANI, F. D.; GARDOLINSKI, P. C. F. C. Estudo fitossociológico de um fragmento florestal urbano – Bosque São José, Município de Campinas – SP. In: Congresso Nacional de Botânica, 58. 1996, Nova Friburgo. **Anais...Nova Friburgo: Sociedade Brasileira Botânica do Brasil**, p. 210-212, 1996.

SANTOS, F. A. A. **Alagamento e inundação urbana: modelo experimental de avaliação de risco**. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais) - Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, Belém, PA. 2010.

SANTOS, A; FONTANA, D. C. Espacialização da temperatura do ar através de interpolação otimizada e de modelo numérico do terreno. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 9. Piracicaba. **Anais...Piracicaba: SBA**, p. 431-433. 1997.

SCHNEIDER, P. R. **Análise de Regressão aplicada a Engenharia Florestal**. 2ª ed. Santa Maria: UFSM, 1998.

SEDIYAMA, G.C.; MELO JUNIOR, J. C. F.; SANTOS, A. R.; RIBEIRO, A.; COSTA, M. H.; HAMAKAWA, P. J.; COSTA, J. M. N.; COSTA, L. C. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n.3, p. 501-509, 2001.

SEDIYAMA, G.C.; MELO JÚNIOR, J.C.F.; SANTOS, A. R.; SOUZA, J.A.; SANTANA, M. O. Modelo para estimativas das temperaturas normais mensais médias, máximas, mínimas e anual georreferenciados para o Estado do Espírito Santo. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Salvador. **Anais...**Salvador: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002.

SHASHUA-BAR, L.; HOFFMAN, M. E. **Vegetation as a climatic component in the design of a urban street: an empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees**. Energy and Buildings, v.31, n.3: p.221-235, 2000.

SILVA ANTÓNIO, V. V. Os ortofotos como cartografia de base a médias escalas. IN: eSIG – Instituto Geográfico Português. **Anais...**Portugal, 2004.

SILVA FILHO, D. F. **Silvicultura Urbana** – o desenho florestal da cidade. 2003. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Disponível em: <<http://homologa.ambiente.sp.gov.br/EA/adm/admarqs/OndalvaSerrano2.pdf>> Acesso em: Jan/2011.

SIRTOLI, A. E.; SILVEIRA, C. T.; MANTOVANI, L. E.; SIRTOLI, A. R. A.; OKAFIORI, C. Atributos do Relevo Derivados de Modelo Digital de Elevação e Suas Relações Com o Solo. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba-PR, v.9, n.3, p.137-329, 2008.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA. “Carta a Londrina e Ibioporã”. **Boletim Informativo**, v.3, n.5, p.3, 1996.

SOUZA FILHO, C. R. O relevo das Américas como nunca antes visto. **Revista Infogeo**, Curitiba, n. 30, p. 54-58, 2003.

TEZA, C. T. V.; BAPTISTA, G. M. M. Identificação do fenômeno ilhas urbanas de calor por meio de dados ASTER on demand 08 – Kinetic Temperature (III): metrópoles brasileiras. In: **Anais**. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, INPE, p. 3911-3918. 2005.

TOLEDO, F. S.; SANTOS, D. G. Espaços livres de construção. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. Piracicaba, v.3, n.1, p.73-91. 2008.

TULLI, L. M. A. **Vulnerabilidade à ação antrópica e uso e ocupação do solo para a estação ecológica municipal Ilha do Lameirão, Vitória-ES.** Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, ES, 106p. 2007.

VALERIANO, M. M. **Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul.** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, p.72, 2004.

\_\_\_\_\_. **TOPODATA: Guia de utilização de dados geomorfométricos locais.** São José dos Campos: INPE, 2008.

VALERIANO, M.M.; PICINI, A.G. Uso de Sistema de Informação Geográfica para a geração de mapas de médias mensais de temperatura do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, p.255-262, 2000.

VALLADARES, G. S.; MARIN, F. R.; OSHIRO. O. T.; GUIMARAES, M. **Uso de Imagens de Radar na Estimativa da Temperatura do Ar.** In: Embrapa Monitoramento por Satélites-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n. 3. Campinas: EMBRAPA, p.20, 2004.

VALLADARES, G. S.; MARIN, F. R.; OSHIRO. O. T.; GOUVÊA, J. R. F. Uso de Imagens de Radar na Estimativa da Temperatura do Ar. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. **Anais...Goiânia: INPE**, p. 309-311. 2005.

VANHONI, F.; MENDONÇA, F. O clima do litoral do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**. Agosto/2008.

VENTURA, T. B.; FÁVERO, O. A. Estudo da cobertura vegetal dos bairros de Alphaville e Tamboré (Santana de Parnaíba/SP). **Anais...XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada – USP**, 2005.

VIEIRA, F. C. S. **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 (Departamento de Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, ES. 2004.

VIEIRA, P. B. H. **Uma visão geográfica das áreas verdes de Florianópolis, SC: estudo de caso do Parque Ecológico do Córrego Grande (PECG).** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2004.