

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

ROSA ANGELA CASATI RAMALDES

**INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NO CONFORTO TÉRMICO DO TRANSEUNTE:
ESTUDO DE CASO EM VIA COM CANTEIRO CENTRAL EM VITÓRIA, ES**

VITÓRIA
2015

ROSA ANGELA CASATI RAMALDES

**INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NO CONFORTO TÉRMICO DO TRANSEUNTE:
ESTUDO DE CASO EM VIA COM CANTEIRO CENTRAL EM VITÓRIA, ES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – PPGAU – da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof^a Dr^a Cristina Engel de Alvarez

VITÓRIA

2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

R165i Ramaldes, Rosa Angela Casati, 1965-
Influência da vegetação no conforto térmico do transeunte :
estudo de caso em via com canteiro central em Vitória, ES /
Rosa Angela Casati Ramaldes. – 2015.
106 f. : il.

Orientador: Cristina Engel de Alvarez.
Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) –
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Artes.

1. Conforto térmico. 2. Arquitetura paisagística. 3. Vegetação urbana. 4. Arborização das cidades. 5. Ambiência. I. Alvarez, Cristina Engel de. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Artes. III. Título.

CDU: 72

**“Nunca vi, em minha vida, uma pessoa de sucesso que não amasse o que faz.
Amar o que se faz é uma necessidade suprema do ser humano...”.**

Vicente Falconi

AGRADECIMENTO

A Deus por me iluminar nos momentos decisivos, dar-me fé e força interior para superar as dificuldades, mostrar os caminhos nas horas incertas e colocar amigos ao meu lado.

Esta parte da lista de agradecimentos eventualmente peca por ausência de uma ou outra pessoa que teve participação neste trabalho. Mesmo assim, atrevo-me a elencar os nomes de alguns que participaram intensamente dessa jornada comigo, fornecendo-me os meios para seguir firme nessa caminhada.

A meus pais Lúcia Casate (*in memoriam*) e Cesar Casate pelos maiores exemplos de perseverança na busca do conhecimento e que, apesar das dificuldades, souberam transmitir toda educação, sabedoria e apoio.

A meus irmãos que são exemplos de ética, dedicação e humildade.

Ao meu esposo Francisco pela paciência, sacrifício e incentivo constante na minha busca pelo conhecimento. Às minhas filhas Lúcia e Lia pelos planos adiados e pelas responsabilidades assumidas durante as longas horas de estudo.

Às minhas amigas Danielli Borelli, Érica Pagel, Flávia Botechia, Cristina Buery, Cristina Ferri, Sandra Moscon, Tereza Ayres e Viviane Pimentel que disponibilizaram tempo para trocas de ideias e sugestões. Aos amigos, respectivamente, Ernandes Belônia que auxiliou na montagem estatística dos dados de entrevista e Fernando Zardo que contribuiu nos mapas.

Pelo saber transmitido, agradeço aos professores doutores do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – PPGAU- UFES: Eneida Maria Mendonça, José Francisco Bernardino Freitas, Milton Esteves Júnior, Ricardo Rocha e, em particular, a minha orientadora, a Prof^a. Dra. Cristina Engel de Alvarez, pela orientação segura, pela paciência com meus erros e pelo entusiasmo com os meus acertos. Às professoras Doutoradas Andréa Coelho Laranja e Luciana Dias Thomaz que participaram da banca de qualificação com valiosas recomendações técnicas e também como examinadoras desta defesa de dissertação de mestrado.

Ao Laboratório de Planejamento e Projetos - LPP/UFES, coordenado pela Prof^a. Dra. Cristina Engel de Alvarez, e ao seu pessoal administrativo e técnico. Às doutoras Edna Nico Rodrigues e Márcia Bissoli Dalvi pelos ensinamentos na área da

academia. Aos incentivos de André Donadello, Fabiano Dias, Mirian Miyamoto e Ricardo Maioli. À equipe formada por Bernardo Z. Dias, Brenda A. Silva, Carolina C. Vizeu, Eliane L. Machado, Fernanda F. Santos, Gleica Guzzo, Lívia Campos, Soyana Ferres e Wagner G. Martins, que trabalharam nas coletas simultâneas dos dados de medição e aplicação de entrevistas.

As secretárias Juliana e Juliete do PPGAU e a todos os colegas do mestrado, alguns mais próximos e outros nem tanto, mas todos eles muito importantes para desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa do mestrado.

E, por fim, a Universidade Federal do Espírito Santo que possibilitou estrutura para concretizar o estudo público de mestrado.

RESUMO

Nas áreas urbanizadas de clima tropical úmido as altas temperaturas ocorrem frequentemente, onde a radiação solar direta nos materiais da superfície urbana podem gerar ganhos de calor que potencializam o aumento das temperaturas. A utilização de vegetação nas cidades pode constituir um mecanismo para minimizar o desconforto térmico do transeunte. O principal objetivo desta pesquisa foi analisar a influência da vegetação na percepção térmica do transeunte em vias metropolitanas de Vitória – ES. Na metodologia adotada utilizou-se parâmetros físico-ambientais com medições *in loco* de temperatura e umidade relativa do ar, associados à entrevistas para avaliação de sensação térmica, em quatro pontos previamente estabelecidos afastados da orla. Os pontos de medição caracterizaram-se por possuírem ambiências opostas, isto é, com e sem vegetação na mesma via. As espécies analisadas, presente nessas vias, apresentaram características morfológicas de tipologia formal de árvore e palmeira em composição com grama. As medições e entrevistas de campo foram realizadas simultaneamente nos dois pontos da via, a cada hora, durante oito horas ininterruptas, num dia de verão nos anos de 2014 e 2015. Os resultados obtidos no ponto com árvores revelaram que, as temperaturas foram mais brandas, variando entre 4,3°C a 5,6°C, quando comparadas aos valores obtidos no outro ponto da mesma via. Nas entrevistas, o ponto com árvores também registrou o maior índice de respondentes que se sentiram termicamente neutros. Os resultados obtidos confirmaram a hipótese de que a utilização de árvores de copa alta em áreas urbanas constitui-se em um componente eficaz na melhoria do microclima no meio urbano. Além do sombreamento proporcionado, esse tipo de vegetação minimiza os ganhos de calor e permite o movimento dos ventos, que atenuam a temperatura e o efeito do aumento da umidade relativa do ar. Outras variáveis, tais como o sombreamento das edificações altas e a velocidade dos ventos devem ser considerados e podem trazer benefícios às cidades, proporcionando conforto térmico aos transeuntes.

Palavras-chave: Ambiência, Conforto Térmico, Tipologia de Vegetação, Vegetação Urbana, Paisagismo.

ABSTRACT

In urbanized areas of humid tropical climate the high temperatures often occur, the direct solar radiation in the urban surface materials generates heat gains that leverage the increased thermal value. The use of vegetation in cities can be a mechanism to minimize the thermal discomfort of the individual in the process of circulation. The main objective of this research is analyzing the influence of the vegetation on thermal perception of the passerby in metropolitan roads in Vitória - ES. The methodology used physical and ambient parameters with on-site measurements of temperature and relative humidity, combined with predictive thermal sensation interviews in four points away from seafront. The measuring points were characterized by having opposite ambiances, with and without vegetation on the same route. The analyzed species showed morphological characteristics of formal type of tree and palm composition with grass. Measurements and field interviews were carried out simultaneously in both the route points, every hour for eight hours without interruption on a summer day in the years 2014 and 2015. The results obtained on the spot with trees showed that the thermal values were milder ranging from 4,3°C the 5,6°C compared to the other point on the route. In the interviews, the point with trees also recorded the highest rate of respondents who felt thermally neutral. The use of high-canopy trees in urban areas is an effective component on improving the microclimate in urban areas. In addition to the provided shading, minimizes heat gain and allows the movement of the winds, which reduce the temperature and the effect of the increase in relative humidity. Other variables such as the shade of the tall buildings and the wind speed should be considered and can bring benefits to cities, providing thermal comfort to the passerby.

Keywords: Ambience, Thermal comfort, Vegetation Typology, Urban Vegetation, Landscape.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema síntese dos procedimentos metodológicos previstos	20
Figura 2: Perfil típico de ilha de calor urbana e relação com uso dos solos.....	24
Figura 3: Carta Bioclimática	26
Figura 4: Principais estratos vegetais, destacando o porte na relação de escala com o transeunte ...	29
Figura 5: Classificação quanto à forma de raízes subterrâneas: pivotante e fasciculada	31
Figura 6: Tipologia formal: palmeira - caule único sem ramificação, e árvore - caule ramificado.....	31
Figura 7: Árvores decíduas propiciam ambiências diferentes nas estações de verão e inverno	34
Figura 8: Vitória, capital do Espírito Santo, situada na região litorânea do Sudeste do Brasil.....	36
Figura 9: Vista aérea do município, a Ilha de principal de Vitória e ao norte a parte continental.....	37
Figura 10: Mapa parcial da estrutura viária de Vitória e o recorte territorial das avenidas adotadas...	38
Figura 11: Projeto de um Novo Arrabalde demarcando as Avenidas Norte-Sul e da Penha.....	40
Figura 12: Vista aérea da localização dos pontos LS-01, LS-02, NSP-01 e NSP-02.....	43
Figura 13: Trecho de localização do ponto LS-01, no canteiro central da Av. Leitão da Silva	44
Figura 14: Perfil da via arterial metropolitana Av. Leitão da Silva, trecho do ponto LS-01	45
Figura 15: Mapa do trecho ponto LS-01 e o entorno.	45
Figura 16: Trecho do ponto LS-02 com castanheira.....	46
Figura 17: Variação de tons de cores da folhagem da castanheira.....	47
Figura 18: Perfil da via arterial metropolitana Av. Leitão da Silva, no trecho do ponto LS-02	48
Figura 19: Mapa do trecho do ponto LS-02 com árvores existentes	48
Figura 20: Trecho de localização do ponto NSP-01 na Av. Nossa Senhora da Penha.....	49
Figura 21: Perfil do ponto NSP-01 na Avenida Nossa Senhora da Penha.....	50
Figura 22: Mapa do trecho do ponto NSP-01 e entorno	50
Figura 23: Composição de vegetação do ponto NSP-02, palmeira Jerivá com grama esmeralda	51
Figura 24: Perfil do Ponto NSP-02 na Avenida Nossa Senhora da Penha	52
Figura 25: Mapa do Ponto NSP-02 e entorno.....	52
Figura 26: Palmeira Jerivá desenvolvida e detalhe de inflorescência	53
Figura 27: Trecho com ambiência oposta na mesma via: LS-01, LS-02 e NSP-01, NSP-02	54
Figura 28: Termo-higrômetro digital com relógio de marca Minipa, modelo MT-230 ^a	55
Figura 29: Abrigo meteorológico de fabricação caseira fixado no suporte metálico	55
Figura 30: Indicação com seta da localização da estação INMET– Vitória, na UFES	56
Figura 31: Estação INMET– Vitória, destaque do entorno com predomínio de área preservada	56
Figura 32: Sequência de coleta de dados nos trechos LS-01, LS-02 e NSP-01, NSP-02	60
Figura 33: As castanheiras apresentaram crescimento das copas em relação à situação de 2011, e o solo sem estrato vegetal herbáceo de grama	67
Figura 34: Representação do mascaramento produzido pela castanheira no dia da medição.....	68
Figura 35: O ponto LS-01 e o entorno permaneceram inalterados quando comparados com as medições teste de 2011.	69
Figura 36: NSP-01 com canteiro pavimentado em concreto	77
Figura 37: NSP-02 com canteiro com palmeira Jerivá de caule único e grama esmeralda	77
Figura 38: O ponto NSP-01 à esquerda em 2014 e a direita em 2015 permaneceu inalterado	83
Figura 39: O ponto NSP-02 à esquerda em 2014 e a direita em 2015 permaneceu inalterado	84
Figura 40: Ponto LS-02 marcado com a seta laranja, logo depois da retirada das árvores.....	89
Figura 41: Trecho do ponto LS-02 com desenho de árvores pichadas no asfalto	90
Figura 42: Trecho do ponto LS-02 marcando as árvores retiradas e as existentes	91

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Temperaturas horárias nos pontos LS-01 e LS-02	64
Gráfico 2: Umidade relativa do ar horária nos pontos LS-01 e LS-02	65
Gráfico 3: Temperaturas horárias na estação INMET–Vitória e no ponto LS-02	71
Gráfico 4: Umidade relativa do ar horárias na estação INMET–Vitória e no ponto LS-02	72
Gráfico 5: Umidade relativa do ar horárias nos pontos LS-01 e LS-02	72
Gráfico 6: Entrevistas de sensação térmica respondidas por mulheres nos pontos LS-01 e LS-02....	74
Gráfico 7: Entrevistas de sensação de térmica realizada com homens em LS-01 e LS-02.....	74
Gráfico 8: Entrevistas de sensação de térmica com transeuntes no LS-01 e LS-02	75
Gráfico 9: Entrevistas de sensação de térmica relacionada à vestimenta em LS-01 e LS-02	76
Gráfico 10: Temperaturas nos pontos NSP-01 e NSP-02 no horário 12h30.....	79
Gráfico 11: Umidade relativa do ar horárias nos pontos NSP-01 e NSP-02	80
Gráfico 12: Entrevistas de sensação de térmica do gênero feminino em NSP-01 e NSP-02	81
Gráfico 13: Entrevistas de sensação de térmica do gênero masculino em NSP-01 e NSP-02	81
Gráfico 14: Entrevistas de sensação de térmica com transeuntes em NSP-01 e NSP-02	82
Gráfico 15: Entrevistas de sensação de térmica, gênero feminino em NSP-01 e NSP-02	86
Gráfico 16: Entrevistas de sensação de térmica, gênero masculino em NSP-01 e NSP-02	87
Gráfico 17: Entrevistas de sensação de térmica dos transeuntes NSP-01 e NSP-02	88
Gráfico 18: Temperaturas diárias das medições no ponto LS-02 em 2014 e 2015	94
Gráfico 19: Entrevistas de sensação de térmica do gênero feminino em LS-01 e LS-02	95
Gráfico 20: Entrevistas de sensação de térmica do gênero masculino em LS-01 e LS-02	96
Gráfico 21: Entrevistas de sensação de térmica dos transeuntes em LS-01 e LS-02	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Temperaturas extremas nos pontos LS-01, LS-02 e Estação INMET-Vitória, ES	63
Tabela 2: Umidade relativa do ar nos pontos LS-01, LS-02 e Estação INMET-Vitória, ES	65
Tabela 3: Temperatura mínima na estação INMET-Vitória e nos pontos LS-01 e LS-02	70
Tabela 4: Temperatura máxima na estação INMET-Vitória confrontadas com LS-01 e LS-02	70
Tabela 5: Registros termais na estação INMET-Vitória, e em NSP-01, NSP-02 as 12h00.....	78
Tabela 6: Umidade relativa do ar na INMET–Vitória, NSP-01 e NSP-02 as 12h00	79
Tabela 7: Temperaturas extremas INMET-Vitória, e 12h00 pontos NSP-01 e NSP-02	84
Tabela 8: Umidade relativa do ar extrema INMET– Vitória, e 12h00 em NSP-01 e NSP-02.....	85
Tabela 9: Temperaturas horárias da estação INMET-Vitória e nos pontos LS-01 e LS-02	92
Tabela 10: Temperaturas horárias diárias em fevereiro 2014/2015, estação INMET-Vitória - ES	92
Tabela 11: Temperaturas registradas no ponto LS-02 em 2014 e 2015	93
Tabela 12: Umidade relativa do ar horárias da estação INMET– Vitória, LS-01 e LS-02	94

LISTA DE SIGLAS

ES – Espírito Santo
IJSN – Instituto Jones dos Santos Neves
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
ISO – International Standart Organization
L – Leste
N – Norte
NE – Nordeste
NO – Noroeste
PE – Pernambuco
PMV – Prefeitura Municipal de Vitória
RN – Rio Grande do Norte
SE – Sudeste
SO – Sudoeste
SP – São Paulo
UFES – Universidade Federal Espírito Santo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	JUSTIFICATIVA	18
1.2	HIPÓTESE	18
1.3	OBJETIVOS: GERAL E ESPECÍFICOS	19
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	21
2	REFERENCIAL CONCEITUAL	23
2.1	A RELAÇÃO DO CLIMA E O ELEMENTO CONSTRUÍDO	23
2.2	CONFORTO TÉRMICO PARA O TRANSEUNTE	25
2.3	A INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NO AMBIENTE URBANO	27
2.4	ESTUDO DE ÁREA E CONTEXTO HISTÓRICO EM VITÓRIA, ES	35
2.4.1	Histórico	39
3	METODOLOGIA DAS ATIVIDADES DE CAMPO	41
3.1	SELEÇÃO DA ÁREA	41
3.1.1	Avenida Leitão da Silva - LS-01	44
3.1.2	Avenida Leitão da Silva - LS-02	46
3.1.3	Avenida Nossa Senhora da Penha - NSP-01	49
3.1.4	Avenida Nossa Senhora da Penha - NSP-02	51
3.2	TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR	54
3.3	ENTREVISTAS	57
3.4	COLETA DE DADOS	59
4	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	62
4.1	TESTE DE MEDIÇÃO	62
4.1.1	Temperatura do ar nos pontos LS-01 e LS-02	62
4.1.2	Umidade relativa do ar nos pontos LS-01 e LS-02	64
4.1	PRIMEIRA MEDIÇÃO	66
4.1.1	Temperatura do ar nos pontos LS-01 e LS-02	69
4.1.2	Umidade relativa do ar nos pontos LS-01 e LS-02	71
4.1.3	Entrevistas nos pontos LS-01 e LS-02	73
4.2	SEGUNDA MEDIÇÃO	76
4.2.1	Temperatura do ar nos pontos NSP-01 e NSP-02	78
4.2.2	Umidade relativa do ar nos pontos NSP-01 e NSP-02	79
4.2.3	Entrevistas nos pontos NSP-01 e NSP-02	80
4.3	TERCEIRA MEDIÇÃO	82
4.3.1	Temperatura do ar nos pontos NSP-01 e NSP-02	84
4.3.2	Umidade relativa do ar nos pontos NSP-01 e NSP-02	85
4.3.3	Entrevistas nos pontos NSP-01 e NSP-02	85
4.4	QUARTA MEDIÇÃO	88
4.4.1	Temperatura do ar nos pontos LS-01 e LS-02	91
4.4.2	Umidade relativa do ar nos pontos LS-01 e LS-02	94
4.4.3	Entrevistas nos pontos LS-01 e LS-02	95
4.5	DISCUSSÃO	97
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
6	REFERÊNCIAS	101
	APÊNDICE	106

1 INTRODUÇÃO

A urbanização das cidades abarca aspectos positivos para a qualidade de vida, seja por meio dos equipamentos coletivos, tais como escolas, hospitais, centros comunitários, praças e parques urbanos, seja por permitir facilidades de serviço e comércio oferecidas aos cidadãos. No entanto, alguns aspectos negativos dessa urbanização podem ser facilmente identificados, como por exemplo, o excesso de tráfego nas grandes cidades, o ruído constante e, também, a supressão de parte ou da totalidade da vegetação nativa, que além de na maioria das vezes resultar em uma cidade árida e na redução de fauna, também pode contribuir para a ampliação do desconforto térmico em cidades localizadas em clima tropical úmido, como é o caso de Vitória – ES.

Em relação à vegetação, a situação ainda é mais alarmante quando o uso do solo ocorre em áreas de preservação natural, como por exemplo, a ocupação irregular em morros, mangues, beiras de rios e córregos. No caso das cidades brasileiras, a impermeabilização do solo cria condições necessárias para o aumento do calor e alteração do clima local urbano. Segundo Romero (2007, p. 46),

[...] O clima local numa cidade é influenciado pelos materiais constituidores das superfícies urbanas, muito diferente dos materiais das superfícies não construídas. Os materiais urbanos possuem uma capacidade térmica mais elevada que a dos materiais das áreas do entorno e são melhores condutores. A superfície urbana apresenta um aspecto mais rugoso que as superfícies não construídas, acarretando uma maior fricção entre a superfície e os ventos que a atravessam. Ao mesmo tempo, as superfícies das edificações atuam como refletoras e radiadoras que, em seu conjunto, aumentam os efeitos da radiação incidente [...]

Na composição dos elementos naturais e construídos no meio urbano, a questão de que o corpo humano se relaciona, instintivamente e continuamente, com o ambiente do entorno muitas vezes é ignorada. Segundo Cunha (2006), em climas tropicais a radiação solar direta nos materiais da superfície urbana gera ganhos de calor, cujo efeito pode ser minorado com a utilização de vegetação nas cidades, constituindo uma estratégia para a melhoria da eficiência energética no meio urbano.

O comportamento da vegetação difere dos elementos artificiais construídos para proteção solar. A arbórea, principalmente, além de funcionar para proteção solar, também apresenta o benefício do sombreamento com evapotranspiração¹, que resfria as brisas e reduz o ganho de calor dos materiais das superfícies urbanas (CORBELLA; CORNER, 2011).

O crescimento das cidades gera a necessidade das pessoas se deslocarem em distâncias maiores para o trabalho ou para as suas atividades pessoais. O tempo gasto nos percursos amplia a permanência das pessoas nas vias públicas. Observa-se com frequência, que os espaços públicos de uso comunitário nas cidades brasileiras estão cada vez mais reduzidos a espaços sem vegetação, em detrimento das áreas pavimentadas para circulação, seja de pedestres ou de veículos, e impactam diretamente na qualidade de vida dos habitantes da cidade.

As superfícies urbanas impermeáveis, revestidas com materiais de alta retenção de calor e pequeno poder de reflexão, formam ilhas de calor que, durante o dia, acumulam o calor e à noite o reirradiam. A redução da área vegetada diminui a umidade gerada pela evapotranspiração, conseqüentemente, há o aumento da temperatura ambiente, que causa o desconforto aos habitantes, principalmente nos dias mais quentes (ALVAREZ, 2004).

Nos ambientes urbanos, observa-se que as características morfológicas das espécies vegetais podem proporcionar diferenças na temperatura e na umidade relativa do ar. Em função disso, o sombreamento é um dos efeitos mais buscados na vegetação das cidades de clima tropical úmido (MASCARÓ; MASCARÓ, 2010).

Como a vegetação urbana pode ter influência na melhoria do conforto térmico do transeunte para clima tropical úmido, pretendeu-se com este trabalho analisar a influência da vegetação na percepção térmica do transeunte em vias metropolitanas de Vitória – ES.

¹ Evapotranspiração é um processo combinado de perda conjunta de água pela evaporação do solo e pela transpiração da planta. A evapotranspiração contribui para resfriar as áreas do entorno vegetado no meio urbano (OMETTO, 1981, apud CARVALHO, 2001).

1.1 JUSTIFICATIVA

As combinações dos elementos que constituem a cidade podem estabelecer conformações que resultem em ambiências externas favoráveis ou não ao conforto térmico do transeunte. As pesquisas que tratam da relação da vegetação com o conforto térmico, embora tenham sido ampliadas, por muitos anos concentraram-se em inventários de caracterização e mapeamento de espécies vegetais, tais como Bortoleto (2004), Sampaio (2006), Lima e Velasco (2009) e Martins (2010). Outras pesquisas destacam a importância da vegetação urbana no conforto do transeunte, como mostram Labaki e Santos (1996), Carvalho (2001), Alvarez (2004), Monteiro e Alucci (2007), Lin, Matzaraki e Hwang (2010), Shinzato e Duarte (2011), Labaki e outros (2011) e Paiva e Zanella (2013), mas são necessários aprimoramentos e ampliação de medições efetivas.

O estudo da influência da vegetação para o conforto térmico urbano através de medições de temperatura e umidade relativa do ar em vias metropolitanas arteriais de Vitória - ES, concomitantemente com entrevistas a usuários, em áreas vegetadas e não vegetadas, podem resultar em indicativos para auxiliar o planejamento dos espaços urbanos nestas áreas de fluxos intensos, além de contribuir com dados para pesquisas futuras.

Dessa forma, o objeto desta pesquisa é o microclima no meio urbano, partindo do pressuposto que a presença da vegetação em vias públicas influencia na temperatura e na umidade relativa do ar, impactando no conforto térmico do transeunte.

1.2 HIPÓTESE

Esta pesquisa considera a hipótese de que a vegetação em vias urbanas tem influência significativa na melhoria do conforto térmico do transeunte no clima tropical úmido.

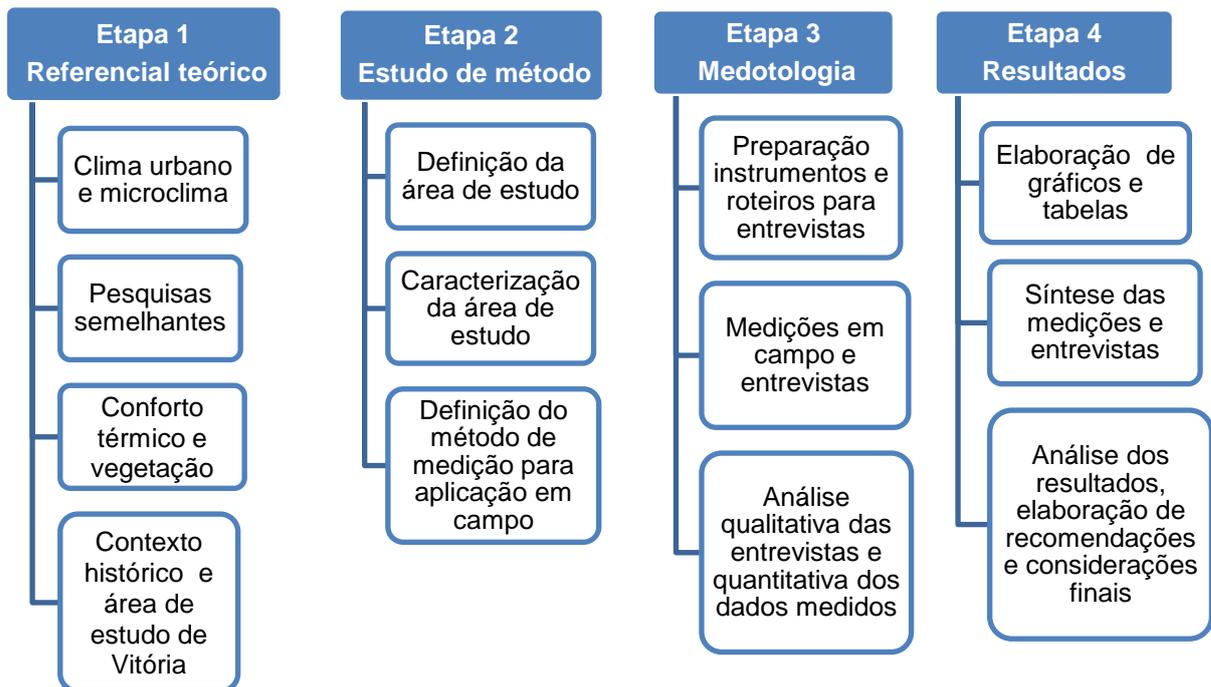
1.3 OBJETIVOS: GERAL E ESPECÍFICOS

O objetivo geral desta pesquisa é analisar a influência da vegetação na percepção térmica do transeunte em vias metropolitanas de Vitória – ES. Para se alcançar o objetivo geral foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- realizar a revisão bibliográfica, além dos aspectos conceituais fundamentais – como conforto, clima urbano e metodologias de avaliação – de pesquisas semelhantes, tanto no que diz respeito às metodologias adotadas como aos resultados obtidos;
- caracterizar o ambiente relacionado ao entorno da área de estudo, visando compreender os diferentes tratamentos de ambiência em situações encontradas na via;
- aplicar metodologia para avaliação do ambiente em relação ao conforto térmico do transeunte, considerando medições e percepção de conforto dos transeuntes;
- a partir dos resultados obtidos com aplicação da metodologia, indicar possíveis estratégias de planejamento urbano paisagístico que possam contribuir para a melhoria da ambiência externa nas vias da cidade.

A metodologia geral foi elaborada em quatro etapas: a primeira consistiu no estabelecimento do referencial conceitual e teórico necessário para a pesquisa; a segunda, na definição dos métodos de medição e de elaboração de entrevistas para os transeuntes; a terceira, na aplicação da metodologia e aprimoramentos; e a quarta e última etapa consistiu no tratamento estatístico dos dados medidos e dos obtidos nas entrevistas, com posterior elaboração dos gráficos e tabelas, bem como da avaliação dos resultados e proposição de recomendações nas considerações finais (Figura 1).

Figura 1: Esquema síntese dos procedimentos metodológicos previstos



Fonte: autora, 2014.

A primeira etapa tratou da revisão bibliográfica, onde foram apresentadas as bibliografias consultadas referentes às pesquisas fundamentais nas áreas de clima urbano e microclima para a compreensão dos conceitos e fenômenos envolvidos no ambiente construído da cidade. Nesse sentido, buscou-se ainda conhecer estudos semelhantes, principalmente aqueles que tratam do conforto térmico relacionado à presença da vegetação, e realizar uma breve contextualização histórica do planejamento urbano de Vitória visando compreender como a área estudada se transformou e como hoje se apresenta.

A segunda etapa englobou a definição de critérios para escolha das áreas de estudo e a determinação e a caracterização dos pontos para as medições e entrevistas. Ainda nesta etapa, ocorreu a definição dos procedimentos adotados com detalhamento dos métodos, técnicas, materiais e instrumentos utilizados para o desenvolvimento do trabalho, principalmente no que se referiu à atividade de campo. Especificamente os procedimentos metodológicos das atividades de campo seguem detalhados no capítulo 3.

A terceira etapa tratou da preparação do trabalho de campo e da descrição da metodologia de medição adotada, compreendendo a checagem e calibração dos

instrumentos de medição utilizados, o roteiro de orientação de coleta dos dados, inclusive das entrevistas aos transeuntes.

A quarta e última etapa foi caracterizada pela elaboração das análises estatísticas e elaboração de gráficos e tabelas com a síntese das medições apuradas em campo para análise e discussão dos resultados obtidos, a fim de confrontá-los entre si e com as medições da estação do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET-Vitória – ES. Nessa etapa buscou-se ainda correlacionar os dados de temperatura, umidade relativa do ar e entrevistas com vistas à confirmação da hipótese levantada sobre o desempenho da vegetação como elemento atenuador térmico e determinante para o conforto térmico em vias metropolitanas urbanas para regiões de clima tropical úmido.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está estruturada em seis capítulos principais.

O primeiro aborda a introdução, justificativa, hipóteses e objetivos relacionados ao trabalho de pesquisa.

No segundo capítulo são estabelecidos os referenciais teóricos e conceituais a partir de consultas a teses, dissertações, artigos e normas, considerando os seguintes principais temas: o clima urbano; o valor da vegetação no meio urbano, com destaque para os benefícios alcançados com as características morfológicas e adequabilidade de implantação das espécies vegetais; a relação da vegetação com os elementos construídos e as variações de temperatura, umidade relativa do ar e a percepção de sensação de conforto térmico para o transeunte. Também é apresentada uma breve contextualização histórica do planejamento urbano da área de estudo.

No terceiro capítulo, é descrita a metodologia de trabalho, com a definição do recorte da área de estudo selecionada e os procedimentos de medição de temperatura e umidade relativa do ar, assim como os critérios para elaboração do formulário para realização das entrevistas.

No quarto capítulo, é apresentada a síntese dos dados coletados a partir das medições e entrevistas por meio de gráficos e tabelas. Também é feita a discussão dos resultados obtidos.

As considerações finais são apresentadas no quinto capítulo. Através das análises dos resultados obtidos, pode-se concluir a respeito dos objetivos propostos da pesquisa e elencar indicativos sobre o uso de vegetação nos canteiros das vias urbanas, visando à obtenção de uma ambiência favorável ao conforto térmico do indivíduo em áreas de clima tropical úmido. Nesse capítulo, também são apresentadas as sugestões para a continuidade da pesquisa.

O sexto capítulo relaciona as referências citadas no trabalho de pesquisa.

No apêndice é apresentado o formulário utilizado nas entrevistas aplicadas.

2 REFERENCIAL CONCEITUAL

Para a compreensão da influência da vegetação urbana no conforto térmico do transeunte considerou-se como de fundamental importância o entendimento do clima e seus efeitos sobre os elementos construídos; os aspectos intrínsecos ao ambiente construído; o histórico do planejamento urbano da área de estudo, além das características de morfologia vegetal e da adequabilidade de implantação das espécies vegetais no meio urbano.

2.1 A RELAÇÃO DO CLIMA E O ELEMENTO CONSTRUÍDO

Analisando o clima urbano como sistema, Monteiro L. M., (2008) o definiu como um sistema que compreende o clima de um determinado espaço urbanizado e tridimensional, que continuamente incorpora e desprende energia de natureza térmica. O clima urbano e os elementos constituintes do espaço externo das cidades podem gerar situações que agravam ou não o conforto térmico para o transeunte nas áreas urbanizadas. A temperatura e umidade relativa do ar compõem o conjunto de parâmetros geralmente estudados para mensurar níveis de conforto térmico e desconforto gerados no ambiente construído.

Segundo Mascaró e Mascaró (2010) a combinação de fatores como cobertura vegetal existente, cor, textura, e os cheios e vazios das fachadas caracterizam os espaços externos de influência no conforto. Essas características citadas, conjugadas com a incidência direta ou indireta do sol e do vento geram trocas térmicas entre os edifícios e o entorno imediato, com e sem vegetação, sendo determinantes para o desempenho térmico do ambiente externo urbano. A presença de vegetação, em geral, beneficia a criação de recintos urbanos com comportamento térmico favorável em relação ao clima local.

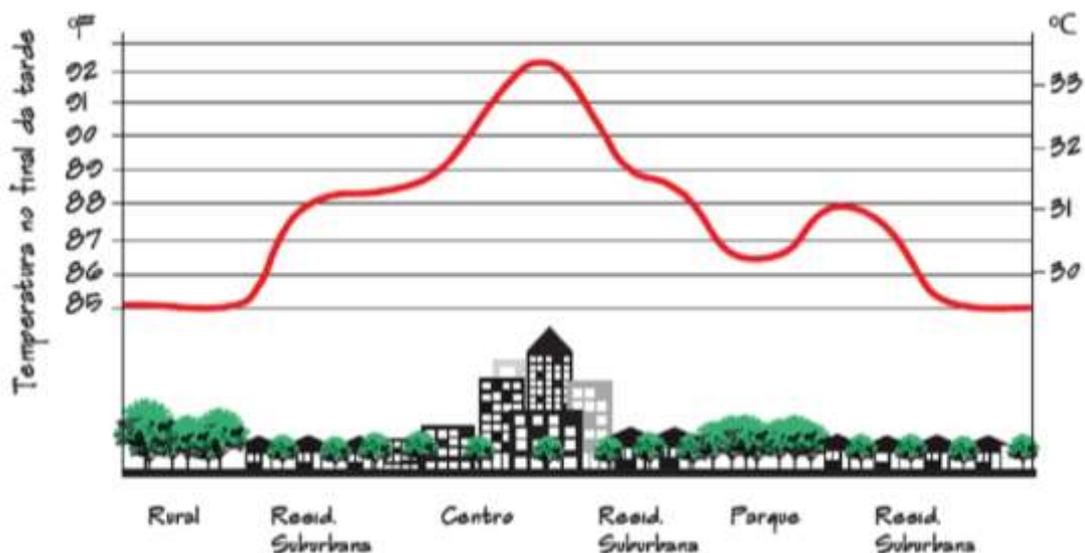
Olgay (2010) elencou fatores que interferem na obtenção de desenho urbano adequado ao lugar, como a ausência de vegetação, a aglomeração de edificações com tipologias e gabaritos semelhantes, os pequenos afastamentos entre

edificações, a grande quantidade de materiais de superfície reflexiva e, ainda, a direção das ruas de forma perpendicular aos ventos dominantes ou paralela ao curso do sol. Esses fatores acarretam mudanças nos elementos climáticos restringindo o movimento do ar e aumentando a temperatura.

Numa cidade, o clima local é influenciado pelos materiais que constituem as superfícies urbanas, que em geral, se diferem das superfícies não construídas. Materiais urbanos como metais e armadura de aço para concreto possuem uma capacidade de absorção térmica mais elevada e são melhores condutores de calor, proporcionando a sensação de aumento da temperatura (ROMERO, 2007).

Assis e Pereira (2013) relataram que nos assentamentos urbanos a ocupação do solo com superfícies de grande capacidade térmica ocasionam o aquecimento da camada de ar mais próxima ao solo. O aumento do calor na cidade modifica a circulação dos ventos e a umidade, e provocam mudanças no clima local, em maior ou menor grau, levando a formação de ilhas de calor. Nesse fenômeno de ilhas de calor o ar da área urbana se torna mais quente que o das regiões de áreas rurais em função da presença de vegetação (Figura 2).

Figura 2: Perfil típico de ilha de calor urbana e relação com uso dos solos



Fonte: Assis e Pereira (2013, p. 201).

De acordo com Wilmers (1988), os principais aspectos negativos do clima urbano são as ilhas de calor e a poluição do ar, e justamente com a presença de vegetação os dois aspectos destacados podem ser amenizados.

Bretz e outros (1998) citaram a sombra das árvores e as superfícies com maior albedo como estratégias de baixo custo, que podem ser utilizadas na redução das ilhas de calor urbanas.

Giordano e Krüger (2013) descreveram que quanto mais próximo ao valor 1 do albedo², maior a porcentagem da radiação incidente a ser refletida, resultando numa menor parcela de energia que é convertida em calor, emanando temperaturas superficiais menores. Para gerar o conforto térmico urbano é necessário conjugar os materiais empregados nos pisos, nas fachadas das edificações e as projeções horizontais criadas pelas sombras das árvores, reduzindo o brilho ao nível da rua e amenizando o efeito do ofuscamento, protegendo os pedestres da radiação direta. Desta forma observa-se que para todos os autores citados a vegetação apresenta-se como elemento atenuador de temperaturas.

2.2 CONFORTO TÉRMICO PARA O TRANSEUNTE

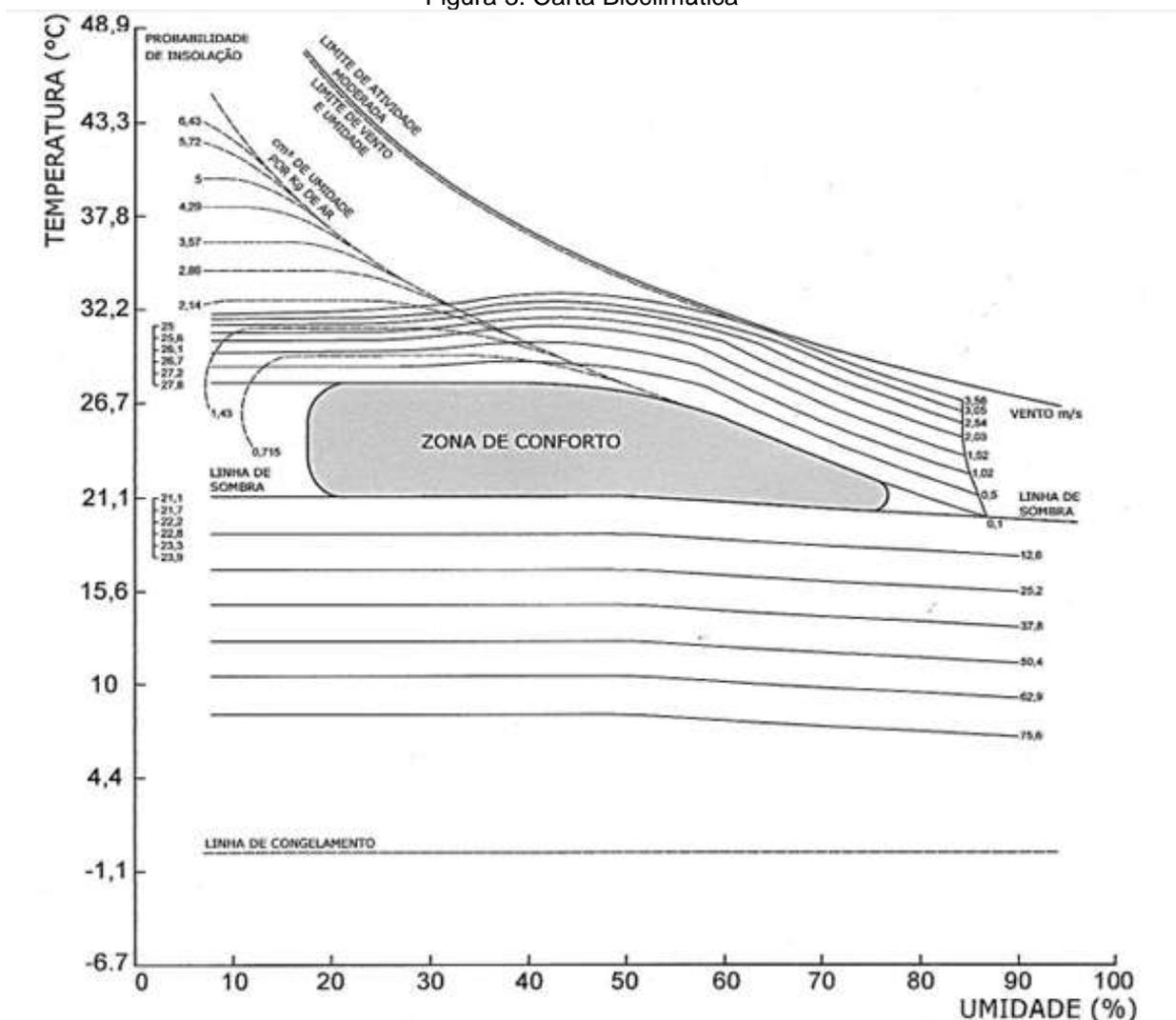
Segundo a norma ASHRAE 55 (1992) citado por Dutra, Lamberts e Pereira (1997) o conforto térmico foi definido como um estado de espírito que reflete a satisfação do usuário com o ambiente térmico que o envolve. Assim, os indivíduos têm maneiras diferentes de perceber o ambiente em relação à sensação térmica. Desta forma, as respostas das pessoas a essas sensações térmicas, dependem de seus costumes, cultura, condição socioeconômica e do local de vivência, entre outros aspectos.

De acordo com Olgay (2010), o uso do método da Carta Bioclimática (Figura 3), para o estudo de seleção do sítio incorporando dados de temperatura e umidade do ar, para diferentes meses e horas, possibilita obter a definição de zonas de conforto.

² Albedo é o índice que mede a capacidade que a superfície do material tem de refletir parte da radiação solar incidente. Esse índice varia de 0 a 1, quanto maior o índice de albedo maior a capacidade de reflexividade do material (GIORDANO; KRÜGER, 2013).

Essa carta também fornece indicativos de medidas mitigadoras de modificação microclimáticas para corrigir situações de desconforto térmico no exterior da área construída. O autor da Carta Bioclimática citou exemplos dessas medidas corretivas, em região de clima frio, como o aumento da incidência à luz solar e radiação para amenizar o desconforto causado pelo frio. Para locais de clima quente úmido, como ocorre em Vitória (PMV, 2014), relatou a necessidade de possibilitar o aumento da velocidade do vento (m/s) para amenizar o calor e umidade excessiva.

Figura 3: Carta Bioclimática



Fonte: Olgay (2010, p. 22, tradução nossa).

Corbella e Corner (2011) trataram da relação da insolação enquanto quantidade de luz solar e o calor que incidem sobre a Terra. A passagem do calor pela atmosfera pode ser por meio de convecção, condução e radiação solar. Já o corpo humano

produz calor no seu interior e as trocas com o meio relacionam-se à satisfação, que está indiretamente associada à sensação térmica de calor e neutra. O conforto térmico relaciona-se à combinação de parâmetros ambientais e humanos e, desse modo, pode-se afirmar que as sensações térmicas humanas também decorrem dos estímulos ambientais.

2.3 A INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NO AMBIENTE URBANO

A vegetação no meio urbano possibilita uma menor pressão do calor radiante e proporciona condição de frescor, de absorção parcial dos raios solares, além de gerar sombreamento para edificações, pedestres e veículos nas vias urbanas (MASCARÓ; MASCARÓ, 2010).

Nas cidades, a vegetação é eventualmente denominada floresta urbana, quando se considera nesse conceito toda cobertura arbórea e arbustiva contida dentro do perímetro urbano e suas imediações, evidenciando as árvores que acompanham as ruas e avenidas das cidades (SILVA FILHO, 2007).

Dentre os vários conceitos preconizados para as áreas verdes, neste trabalho foi adotado o proposto por Cavalheiro e outros (1999) que sugerem que a zona urbana seja constituída por três sistemas para áreas verdes, que são:

- I. sistema de espaços com construções (habitação, indústria, comércio, edifícios de serviços, etc.);
- II. sistema de espaços livres de construções (praças, parques, águas superficiais, etc.);
- III. sistema de espaços de integração urbana (rede rodoviária e, eventualmente, ferroviária e hidroviária).

O sistema de espaços de integração urbana abarca os canteiros de vias arteriais metropolitanas, utilizado como recorte de estudo do presente trabalho.

As áreas verdes também podem ser consideradas parte da infraestrutura verde que “prestam serviços” à cidade, com possibilidades de manejo e gerenciamento público.

Destacam-se os seguintes serviços prestados por essas áreas, conforme Franco (2008, p.126):

- [...] - melhoria da qualidade do ar, promovendo a saúde humana;
- Sequestro de carbono da atmosfera;
- proteção e conservação da biodiversidade da flora e fauna na área urbana; promoção de atividades contemplativas;
- promoção da importância da paisagem como fator determinante da estética urbana;
- incremento do fator permeabilidade do solo urbano permitindo a percolação da água e, possivelmente, a redução de enchentes;
- amortização do balanço climático entre temperaturas baixas e altas no microclima urbano entre dia-noite e as estações do ano [...]

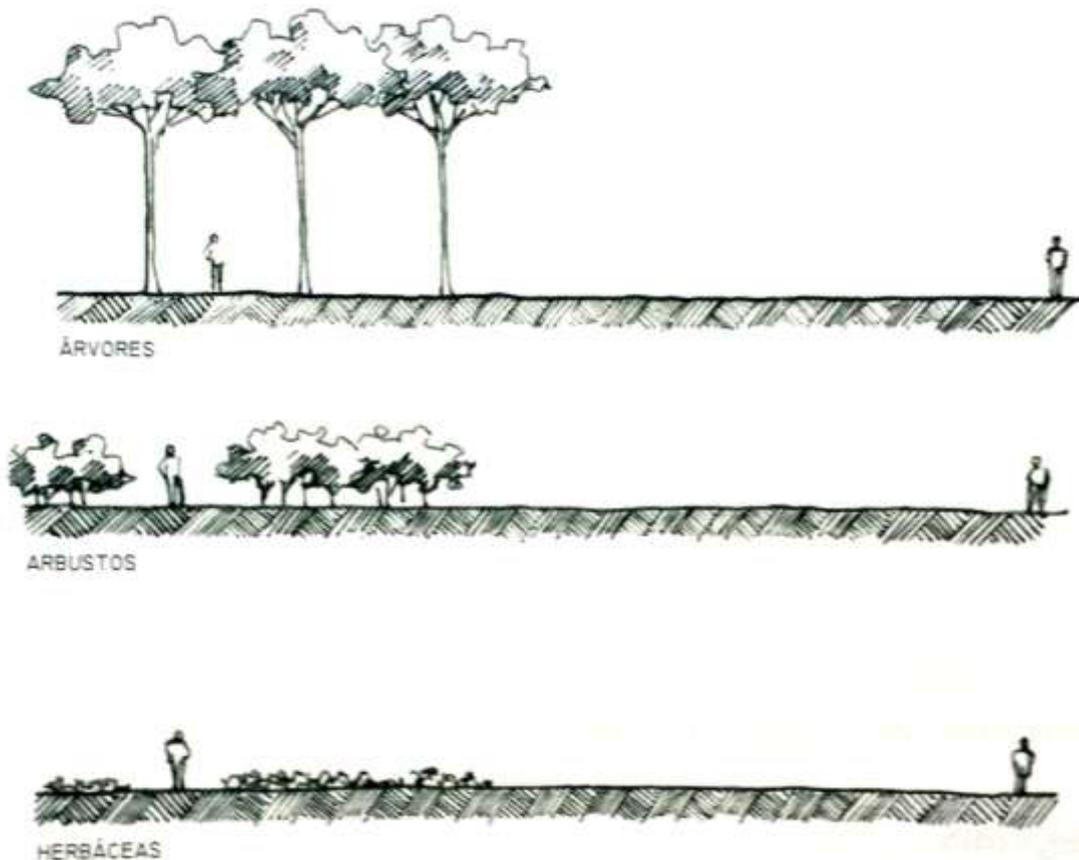
De acordo com Silva Filho (2002), as superfícies urbanas recebem radiação solar e também absorvem, refletem e irradiam esta energia na forma de calor. Esse calor, em contato com o ar circundante, aumenta a temperatura e reduz a umidade do ar adjacente ao solo. Ao longo do dia materiais com diferentes índices de calor específico vão transmitir calor por convecção em intensidades diferentes e possibilitar distintas temperaturas do ar na cidade, resultando em algumas áreas mais quentes do que outras.

Em outro estudo, Silva Filho (2007) destacou que a pavimentação de vias com asfalto, seja tanto por sua superfície lisa como pela cor escura, absorve muita radiação, ocasionando a troca de calor com o ar por convecção. O consequente aquecimento da camada atmosférica superficial pode alcançar temperaturas acima de 45°C em locais de clima tropical durante o verão. Tal temperatura contribui para um intenso desconforto das pessoas que estão a pé ou em veículos não motorizados.

Assim, o autor relata os benefícios gerados pelas áreas verdes relacionando-os com as características da morfologia vegetal e a adequabilidade de implantação das espécies vegetais no meio urbano. A influência da vegetação no microclima está relacionada com os seguintes itens: capacidade de adaptação às interferências dos elementos construídos; sobrevivência e desenvolvimento no local do plantio; características como porte, hábito de crescimento das raízes, formato e tamanho de copa, folhas, flores e frutos; resistência às pragas e doenças; tolerância a poluentes e às baixas condições de aeração do solo.

Conforme Abbud (2007), o desenvolvimento e as características morfológicas das estruturas de raiz, caule, folha, flor e fruto da planta determinam o papel da vegetação no meio urbano. O conjunto destas estruturas vegetais, aliado ao porte das plantas, conforma a tipologia formal da vegetação e não necessariamente das espécies. Na classificação botânica de porte de plantas, ocorrem três tipos principais de estratos: o arbóreo, que é aquele em que o observador atravessa confortavelmente por baixo da folhagem; o arbustivo, que dificulta ou impede o trânsito livre e cuja altura está pouco acima ou abaixo da linha visual do observador; e o de herbáceas que forra a superfície do solo e compõe tapetes com pequenos portes, dependendo da espécie, possibilitando ou não que se passe sobre eles (Figura 4).

Figura 4: Principais estratos vegetais, destacando o porte na relação de escala com o transeunte



Fonte: Abbud (2007, p. 54).

Lorenzi (1992) descreve palmeiras, entre as plantas de porte arbóreo nativas da flora brasileira, como de grande valor ornamental, ecológico e espécie que caracteriza o clima tropical e, as destaca, como espécies que atingem o porte de árvore denominando-as de espécies arbóreas.

Mascaró e Mascaró (2010) citam os diversos fatores que condicionam a seleção da vegetação para área urbana, entre eles o clima, o porte, as características morfológicas e a interação da planta com as áreas construídas. Esses autores abordaram, ainda, a relevância de conhecer a morfologia externa da vegetação, pois assim propiciam escolhas que harmonizam os elementos fixos construídos, evitando interferências prejudiciais ao meio urbano, além de possibilitar o desenvolvimento contínuo da vegetação nos espaços aéreos e subterrâneos. Destacam também as partes das estruturas morfológicas das espécies de grande porte relacionadas diretamente com sombreamento – raiz, caule e folha – e a necessidade do espaço ocupado pela vegetação na infraestrutura urbana.

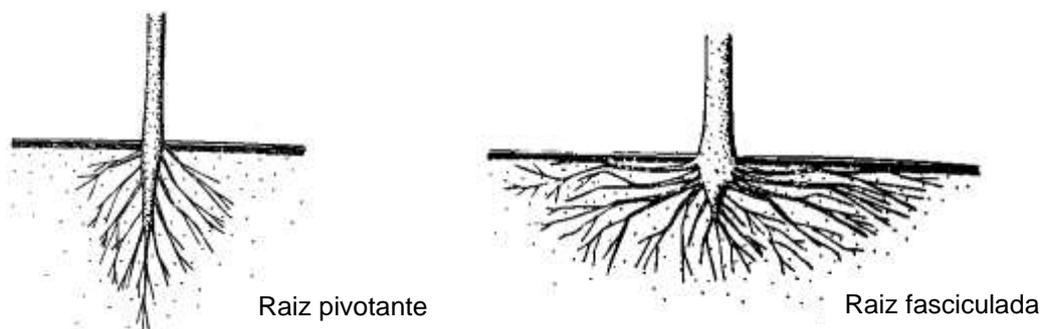
As principais funções das raízes são a fixação do vegetal ao solo e a absorção de nutrientes. Nas angiospermas³, as raízes subterrâneas podem ser classificadas quanto à forma em dois tipos básicos: a axial ou pivotante⁴, que em geral ocorre nas árvores; e a fasciculada ou cabeleira⁵, que ocorre nas palmeiras conforme ilustra a Figura 5 (FLORES; LORENZI; SOUZA, 2013). O espaço que as raízes ocupam no solo está relacionado ao porte da vegetação e em geral, as raízes se desenvolvem ocupando o solo de modo invertido à forma ocupada pelos caules da copa da árvore (MARTWRIGHT, 1985). As árvores de grande porte, na fase adulta, apresentam raízes secundárias para auxiliar o equilíbrio do vegetal, que podem ocupar espaços subterrâneos e aéreos. Espécies de árvores de grande porte trazem benefícios ao meio urbano proporcionais a seu tamanho, mas, em geral, apresentam raízes muito volumosas e demandam áreas maiores para seu desenvolvimento (LORENZI, 2008).

³ Angiospermas: são os vegetais superiores que fazem parte da divisão botânica das plantas que possuem flores e frutos (FLORES; LORENZI; SOUZA, 2013).

⁴ Raiz axial ou pivotante: com um eixo central mais desenvolvido (FLORES; LORENZI; SOUZA, 2013).

⁵ Raiz fasciculada ou cabeleira: com um feixe de ramificações similares com mesma espessura (FLORES; LORENZI; SOUZA, 2013).

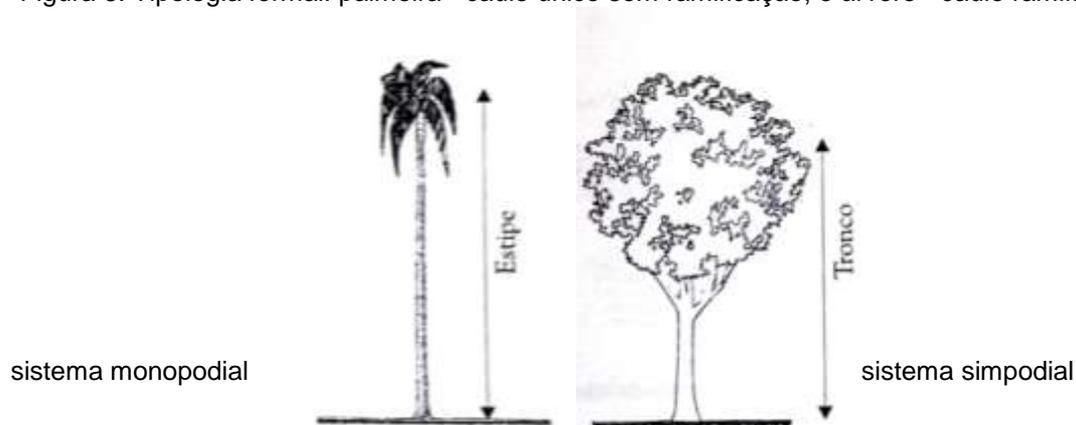
Figura 5: Classificação quanto à forma de raízes subterrâneas: pivotante e fasciculada



Fonte: adaptado de Mascaró e Mascaró (2010, p.154).

De acordo com Flores; Lorenzi e Souza (2013), o caule é o órgão que liga as raízes às folhas e sustentam folhas, flores e frutos, permitindo que os ramos terminais e folhas se disponham de forma a obter a quantidade adequada de luz solar. O caule pode apresentar dois tipos fundamentais de crescimento: o sistema monopodial e o sistema simpodial (Figura 6).

Figura 6: Tipologia formal: palmeira - caule único sem ramificação, e árvore - caule ramificado



Fonte: adaptado de Mascaró e Mascaró (2010, p.155).

No primeiro caso, o crescimento ocorre por uma única gema apical⁶ que persiste por toda a vida da planta. Nessas plantas, com crescimento monopodial, o caule não se ramifica, impossibilitando o controle do tamanho do caule por meio de poda, como é o caso das palmeiras que apresentam caule único lenhoso, chamado de estipe

⁶ Gema apical: conjunto de células diferenciadas localizadas na extremidade superior do caule que promovem o crescimento desse na direção vertical (AGAREZ; PEREIRA e RIZZINI, 1994).

(AGAREZ; PEREIRA e RIZZINI, 1994). A palmeira com essa característica de tipologia formal e de grande porte desenvolve a folhagem cada vez mais distante da superfície do solo, e em geral, produz sombreamento ralo que se projeta distante da superfície a ser sombreada, nas diferentes horas do dia (MARTWRIGHT, 1985). Conforme Bittencourt e Cândido (2008) os espaços externos providos de palmeiras não trazem prejuízo no movimento de ar, pois a altura da copa e o caule fino das palmeiras não obstruem o fluxo do vento na altura das construções.

No outro tipo de crescimento de caule, que ocorre em árvores, o sistema simpodial, várias gemas participam consecutivamente da formação de cada eixo (FLORES; LORENZI; SOUZA, 2013). Esse tipo de crescimento possibilita que o caule rígido – chamado de tronco – se ramifique atingindo calibres de pequenas espessuras até a extremidade da copa e, nessas plantas, as copas possuem formatos variados, e dependendo do formato, dimensão, tipos e tamanhos de folhas, adquirem copas mais densas ou menos densas. Quando ocorre o desenvolvimento de copa larga e ampla, há a possibilidade de maior área de sombreamento (MASCARÓ; MASCARÓ, 2010).

Ometto (1981, apud CARVALHO, 2001) relatou que as plantas retêm em média 1 a 2 % da água usada por elas, ou seja, quanto maior a quantidade de água utilizada, tanto melhor o desempenho da planta. A transpiração vegetal e a evaporação do solo são estimuladas por ação de fatores climáticos como radiação solar, temperatura do ar, umidade do ar e precipitações. A atuação desses fatores na vegetação resulta na transpiração de certa quantidade de água. O autor ainda definiu a evapotranspiração como um processo combinado de perda conjunta de água pela evaporação do solo e pela transpiração da planta, quando a água é liberada pelas estruturas foliares da planta para o ar, por transpiração, associada pela evaporação do solo. Ainda narrou que a evapotranspiração contribui para resfriar as áreas do entorno vegetado no meio urbano.

Silva Filho (2002) concluiu que as copas das árvores são como reservatórios de água que, além de proporcionarem sombra, auxiliam para que o asfalto e demais superfícies reduzam a emissão de calor. Elas liberam água para o ar por meio da evapotranspiração. Com essa liberação, auxiliam na manutenção da umidade relativa e temperatura do ar, favorecendo o conforto humano. Então, um asfalto de via pública coberto por copas de árvores pode proporcionar ambiência externa

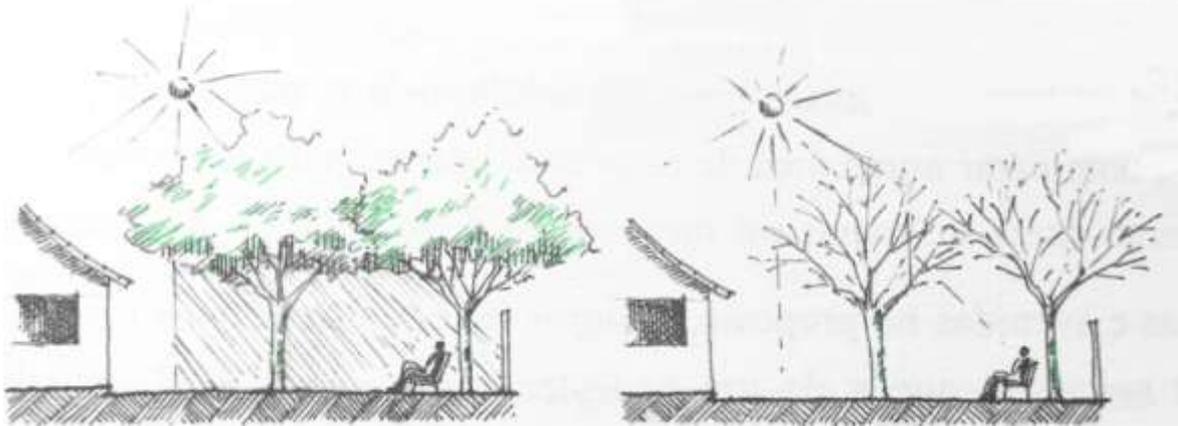
menos quente e até mesmo minorar a demanda no uso de condicionadores de ar nas edificações.

Segundo Flores, Lorenzi e Souza (2013), as folhas são órgãos vegetais que realizam como principal função o processo de fotossíntese. As características morfológicas das folhas, em geral, apresentam-se achatadas e finas, o que contribui para otimizar a função de fotossíntese, na medida que ampliam a área exposta à luz solar.

Mascaró e Mascaró (2010) destacaram que a posição das folhas nas partes extremas das árvores tem a função de captar o CO₂ durante o dia, para realizar fotossíntese. Durante a noite, na respiração, ocorre a captura do O₂ e o excesso de água é eliminado na superfície foliar. O tipo de sombreamento e a porcentagem de umidade relativa do ar sob a árvore decorrem das características morfológicas da superfície foliar, que pode ser fosca ou brilhosa e lisa ou rugosa. Já a densidade da copa está relacionada ao tamanho da folha, que quando são pequenas permitem que a copa da árvore apresente maior permeabilidade ao vento e à radiação solar. Folhas médias e grandes podem originar copas densas e ambientes com maior sombreamento.

De acordo com Abbud (2010) no decorrer das estações do ano é possível gerar ambientes diferentes com a mesma espécie vegetal, conformando espaços sombreados e confortáveis no verão sob suas copas. Entretanto, na estação de inverno esses espaços tornam-se ensolarados e quentes quando os ramos perdem as folhas. A vegetação em que ocorre esse processo de queda de folhas na estação fria denomina-se de caduca, caducifólia ou decídua (Figura 7). No outono, as folhagens de plantas decíduas podem alterar as cores indo do amarelo, marrom e até vermelho, compondo diversos cenários antes de se soltarem das plantas. A vegetação que permanece com a folhagem durante todas as estações do ano denomina-se perene.

Figura 7: Árvores decíduas propiciam ambiências diferentes nas estações de verão e inverno



Fonte: adaptado de Abbud (2010, p.47).

Segundo Mascaró e Mascaró (2010) o desempenho lumínico e térmico das espécies arbóreas podem apresentar-se satisfatórios ou não, dependendo da persistência da folhagem no decorrer das estações do ano, e ainda, do tamanho e formato das folhas, pois estas características morfológicas podem criar barreiras para ventilação e a insolação, de maneira a conformar distintas características bioclimáticas no espaço urbano.

Pereira (2006) destaca a importância das árvores no meio urbano ponderando o papel de contraposição que elas desenvolvem em relação aos espaços edificados, destacando o incremento de sua dinâmica na variação das formas da copa, cor, crescimento, acompanhando a vida da humanidade e as etapas de crescimento, criando uma cumplicidade histórica com as cidades e seus habitantes.

Ruas (2009) afirma que utilizar espécies vegetais privilegiando a funcionalidade e a sustentabilidade, traz ganhos ambientais ao meio urbano. Também, denominou de espécie sustentável àquela que depois de atingir um grau de maturidade, não necessita de qualquer tipo de manutenção. No Brasil, grande parte dos paisagistas se preocupa com o uso de espécies nativas, adaptadas à condição de clima de cada região. Burle Marx, nos paisagismos de áreas urbanas, foi destaque com utilização de vegetação de forma sustentável, principalmente de espécies nativas e também de exóticas (MACEDO, 1999). Outros expoentes paisagistas, como Fernando Chacel e Rosa Kliass, bem como diversos profissionais de arquitetura e urbanismo,

realizaram projetos de áreas verdes usando a vegetação, sobretudo a arbórea, com foco sustentável (MACEDO, 1999).

Estudos realizados por Labaki e outros (2011) indicam que árvores agrupadas exercem influência numa escala maior do que uma única árvore. Portanto, essa disposição de elementos arbóreos pode aumentar a capacidade de redução da temperatura do ar e a atenuação da radiação incidente, e dessa maneira intensificar as sensações de conforto térmico ao usuário até numa determinada distância da inserção desse elemento. Relatam que árvores alinhadas criam caminhos sombreados que propiciam condições de conforto térmico para a circulação de pessoas, bicicletas e automóveis. Ainda que as árvores tenham importância como agrupamentos de vegetação, também indicam que na microescala os indivíduos de árvores isolados são essenciais na composição do ambiente, pois apresentam uma boa resposta em relação ao conforto térmico. Os autores destacam que diferentes espécies proporcionam distintas condições de conforto térmico em função de suas características morfológicas. A diversidade de árvores possibilita atender lugares específicos, aliando as benesses dessa vegetação ao clima local a fim de adequar as características morfológicas a almejada sensação de conforto térmico.

2.4 ESTUDO DE ÁREA E CONTEXTO HISTÓRICO EM VITÓRIA, ES

A cidade de Vitória, capital do Espírito Santo, se encontra na região litorânea do Sudeste do Brasil a 20°19'15'' de latitude Sul e 40°20'10'' de longitude Oeste de Greenwich (Figura 8). O clima local é tropical úmido, com temperatura média no verão de 34,4°C e no inverno de 24,4°C (PMV, 2014).

Figura 8: Vitória, capital do Espírito Santo, situada na região litorânea do Sudeste do Brasil



Fonte: adaptado de IJSN, 2015.

O território é constituído de uma ilha principal, com área de 29.31 km² e uma parte continental, situada ao Norte, com extensão de 39.66 km². Vitória possui diversas ilhas menores no seu entorno, que juntamente com sua baía compõe o território total do município que abrange uma área de 98.194 km², conforme Figura 9 (PMV, 2014).

Figura 9: Vista aérea do município, a Ilha de principal de Vitória e ao norte a parte continental

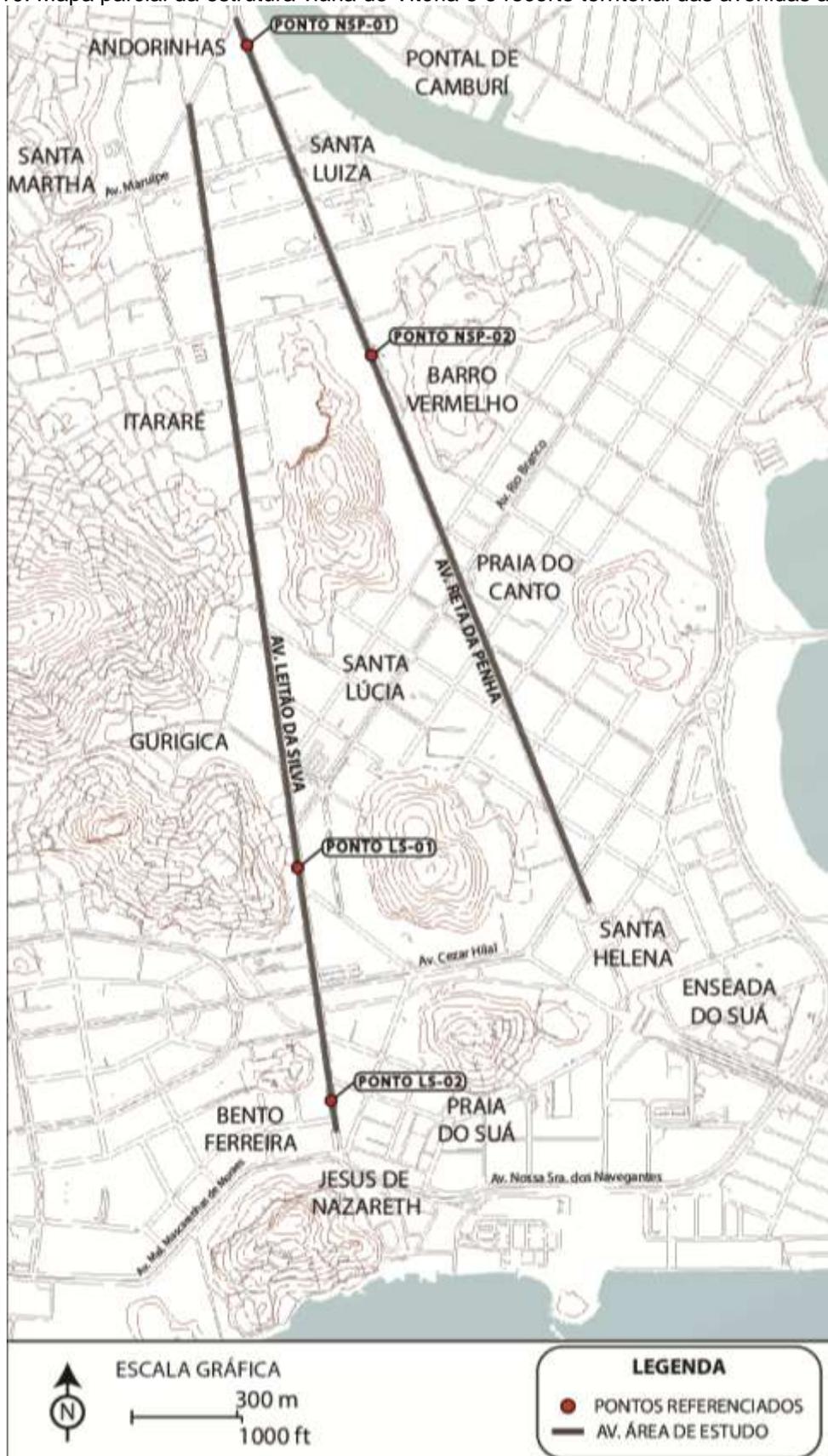


Fonte: Google Maps, 2013

Vitória integra a Região Metropolitana da Grande Vitória, juntamente com os municípios de Serra, Vila Velha, Cariacica, Viana, Fundão e Guarapari (PMV, 2014).

As vias arteriais metropolitanas de Vitória em destaque na Figura 10, circundadas pelos bairros limítrofes e utilizadas como recorte de estudo do presente trabalho, mostram como os traçados propostos pelo projeto do Novo Arrabalde de Saturnino de Brito, permanecem praticamente inalterados (CAMPOS JUNIOR, 1996). Essas vias são de grande fluxo de veículos e pedestres, sendo um dos motivos para serem selecionadas neste estudo, que visa correlacionar e identificar a influência da vegetação no microclima urbano.

Figura 10: Mapa parcial da estrutura viária de Vitória e o recorte territorial das avenidas adotadas



Fonte: adaptado da base digital PMV, 2007

2.4.1 Histórico

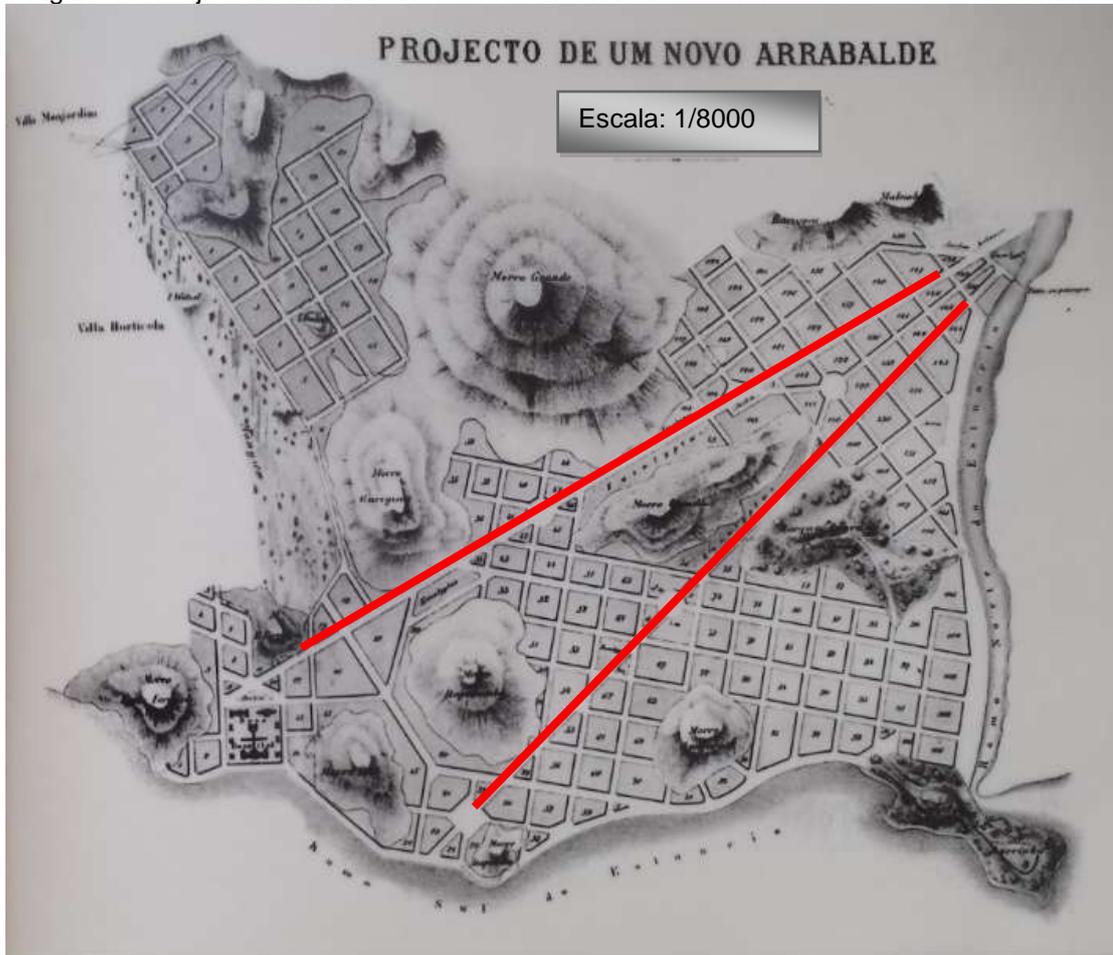
O histórico de Vitória mostra o desenvolvimento de uma cidade portuária baseada nas exportações de café, com o desafio de um novo projeto de ampliação do tecido urbano da capital capixaba. Para tanto, os exemplos mundiais de urbanizações de grandes capitais deveriam ser seguidos de forma a enquadrar a cidade como emblema de desenvolvimento econômico (CAMPOS JUNIOR, 1996). O Novo Arrabalde, que é a designação dada para a primeira proposta de expansão urbana desenvolvida pelo engenheiro sanitário Francisco Saturnino Rodrigues de Brito, em 1896, acresceu aos antigos limites territoriais da cidade de Vitória mais 3.293.713 m² (LEME, 1999), ampliando em seis vezes a área da cidade (CAMPOS JUNIOR, 1996). No início do século XX, o projeto criou uma nova estrutura urbana para a capital por meio de mais vias, quarteirões e quadras distribuídas por uma grande malha regular.

O crescimento urbano das cidades brasileiras de Santos (SP), Recife (PE) e Natal (RN) foram pautados em projetos de expansão urbana, similar ao projeto do Novo Arrabalde (LEME, 1999). No que se refere a Vitória, esse crescimento feito em sucessivas gestões estaduais foi promovido pela própria importância da cidade como capital do estado do Espírito Santo. Vitória, ao longo do século XX, cresceu sobre as áreas remanescentes de seu território original, formado por ilhas e sucessivos processos de aterros, além de avançar sobre sua parte continental. Teve seu crescimento urbano focado no avanço econômico de forma a igualá-la com as outras capitais brasileiras, transformando-a, no espaço da burguesia ascendente (MONTEIRO, P. R., 2008).

A configuração geométrica da malha cartesiana proposta por Saturnino de Brito circundou as áreas naturais de morros e afloramentos rochosos vegetados, isolando-os como monumentos naturais em meio à malha urbana (LEME, 1999). A vegetação foi proposta somente nas áreas isoladas em quadras e não houve proposta de arborização de vias. Os dois eixos viários principais do projeto – a Avenida da Penha, atual Nossa Senhora da Penha, e a Avenida Norte-Sul, atual

Leitão da Silva –, localizadas em uma mesma região de paisagem construída, mas fragmentada pela área natural de afloramentos rochosos vegetados (Figura 11).

Figura 11: Projeto de um Novo Arrabalde demarcando as Avenidas Norte-Sul e da Penha



Fonte: adaptado de Brito (1896, apud CAMPOS JUNIOR, 1996, p. 211).

3 METODOLOGIA DAS ATIVIDADES DE CAMPO

Neste estudo adotou-se uma amostragem territorial com definição de pontos específicos para medições de temperatura e umidade relativa do ar, concomitantemente à realização de entrevistas aos transeuntes, com o objetivo de avaliar a influência da vegetação no microclima urbano e na percepção térmica do transeunte em vias arteriais metropolitanas na cidade de Vitória, ES.

A metodologia adotada de medição de temperatura e umidade relativa do ar baseou-se nas experiências de pesquisadores como Barbirato (2003), Brandão (2009) e Silva (2009), que selecionaram pontos com diferentes feições urbanas e fizeram as medições por meio de equipamentos para desenvolver a análise quantitativa de temperatura e umidade relativa do ar em diferentes recortes urbanos.

Para as entrevistas, a metodologia adotada foi baseada na escala numérica do modelo preditivo de sensação térmica denominada “Voto Médio Predito”⁷, de acordo com Fanger (1982) e as respostas obtidas de votos declarados.

3.1 SELEÇÃO DA ÁREA

Os requisitos para a seleção dos pontos de medição podem ser determinantes para estudar a influência da vegetação no microclima urbano. Apesar de não ser possível isolar situações no ambiente externo e aberto, procurou-se excluir possibilidades de eventos que pudessem mascarar os efeitos da presença de vegetação nas vias urbanas.

Considerando a necessidade de delimitar ao máximo possível os eventuais fatores de interferência nos resultados das avaliações foram adotados os seguintes requisitos para escolha dos trechos de medições da área de estudo:

⁷ Tradução nossa do termo original “Predicted Mean Vote”.

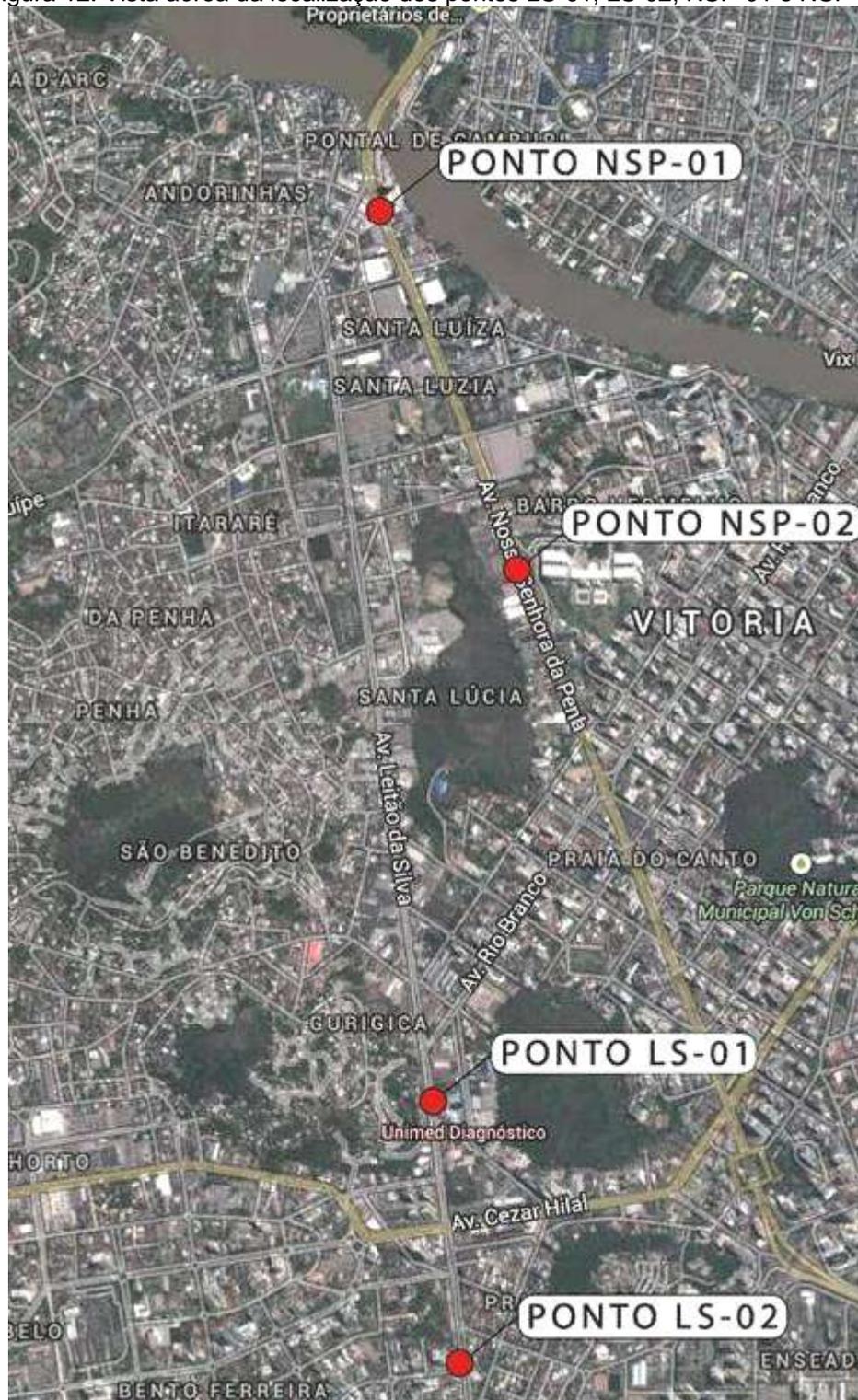
- a) tipologia urbana de gabarito baixo, especificamente na área de localização do abrigo com termômetro, para evitar sombra da edificação nos pontos de medições;
- b) via arterial metropolitana, por se tratar de eixo de grande circulação;
- c) localização afastada da orla marítima, para reduzir a interferência dos ventos;
- d) vias com pavimentação asfáltica, por se tratar de um tipo de pavimento que é utilizado com frequência nas vias, com alta absorção de calor;
- e) existência de canteiro central, por permitir o desenvolvimento contínuo, principalmente das raízes e caules, da vegetação de grande porte;
- f) diferentes tipologias formais de vegetações, contendo na mesma via áreas de canteiro central com e sem a presença de vegetação, visando o estudo comparativo.

Conforme Monteiro L. M., (2008), a seleção dos dias para medições deve ocorrer por meio de análise de dados de estações meteorológicas, em dias representativos da estação do ano, e sem precipitações.

Dentre as avenidas de Vitória, conforme anteriormente mencionado, foram selecionadas a Avenida Leitão da Silva e a Avenida Nossa Senhora da Penha, por preencherem todos os requisitos adotados, além de serem oriundas do projeto urbano do Novo Arrabalde de Saturnino de Brito (LEME, 1999), ou seja, são artérias urbanas planejadas. Foram previstas medições e entrevistas em dois pontos de cada uma das vias, situados no meio do canteiro central, e a nomenclatura adotada relacionou as iniciais do nome da avenida, seguida da numeração do ponto para facilitar a identificação no texto.

A Figura 12 apresenta vista aérea com destaque para a localização dos pontos adotados na Avenida Leitão da Silva e na Avenida Nossa Senhora da Penha. Observa-se a denominação dos bairros do entorno e duas outras avenidas que contribuem para aumento de fluxo de veículos na região. Os pontos considerados estão descritos a seguir.

Figura 12: Vista aérea da localização dos pontos LS-01, LS-02, NSP-01 e NSP-02



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2014

3.1.1 Avenida Leitão da Silva - LS-01

Conforme Ramaldes, Dias e Alvarez (2012), esse ponto encontra-se localizado no limite dos bairros de Gurigica e Santa Lúcia, nas coordenadas 20°18'29.00" de latitude Sul e 40°18'9.99" de longitude Oeste de Greenwich. Também já mencionado pelos autores, esse trecho apresenta característica de ambiência a pleno sol, sem receber sombreamento de vegetação e edificações do entorno, com canteiro central pavimentado em concreto, ladeado por vias asfaltadas e uso do solo predominantemente comercial (Figura 13).

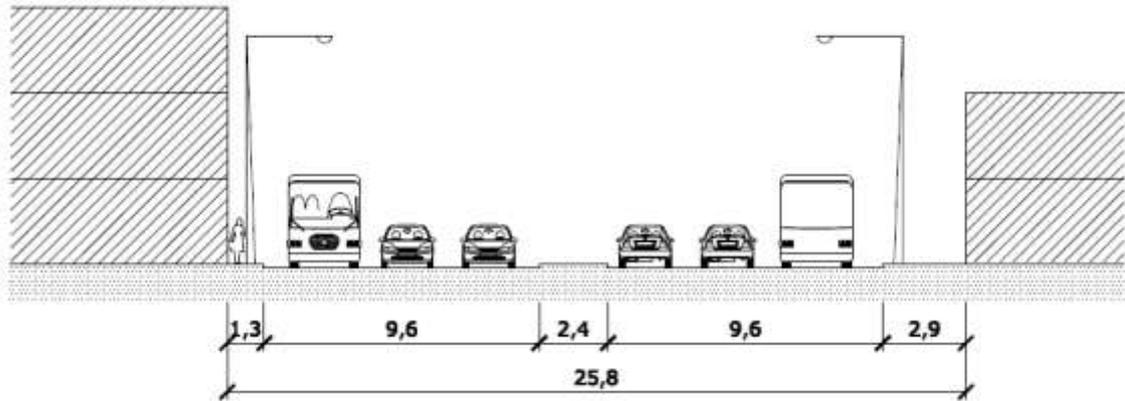
Figura 13: Trecho de localização do ponto LS-01, no canteiro central da Av. Leitão da Silva



Fonte: autora (2011)

Nesse trecho a faixa de domínio da avenida configura-se como um espaço principal de passagem de veículos, apresentando três faixas de rolamento em cada sentido da via, e calçadas laterais à direita com largura de 2,9m e a esquerda com largura de 1,3m, ou seja, três vezes menor que o lado direito (Figura 14).

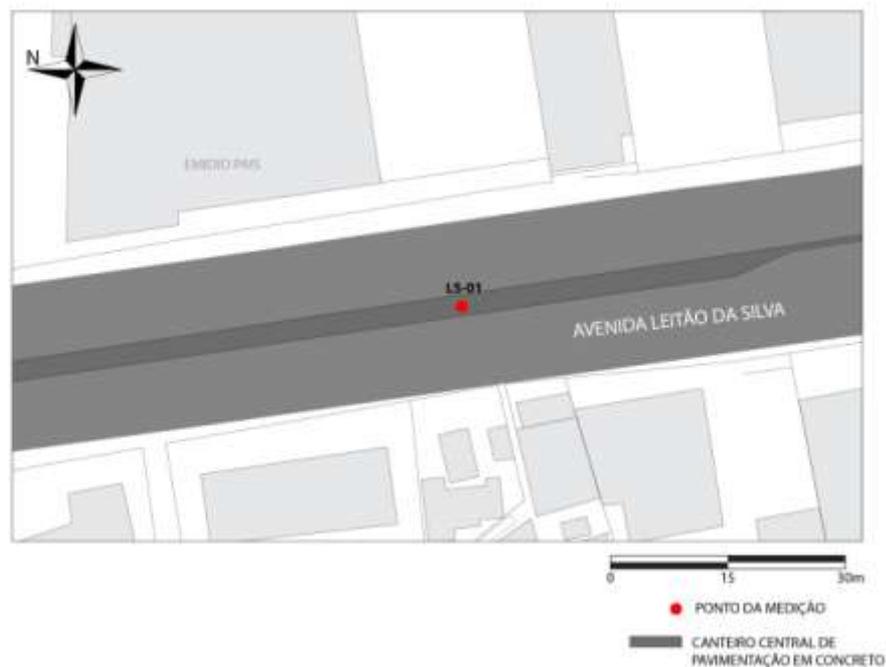
Figura 14: Perfil da via arterial metropolitana Av. Leitão da Silva, trecho do ponto LS-01



Fonte: Adaptado da base digital PMV, 2007

O canteiro central nesse ponto apresenta-se revestido por pisos impermeáveis em concreto armado, com 2,4m de largura, totalizando uma faixa de domínio de 25,8m de largura (Figura 15).

Figura 15: Mapa do trecho ponto LS-01 e o entorno.



Fonte: Adaptado da base digital PMV, 2007

3.1.2 Avenida Leitão da Silva - LS-02

De acordo com Ramaldes, Dias e Alvarez (2012), a localização desse ponto situa-se no limite dos bairros de Bento Ferreira e Praia do Suá, nas coordenadas 20°18'51.24" de latitude Sul e 40°18'6.94" de longitude Oeste de Greenwich. Os autores relataram, à época, que esse trecho apresentava característica de ambiência sombreada por árvores adultas desenvolvidas com solo revestido de grama no canteiro central, ladeado por vias asfaltadas e circundado por edificações de gabarito variável, com uso diverso residencial e comercial (Figura 16).

Figura 16: Trecho do ponto LS-02 com castanheira



Fonte: Ramaldes; Dias; Alvarez, 2012

Ainda registraram que o ponto LS-02 difere de grande parte dessa avenida, por possuir ambiência com sombra de árvores e com maior número de locais de travessia com sinalização horizontal, calçadas amplas facilitando a locomoção do transeunte.

No andamento do processo de avaliação desse ponto LS-02, durante o desenvolvimento da pesquisa, a municipalidade retirou a vegetação arbórea desse

trecho no ponto LS-02. Os resultados dos impactos ocasionados por essa significativa alteração são abordados na quarta medição.

A espécie, com tipologia formal de árvore, localizada nesse trecho é popularmente conhecida como castanheira, amendoeira e chapéu de sol, cujo nome científico é *Terminalia catappa* L.. De acordo com Lorenzi e outros (2003) trata-se de uma árvore exótica de grande porte aclimatada no Brasil, frequentemente utilizada em orlas e arborização de vias. Apresenta copa frondosa, larga e ampla, o que proporciona sombra densa podendo alcançar até 15m de diâmetro. Possui folhas grandes e brilhosas, porém de folhagem caduca. No outono perde todas as folhas, quando proporciona diferentes paisagens, pois antes da folhagem desprender-se da castanheira, atinge diversos tons de cores passando de verde para amarela até ao marrom-avermelhada (Figura 17).

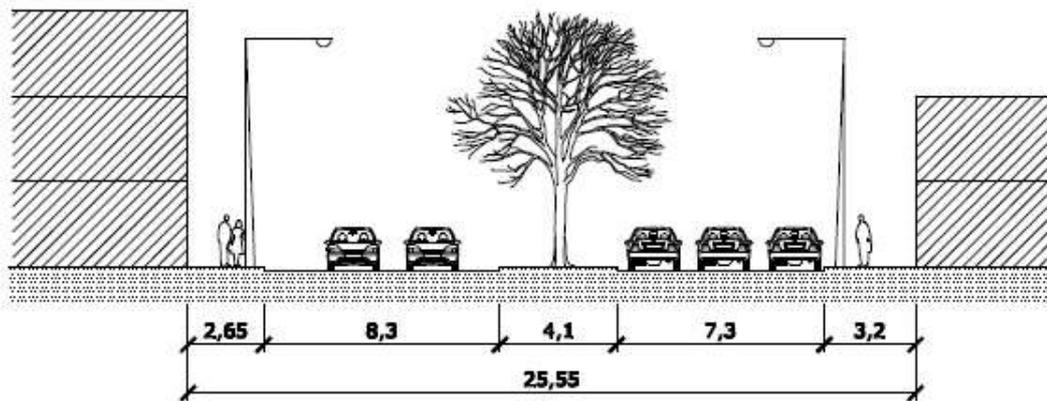
Figura 17: Variação de tons de cores da folhagem da castanheira



Fonte: autora, 2014

O trecho do ponto LS-02 configura-se como um espaço de passagem principal de veículos, apresentando calçadas laterais à direita com largura de 3,2m e à esquerda com largura de 2,65m (Figura 18).

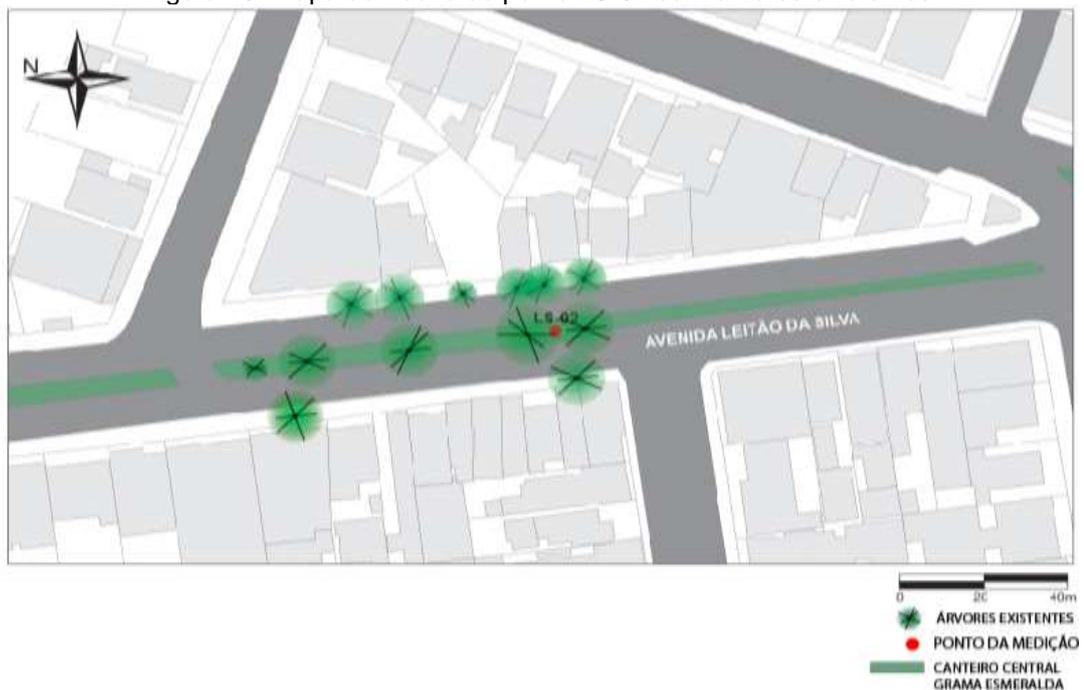
Figura 18: Perfil da via arterial metropolitana Av. Leitão da Silva, no trecho do ponto LS-02



Fonte: Adaptado da base digital PMV, 2007

O canteiro central nesse ponto é com gramado permeável com 4,1m de largura, totalizando uma faixa de domínio de 25,55m de largura (Figura 19).

Figura 19: Mapa do trecho do ponto LS-02 com árvores existentes



Fonte: Adaptado da base digital PMV, 2007

3.1.3 Avenida Nossa Senhora da Penha - NSP-01

Esse ponto localiza-se no bairro Santa Luíza, nas coordenadas 20°17'19.57" de latitude Sul e 40°18'13.63" de longitude Oeste de Greenwich. Apresenta característica de ambiência a pleno sol, sem receber sombreamento de edificações do entorno, com canteiro central pavimentado em concreto armado, ladeado por vias asfaltadas e uso do solo predominantemente comercial (Figura 20).

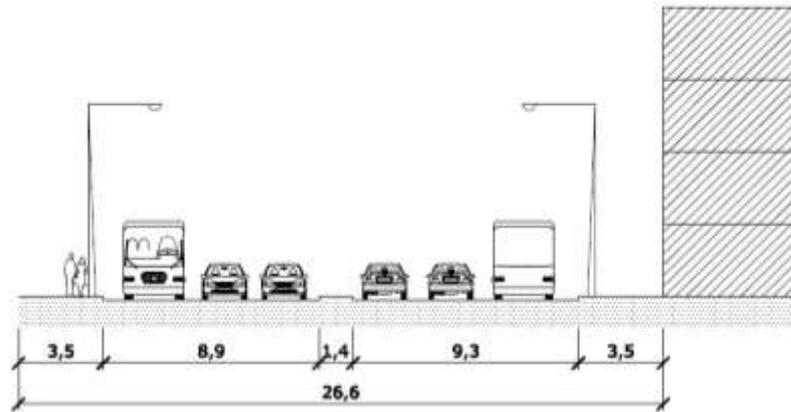
Figura 20: Trecho de localização do ponto NSP-01 na Av. Nossa Senhora da Penha



Fonte: autora, 2014

A forma desse trecho configura-se como um espaço de passagem de veículos, apresentando calçadas laterais à direita e à esquerda com largura de 3,5m (Figura 21).

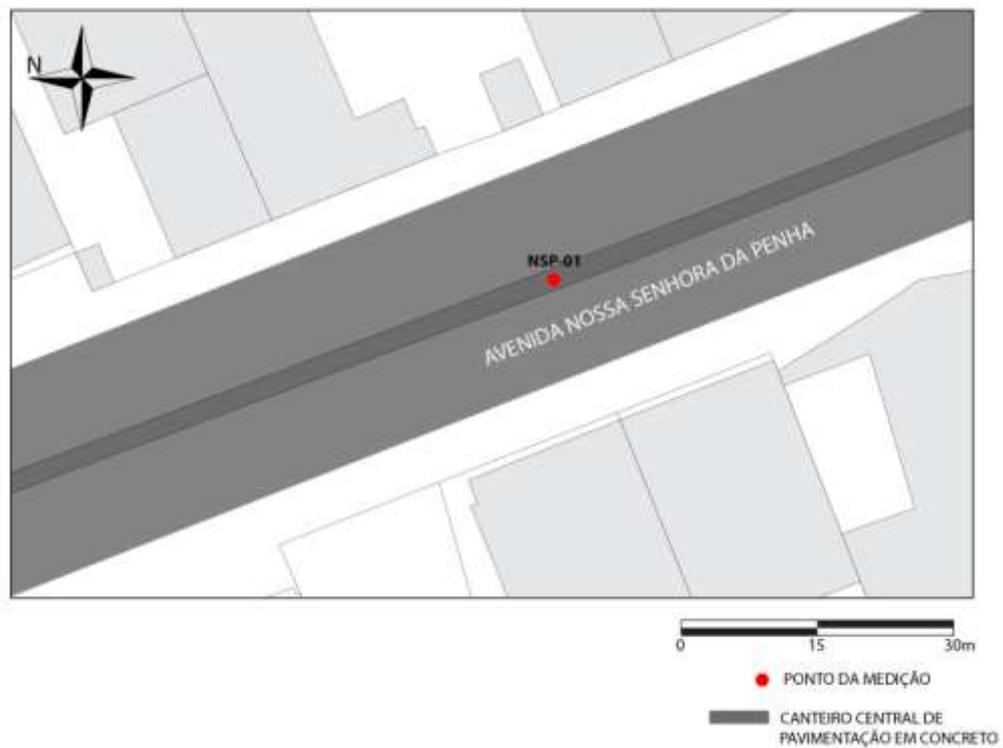
Figura 21: Perfil do ponto NSP-01 na Avenida Nossa Senhora da Penha



Fonte: Adaptado da base digital PMV, 2007

O canteiro central nesse ponto apresenta-se revestido por pisos impermeáveis em concreto com 1,4m, totalizando uma faixa de domínio de 26,6m de largura (Figura 22).

Figura 22: Mapa do trecho do ponto NSP-01 e entorno



Fonte: Adaptado da base digital PMV, 2007

3.1.4 Avenida Nossa Senhora da Penha - NSP-02

A avenida nesse ponto de medição situa-se na área limítrofe dos bairros Santa Lúcia e Barro Vermelho, nas coordenadas 20°17'47.92"de latitude Sul e 40°18'01.81" de longitude Oeste de Greenwich. Esse trecho apresenta característica de ambiência parcialmente sombreado por palmeira de grande porte adulta, e solo revestido de grama no canteiro central, ladeado por vias asfaltadas e circundado por edificações com uso do solo predominante comercial de gabarito variável que não sombreiam o ponto de medição (Figura 24).

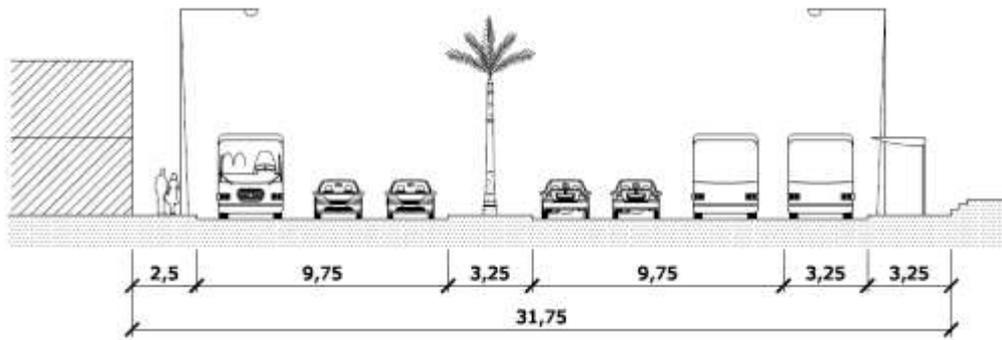
Figura 23: Composição de vegetação do ponto NSP-02, palmeira Jerivá com grama esmeralda



Fonte: autora, 2014

A faixa de domínio desse trecho configura-se como um espaço de passagem de veículos e com baia para ônibus. Essa avenida apresenta, em toda extensão, locais de travessia com sinalização horizontal e vertical, calçadas amplas facilitando a locomoção do transeunte. As calçadas laterais à direita têm largura de 3,25m e à esquerda de 2,5m (Figura 24).

Figura 24: Perfil do Ponto NSP-02 na Avenida Nossa Senhora da Penha



Fonte: Adaptado da base digital PMV, 2007

O canteiro central nesse ponto apresenta-se com 3,25m, totalizando uma faixa de domínio de 31,75m de largura (Figura 25).

Figura 25: Mapa do Ponto NSP-02 e entorno



Fonte: Adaptado da base digital PMV, 2007

A espécie do estrato vegetal herbáceo, que forra o solo do canteiro central, denomina-se popularmente de grama esmeralda – *Zoysia japonica* Steud. (LORENZI; SOUZA, 2001). A espécie de maior porte apresenta tipologia formal de palmeira, popularmente conhecida como Jerivá - *Syagrus romanzoffiana* Cham., e trata-se de espécie de grande porte nativa ocorrente no Espírito Santo, utilizada com frequência em paisagismo urbano (LORENZI, 1992). Apresenta caule solitário e indivisível, de crescimento apical, podendo alcançar até 15m de altura, com copa formada de folhas vazadas verde-escuras e brilhantes que podem atingir 4,4m de comprimento (LORENZI, et al., 2004). As folhas inseridas no topo do caule alongado em plantio isolado proporciona sombra difusa que se projeta sobre a área de inserção no momento do sol a pino. A inflorescência formada de flores de cor amarela clara conforme Figura 26, e de frutos também amarelos apreciados pelos pássaros (LORENZI, et al., 2004).

Figura 26: Palmeira Jerivá desenvolvida e detalhe de inflorescência

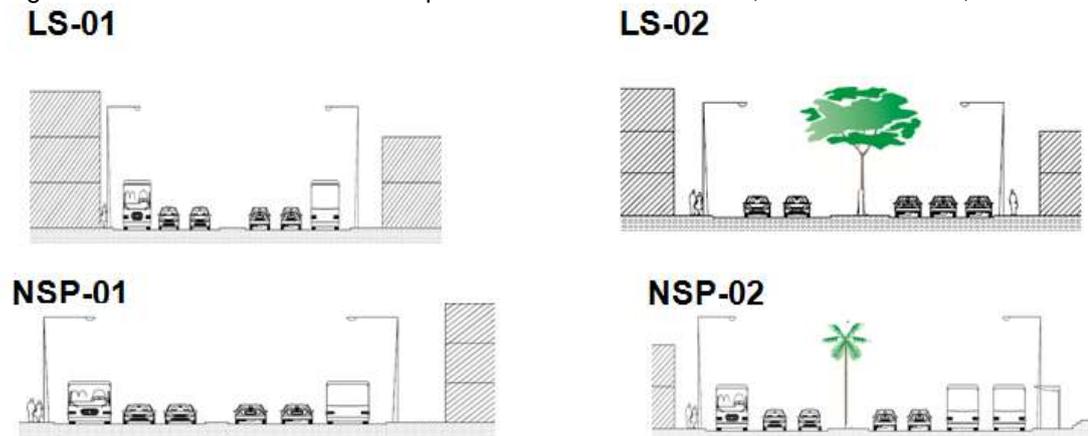


Fonte: autora, 2014

3.2 TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR

O monitoramento dos parâmetros de conforto térmico de temperatura e umidade relativa do ar baseou-se nos trabalhos de Barbirato e outros (2003) e Brandão (2009). As medições realizadas nos pontos foram simultâneas e anotadas a cada hora, durante oito horas ininterruptas, no horário de 09h00 as 17h00, de um dia ensolarado de céu limpo. O teste de medição ocorreu na estação da primavera e da primeira medição até a quarta medição na estação do verão, sendo considerados os períodos mais quentes do ano e de maior desconforto para o transeunte. Os trechos, localizados na mesma avenida, com ambiências opostas, apresentaram num ponto área pavimentada em concreto exposta a pleno sol e no outro, área permeável e com vegetação de grande porte (Figura 27).

Figura 27: Trecho com ambiência oposta na mesma via: LS-01, LS-02 e NSP-01, NSP-02



Fonte: autora, 2014

Os equipamentos e materiais utilizados para medições foram: quatro termo-higrômetros digitais com relógio de marca Minipa modelo MT-230^a (Figura 34); GPS Samsung com precisão de 96 m; máquina fotográfica digital Samsung de 05 megapixels e quatro abrigos meteorológicos de fabricação caseira.

Figura 28: Termo-higrômetro digital com relógio de marca Minipa, modelo MT-230^a



Fonte: autora, 2014

Foram utilizados quatro abrigos meteorológicos nesse trabalho, confeccionados para a pesquisa de Miyamoto (2012), sendo utilizados pratos de isopor padronizados de diâmetro de 23cm, interligados e fixados por barras metálicas rosqueadas e com espaçadores de PVC. Os pratos da base inferior e da cúpula foram mantidos inteiros e nos intermediários foram feitas aberturas centrais para a colocação dos aparelhos termo-higrômetros no interior do abrigo, sendo esse fixado em suporte metálico com altura do solo de 1,5m (Figura 29), conforme recomendam os pesquisadores Barbirato e outros (2003) e Brandão (2009).

Figura 29: Abrigo meteorológico de fabricação caseira fixado no suporte metálico



Fonte: autora, 2011

A estação INMET–Vitória, localiza-se na UFES, próxima a área do manguezal na Estação Ecológica do Lameirão⁸ (Figura 30). O termômetro fica instalado em abrigo com altura de 2,0 metros do nível do solo em área gramada, e com coleta de dados automática (INMET, 2014). Os dados climáticos de temperatura e umidade relativa do ar, utilizados como referenciais neste trabalho foram obtidos nessa estação meteorológica, no período de 09h00 até 17h00, nos mesmos dias de realização das medições nos pontos selecionados para este estudo.

Figura 30: Indicação com seta da localização da estação INMET– Vitória, na UFES



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2014

Destaca-se que estação INMET– Vitória situa-se em área urbana com predomínio de área verde natural no entorno e presença de corpo hídrico (Figura 31).

Figura 31: Estação INMET– Vitória, destaque do entorno com predomínio de área preservada



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2014

⁸ Estação Ecológica do Lameirão situa-se no município de Vitória e ocupa uma área preservada de 891,83 hectares, sendo 92,66% com manguezal (PMV, 2014).

3.3 ENTREVISTAS

Concomitante à realização das medições de dados de temperatura e umidade relativa do ar, a partir da primeira medição, foram aplicadas entrevistas aos transeuntes dos quatro pontos de estudo, com questões sobre sensação de conforto térmico adotando por base conceitual a escala numérica do “Voto Médio Predito” de acordo com Fanger (1982) e as respostas obtidas de votos declarados. O indivíduo pode perceber o conforto térmico com relação a sensações do corpo humano de dois modos: em relação aos parâmetros físicos do meio ambiente e de forma subjetiva. Quando a sensação ocorre a partir dos parâmetros físicos baseia-se nas reações originadas por condições de radiação solar, temperatura, umidade relativa e movimento do ar. A forma subjetiva baseia-se nas sensações relacionadas com os aspectos pessoais como tipo de atividade, vestuário, massa corporal e adaptação climática (CORBELLA; CORNER, 2011).

A aplicação das entrevistas ocorreu por meio de livre escolha das respostas, garantindo o anonimato dos respondentes. Na primeira medição, nos pontos LS-01 e LS-02, foram realizadas simultaneamente sessenta e oito entrevistas sobre sensação de conforto térmico, sendo trinta e quatro em cada ponto de estudo. Na segunda medição, nos pontos NSP-01 e NSP-02, realizaram-se setenta e seis entrevistas divididas igualmente em cada ponto, ocorreu simultânea a primeira medição no verão de 2014. No ano seguinte, durante o verão, ocorreu a terceira medição e entrevista nos pontos NSP-01 e NSP-02 e foram realizadas quarenta e oito entrevistas em cada ponto. A quarta medição e entrevista, concomitante a terceira, foram realizadas cem entrevistas divididas igualmente nos pontos LS-01 e LS-02. A pesquisa registrou quatro conjuntos de medições e entrevistas, totalizando trezentos e quarenta entrevistas.

Os formulários das entrevistas serviram para registrar as respostas sobre a sensação térmica dos usuários das vias, e caracterizaram-se por identificarem gênero, faixa de idade, município de origem, tempo de moradia no local e vestimenta de acordo com a ISO 7730 (1994). Para padronizar os dados foi convencionado

vestimenta de inverno e de verão – observado pelos entrevistadores – diferindo por gênero. Os dados dos formulários de entrevistas foram classificados manualmente para se enquadrarem nos padrões de vestimenta. Dessa forma, as peças que compuseram a vestimenta masculina foram: inverno - calçado fechado, calça comprida e camisa manga longa; verão - calçado aberto, sandália, chinelo, bermuda e camisa manga curta ou sem manga. Para a vestimenta feminina foram considerados: inverno - calçado fechado, calça/saia comprida, blusa manga longa e vestido longo; verão - calçado aberto/ sandália/ chinelo, bermuda/short/saia, camisa manga curta ou sem manga, miniblusa e vestido curto.

Os respondentes tiveram que optar por respostas, a respeito da sensação térmica, com valores numéricos propostos para expressar a percepção térmica. Foram consideradas válidas as entrevistas, que atenderam os seguintes requisitos: (1) respondentes que declararam residir em Vitória, e também na região Metropolitana da Grande Vitória; (2) respondentes que estavam ao ar livre, expostos ao efeito de radiação solar, conforme preconiza a ASHRAE (1992).

As entrevistas foram realizadas durante um dia típico de verão, no horário de 09h00 as 17h00, o que levou a considerar apenas categorias de percepção térmica de conforto ou desconforto para o calor, baseadas nas categorias estabelecidas pela ISO 7730 (1994):

- Conforto para calor – neutro, não sentia nem calor e nem frio (percepção = 0);
- Desconforto para o calor - sensação de pouco calor (percepção = +1);
- Desconforto para o calor - sensação de médio calor (percepção = +2);
- Desconforto para o calor - sensação de muito calor (percepção = +3).

Conforme a ISO 7730 (1994), as pessoas que escolheram as respostas de muito calor e calor médio foram consideradas termicamente insatisfeitas, ou seja, com desconforto para o calor. Aqueles que votaram nas categorias de pouco calor e neutro foram considerados com sensação térmica neutra, ou que não sentiram desconforto para o calor.

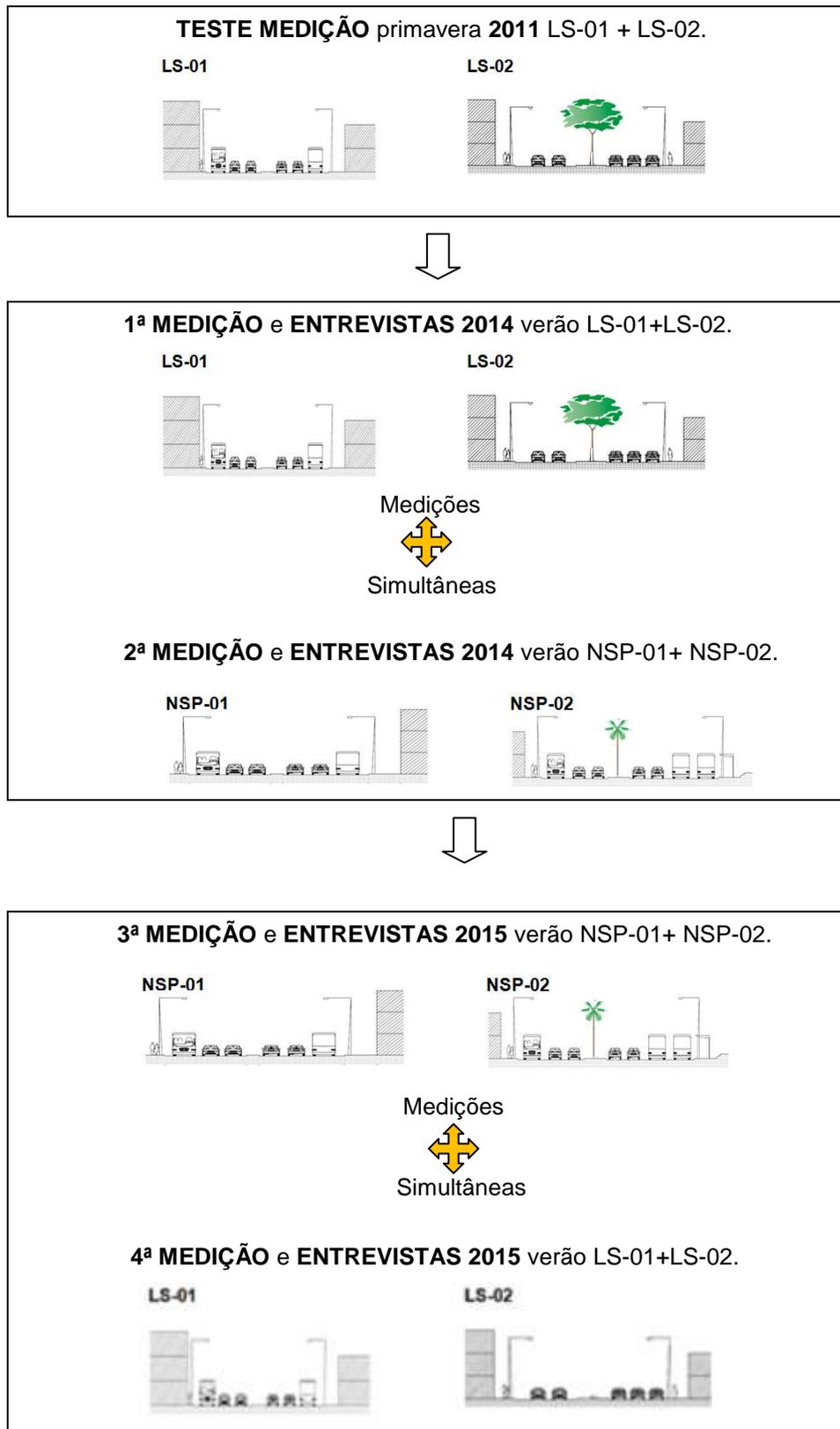
Os resultados obtidos nas entrevistas foram representados em gráficos e tabelas, e confrontados entre si para análise sobre a sensação de térmica dos transeuntes em função da estação do ano e de ambiência com e sem vegetação.

3.4 COLETA DE DADOS

No teste de medição foram coletados dados quantitativos de temperatura e umidade relativa do ar para adequação da metodologia, feita por Ramaldes, Dias e Alvarez (2012), nos pontos LS-01 e LS-02 da Avenida Leitão da Silva, durante a estação da primavera. A partir do referido teste, nesses mesmos pontos ocorreu à primeira medição da pesquisa durante a estação de verão⁹. Foram então realizadas entrevistas concomitantes às medições de temperatura e umidade relativa do ar, conferindo abordagem qualitativa à pesquisa. Na segunda medição foi acrescido novo recorte territorial, adotou-se os pontos NSP-01 e NSP-02 da Avenida Nossa Senhora da Penha ampliando a área de estudo, em razão do ponto NSP-02 apresentar tipologia formal de vegetação diferente da encontrada no ponto LS-02. Realizaram-se entrevistas junto às medições e ocorreu simultânea a primeira medição. No ano seguinte, durante o verão, ocorreu a terceira medição e entrevista nos pontos NSP-01 e NSP-02. A quarta medição e entrevista, concomitante a terceira, foram realizadas nos pontos LS-01 e LS-02 da Avenida Leitão da Silva. O levantamento de dados consistiu na realização do teste de medição de temperatura e umidade relativa do ar, de quatro conjuntos de medições e entrevistas (Figura 32).

⁹ No verão de 2014 e 2015 o Brasil, na região sudeste, encontrava-se sob o regime de horário de verão.

Figura 32: Sequência de coleta de dados nos trechos LS-01, LS-02 e NSP-01, NSP-02



Fonte: autora, 2015

Os dados dos parâmetros medidos foram representados por meio de gráficos e tabelas, indicando as variações de temperatura e umidade relativa do ar. Os resultados obtidos foram confrontados entre si e com as informações das entrevistas e, ainda, analisados em função da estação do ano e de ambiência, com e sem vegetação. Também foram comparados com os dados da estação do INMET–Vitória, no período de 09h00 até 17h00 em cada dia de medição.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo é apresentada a síntese dos dados coletados a partir das medições e entrevistas por meio de gráficos e tabelas. Também é feita a discussão dos resultados obtidos.

4.1 TESTE DE MEDIÇÃO

Os resultados da medição teste foram publicados em Ramaldes, Dias e Alvarez (2012), e englobaram os parâmetros de temperatura e umidade relativa do ar. As medições ocorreram no dia 01 de outubro de 2011, no período de 09h00 até 17h00, durante oito horas ininterruptas e simultaneamente nos pontos LS-01 e LS-02 da Avenida Leitão da Silva. Observa-se que a principal característica dos locais adotados para as medições foi o fato de possuírem ambiências opostas em relação à cobertura vegetal, isto é, com e sem vegetação na mesma via arterial metropolitana.

4.1.1 Temperatura do ar nos pontos LS-01 e LS-02

Ramaldes, Dias e Alvarez (2012), verificaram no ponto LS-01 da via, sem vegetação e exposto à radiação solar direta, o registro da maior temperatura do ar em relação a todas as medições horárias, atingindo o pico de 33°C. Também relataram que esse valor ultrapassou em 3°C positivos, quando confrontada com a temperatura máxima do ar, aferida pela estação INMET-Vitória. Já na comparação entre pontos, constataram que o ponto LS-01 registrou a maior amplitude de temperatura ultrapassando em 4°C positivos a temperatura máxima de 29°C registrada no ponto LS-02.

Os autores anteriormente citados averiguaram que dos valores mais brandos de temperatura do ar, o menor foi registrado no valor de 22°C pela estação INMET-Vitória, seguido pelo ponto LS-02 que registrou 25°C, e pelo ponto LS-01 que registrou 26°C. Portanto, os valores registrados entre os dois pontos de medição diferiu em apenas 1°C para a menor temperatura do ar conforme apresenta a Tabela 1.

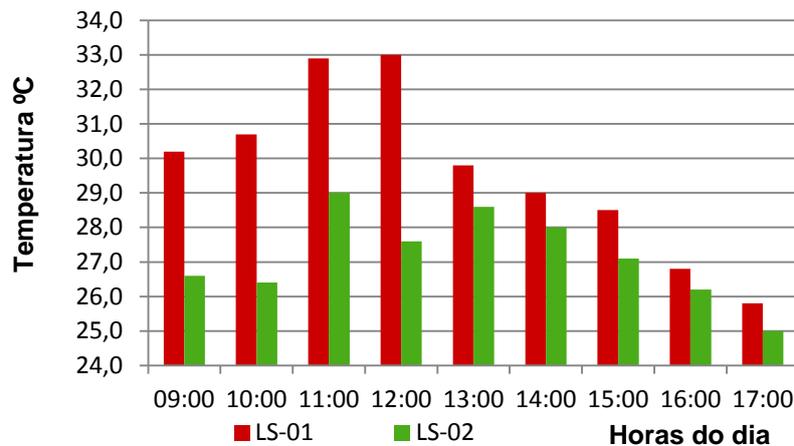
Tabela 1: Temperaturas extremas nos pontos LS-01, LS-02 e Estação INMET-Vitória, ES

Temperatura do ar (°C)	Mínima	Máxima
Ponto LS-01	26 °C	33 °C
Ponto LS-02	25 °C	29 °C
Estação INMET-Vitória	22 °C	30 °C

Fonte: Adaptado de Ramaldes; Dias; Alvarez, 2012 e INMET, 2011

Os autores ainda narraram que o ponto LS-01 registrou os dois maiores valores temperaturas de 32,9°C e 33°C, respectivamente nos horários de 11h00 e 12h00. No ponto LS-02 a temperatura máxima foi de 29°C às 11h00, e o segundo valor mais alto ocorreu às 13h00 com o registro de 28,6°C. Verificaram que no ponto LS-02 nesses horários de temperaturas mais expressivas ocorreu incidência de sol filtrado pela sombra da árvore no abrigo com termômetro. A partir das 13h00 até o final do dia, a temperatura diminuiu nos dois pontos, mas o ponto LS-02 manteve sempre os menores valores de temperatura (Gráfico 1).

Gráfico 1: Temperaturas horárias nos pontos LS-01 e LS-02



Fonte: Adaptado de Ramaldes; Dias; Alvarez, 2012

Os resultados demonstraram uma variação significativa, nos valores de temperatura do ar, na comparação entre os pontos medidos. O fato de todos os horários no ponto LS-02 registrarem temperaturas menores que o ponto LS-01, revelou que devido ao sombreamento das árvores os valores de temperatura foram atenuados.

4.1.2 Umidade relativa do ar nos pontos LS-01 e LS-02

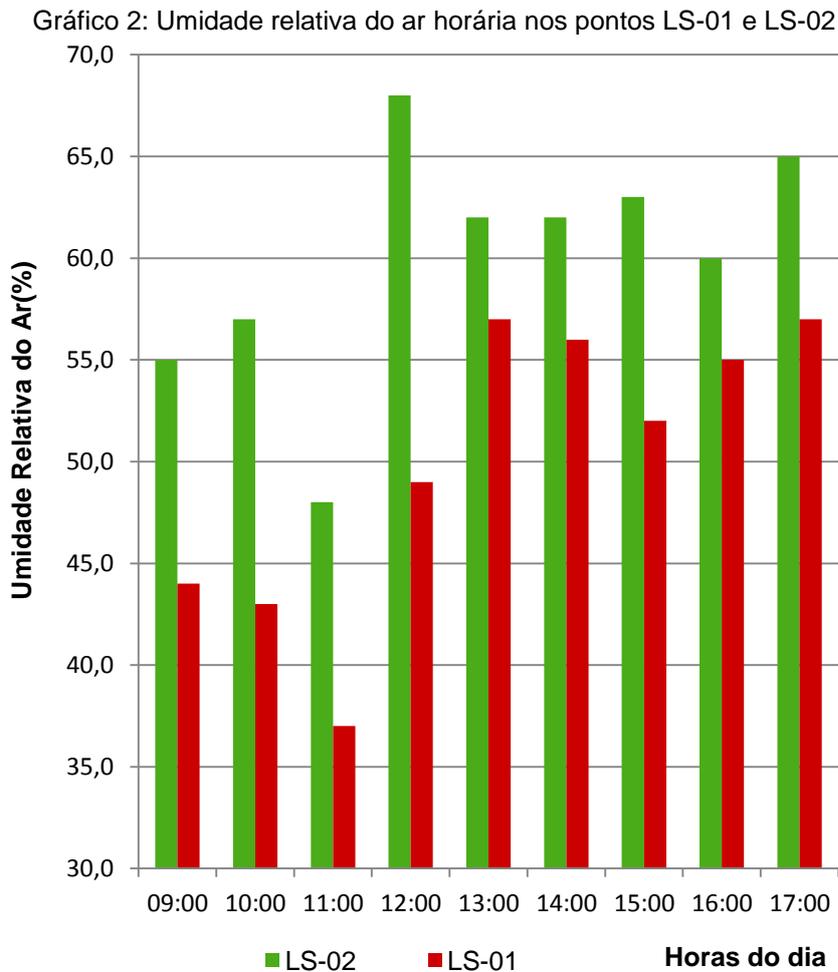
Em relação à umidade relativa do ar, nesses pontos da via, Ramaldes, Dias e Alvarez (2012) constataram uma variação constante de 20% entre o valor mínimo e máximo de umidade relativa do ar, durante as 08 horas de medição. Entretanto, a umidade mínima do ponto LS-01 registrou 37% e tornou-se 11% menor do que o ponto LS-02, que atingiu 48% de umidade. Ao comparar os valores máximos de umidade relativa do ar, verificou-se que o ponto LS-01 apresentou o valor de umidade de 57%, e manteve a diferença de umidade 11% menor que o ponto LS-02 (Tabela 2).

Tabela 2: Umidade relativa do ar nos pontos LS-01, LS-02 e Estação INMET-Vitória, ES

Umidade relativa do Ar (%)	Mínima	Máxima
Ponto 01	37%	57%
Ponto 02	48%	68%
Estação INMET-Vitória	58%	-

Fonte: Adaptado de Ramaldes; Dias; Alvarez, 2012 e INMET, 2011

Os registros máximos da umidade relativa do ar obtidos no ponto LS-02 atingiu 68%, no horário de 12h00, e no ponto LS-01 teve o ápice com 57% registrado no horário de 13h00. (Gráfico 2).



Fonte: Adaptado de Ramaldes; Dias; Alvarez, 2012

4.1 PRIMEIRA MEDIÇÃO

Partindo do pressuposto da interferência da vegetação no conforto térmico dos transeuntes, mostradas no teste de medição realizada na primavera por Ramaldes, Dias e Alvarez (2012), realizou-se a primeira medição no dia 04 de fevereiro de 2014, portanto, na estação de verão, e dois anos após o teste de medição. A partir desse momento, agregaram-se à pesquisa, além das medições dos parâmetros de temperatura e umidade relativa do ar, as entrevistas aos transeuntes baseada na escala numérica do “Voto Médio Predito” de acordo com Fanger (1982) e nas respostas obtidas de votos com o modelo preditivo de sensação térmica.

As medições foram realizadas nos mesmos trechos definidos na Avenida Leitão da Silva, nos pontos LS-01 e LS-02. O trecho da medição apresentou-se alterado no ponto LS-02, visto que o estrato vegetal herbáceo de gramíneas que forrava o solo abaixo das árvores no canteiro central tornou-se área de solo aparente. Essa situação, possivelmente, foi causada pelo pisoteio dos transeuntes sobre o gramado e pelo maior sombreamento ocasionado pelo crescimento das copas das castanheiras (Figura 33), comparativamente à condição apresentada em 2011.

Figura 33: As castanheiras apresentaram crescimento das copas em relação à situação de 2011, e o solo sem estrato vegetal herbáceo de grama



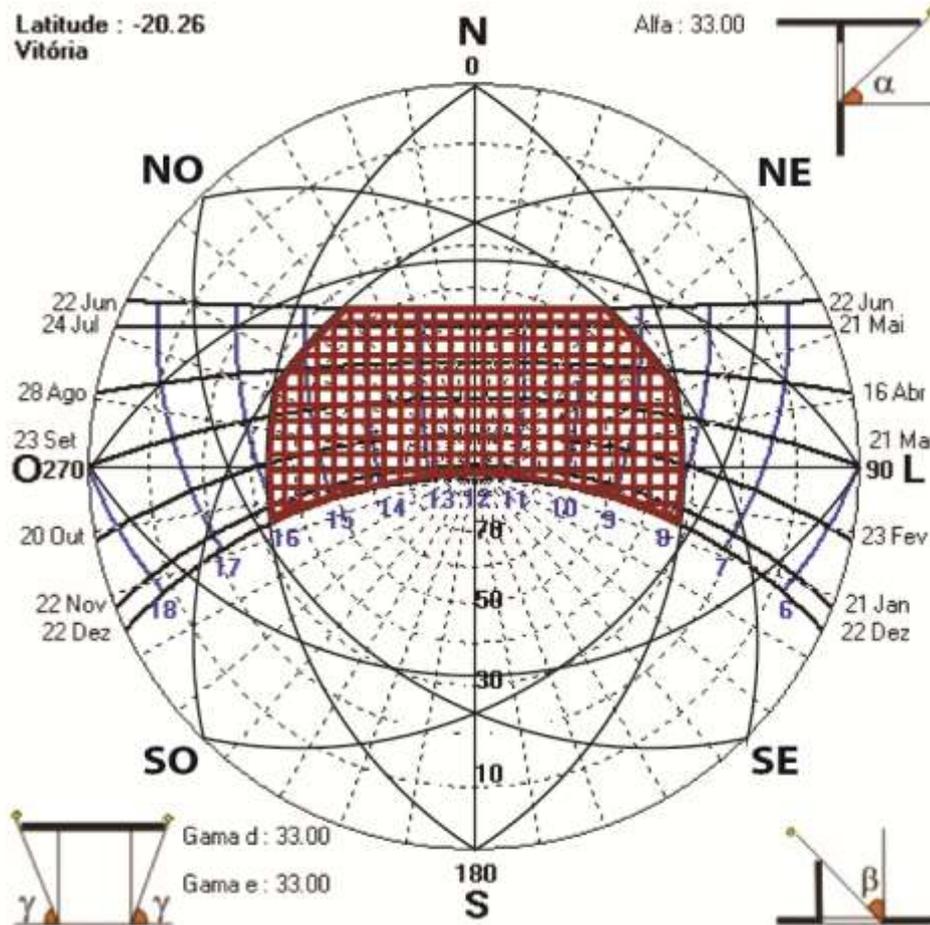
Fonte: Google, 2014

De acordo com Flores; Lorenzi e Souza (2013), o crescimento dos caules da vegetação com tipologia formal de árvore possibilita que o tronco principal se ramifique atingindo calibres de pequenas espessuras até a extremidade da copa. O desenvolvimento das copas pode ocorrer com maior velocidade dependendo da espécie. No caso das castanheiras a dimensão da copa apresentou um crescimento significativo em relação ao período da medição teste, ou seja, as árvores apresentaram copas maiores com diâmetro de aproximadamente 8m e o fuste 2,60m conformaram sombra mais densa comparada ao período do teste.

A Figura 34 representa o mascaramento produzido pela árvore no diagrama solar para cidade de Vitória, ES (BITTENCOURT, 2004). Na representação da hachura, observou-se a ocorrência de sombreamento da castanheira ao longo dos meses, dias e horários conforme o deslocamento do sol em relação aos pontos cardiais Norte (N), Sul, Leste (L), Oeste (O), e os pontos colaterais Nordeste (NE), Noroeste (NO), Sudeste (SE) e Sudoeste (SO). O sombreamento da castanheira ocorre nos meses de: janeiro e novembro de 08h00 as 16h00; fevereiro e outubro de 08h10 as 15h50; março e setembro de 08h20 as 15h40; abril e agosto de 08h40 as 15h20;

maio e julho de 09h10 as 14h50; junho de 09h40 as 14h20; dezembro 07h50 as 16h10.

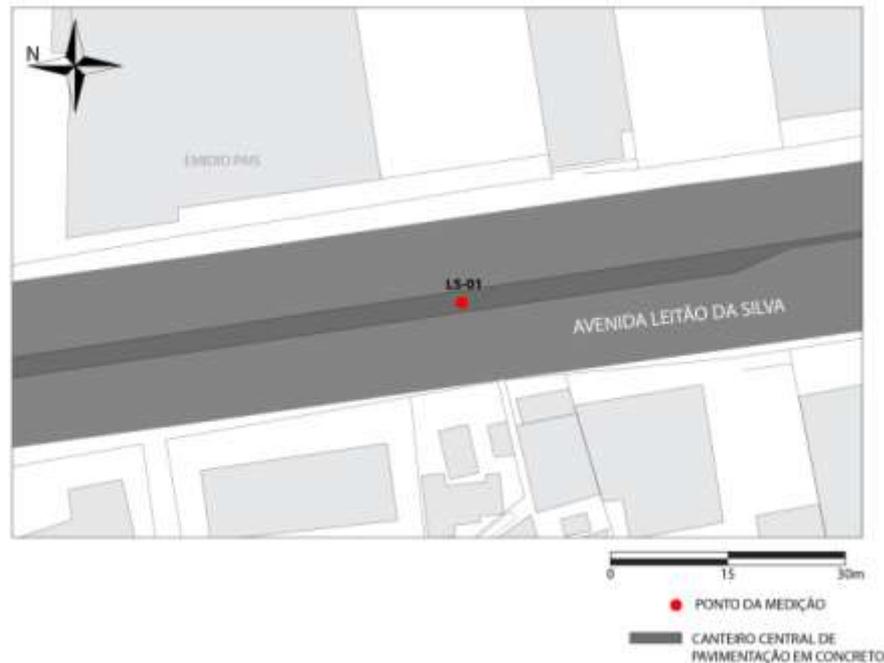
Figura 34: Representação do mascaramento produzido pela castanheira



Fonte: elaborado com o uso do *software* Introdução às Cartas Solares (2004).

O ponto LS-01 não apresenta vegetação e nem passou por obras físicas permanecendo inalterado em relação à medição anterior (Figura 35). O entorno desses pontos de medições LS-01 e LS-02 em relação aos elementos construídos continuaram circundados pelas mesmas edificações de gabarito variável, com uso residencial e comercial. As vias, o canteiro central e as calçadas laterais também se apresentaram inalteradas, com a mesma configuração e dimensões encontradas na medição anterior.

Figura 35: O ponto LS-01 e o entorno permaneceram inalterados quando comparados com as medições teste de 2011.



Fonte: Adaptado da base digital PMV, 2007

4.1.1 Temperatura do ar nos pontos LS-01 e LS-02

No início da manhã, a estação INMET-Vitória registrou a menor temperatura em relação a todos os pontos de medição, marcando às 09h00 a temperatura de 22,4°C. No mesmo horário, o ponto LS-01 marcou 32,3°C e o ponto LS-02 apresentou 29,9°C, registrando uma variação significativa de temperatura, bem menor que no ponto LS-01 (Tabela 3). As condições de ambiência no ponto LS-02 eram mais favoráveis em decorrência da existência de árvores, observando-se que o sombreamento reduziu o ganho de calor e gerou temperaturas atenuadas, possibilitando que o ar esquentasse menos nesse intervalo de tempo, proporcionando uma situação de conforto em relação ao LS-01.

Tabela 3: Temperatura mínima na estação INMET-Vitória e nos pontos LS-01 e LS-02

Local de medição	Temperatura °C - 09h00	Diferença da Temperatura °C mínima em relação INMET-Vitória
Estação INMET- Vitória	22,4°C	
Ponto LS-01	32,3°C	+9,9°C
Ponto LS-02	29,9°C	+7,5°C

Fonte: autora e adaptado INMET, 2014

O ponto LS-01 atingiu o valor de temperatura máximo no horário de 12h00, com 34,7°C, ficando 4,3°C superior às temperaturas máximas registradas nesse horário no ponto LS-02 e na estação INMET-Vitória. Verificou-se que a temperatura de 30,3°C registrado no ponto LS-02 no referido horário igualou-se à máxima apresentada na estação INMET-Vitória (Tabela 4).

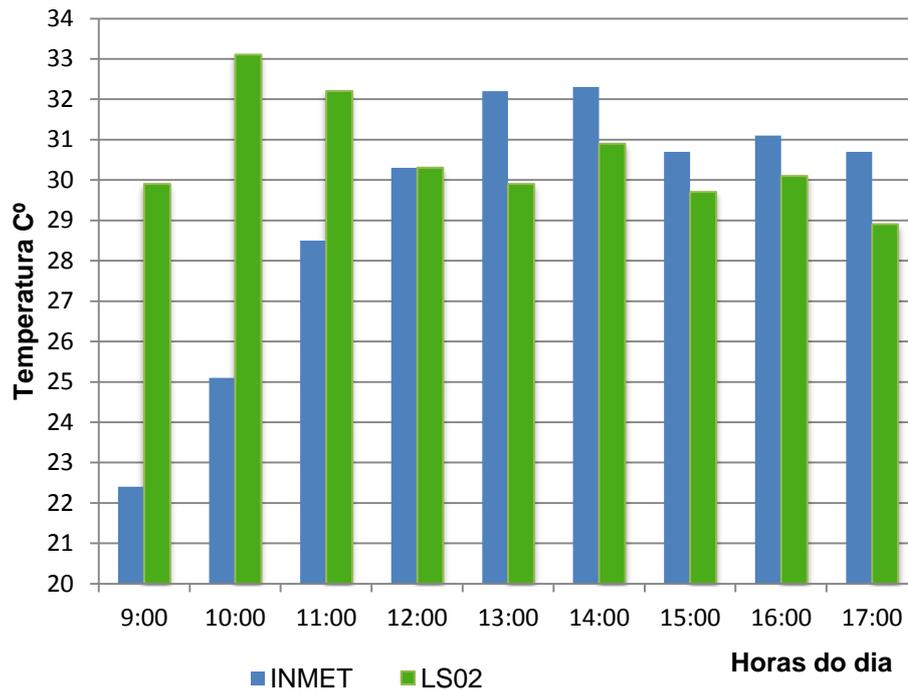
Tabela 4: Temperatura máxima na estação INMET-Vitória confrontadas com LS-01 e LS-02

Local de medição	Temperatura °C - 12h00	Diferença de Temperatura °C relacionada à máxima INMET-Vitória
Estação INMET- Vitória	30,3°C	
Ponto LS-01	34,7°C	+4,3°C
Ponto LS-02	30,3°C	0,0°C

Fonte: autora e adaptado INMET, 2014

As temperaturas mais brandas foram registradas no ponto LS-02 a partir de 12h00 e apresentaram-se todas inferiores à máxima de 30,3°C, informada pela estação INMET-Vitória (Gráfico 3). Nesse ponto, no período da tarde, foi registrado o menor valor de temperatura com 28,9°C às 17h00. Esse valor obtido no ponto LS-02, apresentou-se menor em 5,6°C comparado à temperatura registrada no ponto LS-01. Considerando que esse horário coincidiu com o momento do fim do expediente de muitos trabalhadores, o transeunte encontrou nesse trecho da via a temperatura atenuada com ambiência mais favorável para realização do percurso.

Gráfico 3: Temperaturas horárias na estação INMET–Vitória e no ponto LS-02

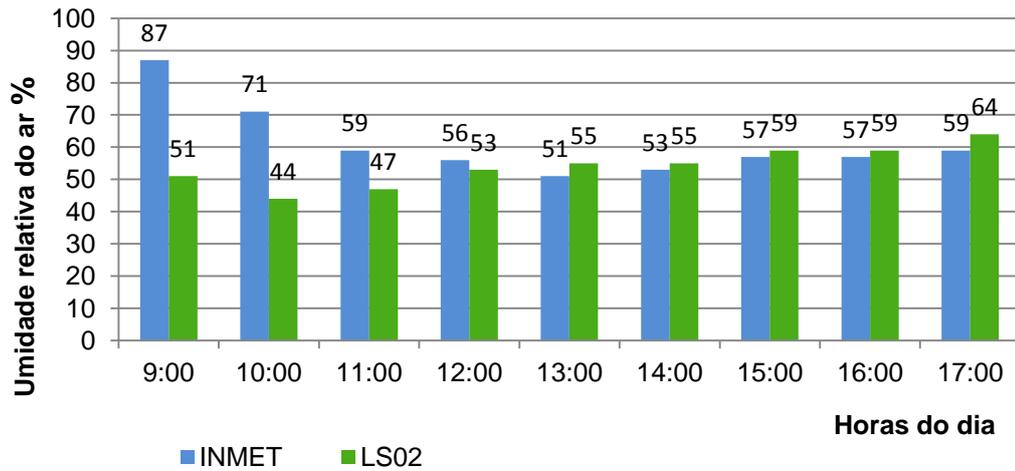


Fonte: autora, 2014

4.1.2 Umidade relativa do ar nos pontos LS-01 e LS-02

A estação INMET–Vitória registrou no horário de 9h00 até as 12h00 altos índices de umidade relativa do ar, que ultrapassaram todos os valores registrados nos pontos LS-01 e LS-02. Ressalta-se que os índices da referida estação sofreram declínio entre eles, registrando nas primeiras horas respectivamente: 87%, 71% e 59% e às 12h00 apresentou o último valor elevado de 56% de umidade. Foi verificado que a partir das 13h00 os valores obtidos pela INMET–Vitória decresceram ficando todos inferiores aos registrados no ponto LS-02 (Gráfico 4).

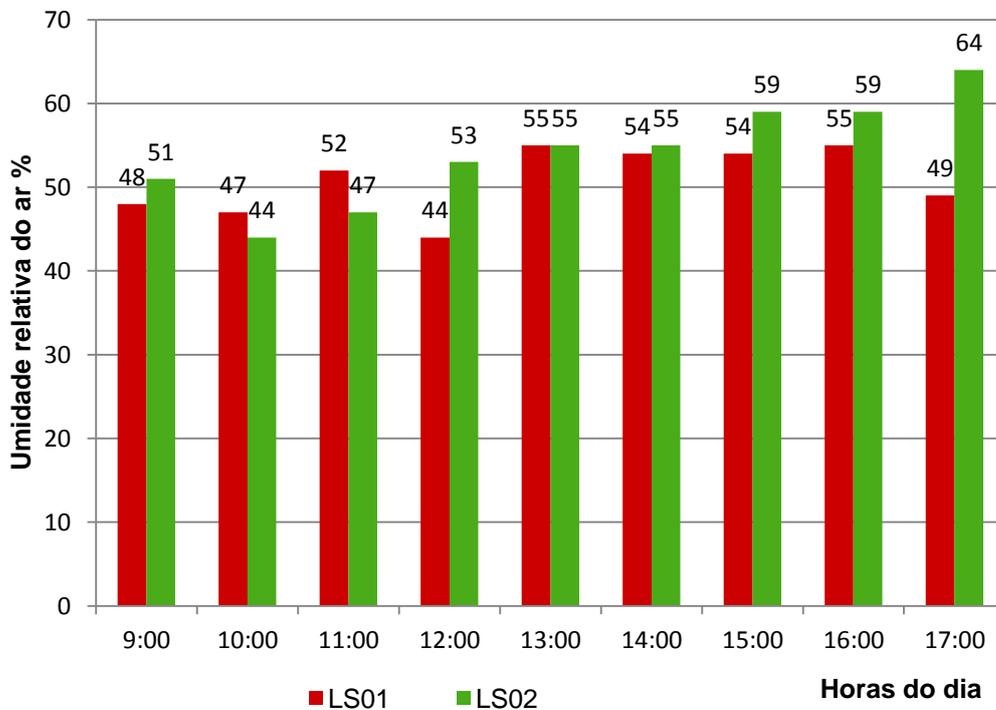
Gráfico 4: Umidade relativa do ar horárias na estação INMET-Vitória e no ponto LS-02



Fonte: autora e adaptado INMET, 2014

Na comparação dos valores de umidade relativa do ar entre os pontos, verificou-se que após as 12h00 os valores registrados foram maiores no ponto LS-02, exceto as 13h00 (Gráfico 5).

Gráfico 5: Umidade relativa do ar horárias nos pontos LS-01 e LS-02



Fonte: autora, 2014

4.1.3 Entrevistas nos pontos LS-01 e LS-02

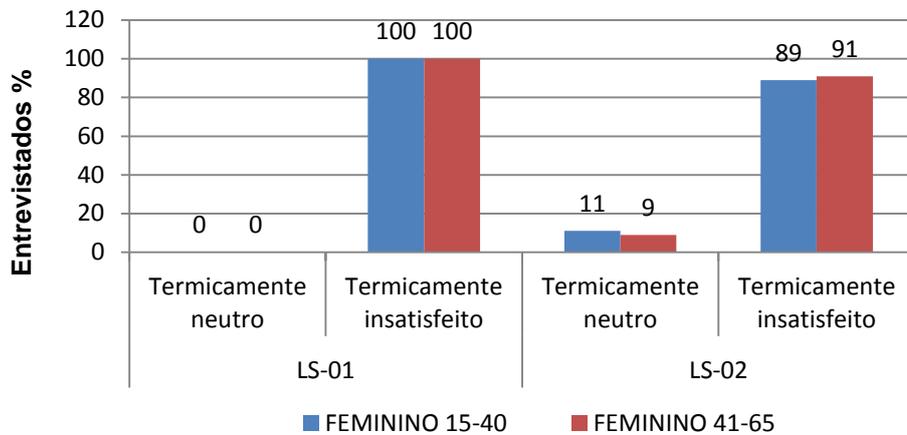
Foram realizadas entrevistas sobre sensação de conforto térmico baseadas na escala numérica de “Voto Médio Predito” (FANGER, 1982) e nas respostas obtidas de votos declarados, em cada ponto de estudo, simultaneamente às medições de temperatura e umidade relativa do ar.

No ponto LS-01 quando indagados sobre o desconforto para o calor, com a sensação de muito calor (percepção = +3) e de médio calor (percepção = +2) 100% das respondentes do gênero feminino, em todas as faixas etárias, enquadraram-se nessa categoria. O local estava quente, sendo que os resultados das medições registraram altas temperaturas nesse ponto LS-01, e a pesquisa qualitativa das entrevistas de sensação térmica confirmaram que a maioria dos usuários se sentiu desconfortável.

Constatou-se, no ponto LS-02, que na faixa etária de 15 a 40 anos, e na faixa etária de 41 a 65 anos, 11% e 9%, respectivamente, votaram nas categorias de pouco calor (percepção = +1) e neutro (voto de percepção neutro = 0). As respondentes, do gênero feminino, consideraram-se com sensação térmica neutra e sem desconforto para o calor.

Esse ponto LS-02 foi o único a apresentar respondentes, do gênero feminino, com sensação de conforto térmico, independente da faixa etária. Tal fato, possivelmente, relaciona-se a presença das castanheiras, árvores frondosas de folhas grandes e brilhosas, sombreando esse trecho de medição (Gráfico 6).

Gráfico 6: Entrevistas sensação térmica respondida por mulheres pontos LS-01 e LS-02

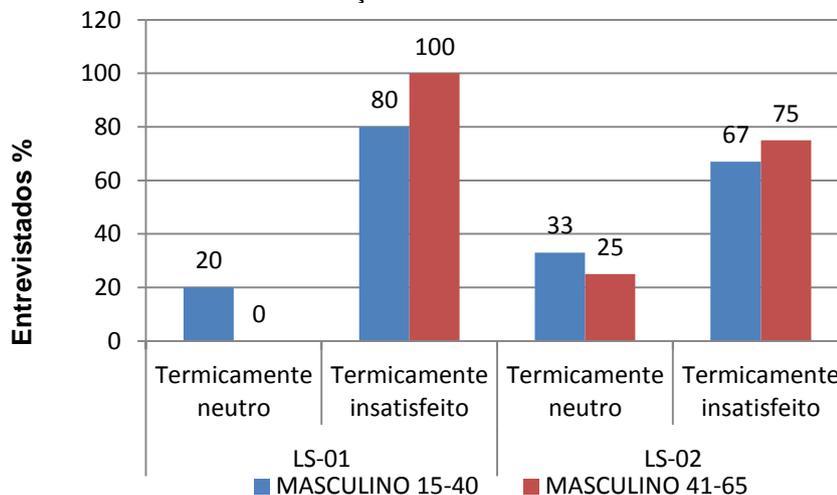


Fonte: autora, 2014

Quando entrevistado o gênero masculino no ponto LS-01, 80% dos respondentes na faixa etária de 15 a 40 anos e 100% na faixa etária de 41 a 65 anos, responderam na categoria de desconforto para o calor. No ponto LS-02, verificou-se que na faixa etária de 15 a 40 anos, e na faixa etária de 41 a 65 anos, 33% e 25%, respectivamente, responderam nas categorias de pouco calor e neutro, sendo considerados com sensação térmica neutra.

O registro do valor expressivo de 58% na categoria de conforto térmico no ponto LS-02 comparados com 20% no ponto LS-01, provavelmente relaciona-se a presença das castanheiras frondosas sombreando as áreas de circulação desse trecho de medição (Gráfico 7).

Gráfico 7: Entrevistas de sensação de térmica realizada com homens em LS-01 e LS-02

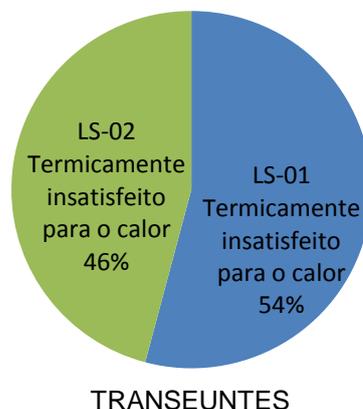


Fonte: autora, 2014

Observou-se nesses resultados que, independente do gênero, ocorreu o predomínio nos dois pontos de transeuntes termicamente insatisfeitos, portanto, com sensação de desconforto para o calor. Esses resultados eram esperados para estação do verão, entretanto não era possível prever as proporções que se revelaram por meio das respostas dessas entrevistas.

Os respondentes desta pesquisa confirmaram os dados obtidos por meio das medições no ponto LS-02, momento que os transeuntes totalizaram as respostas de 46% de desconforto para o calor, registrando menor percentual com o grau máximo de desconforto térmico comparados com LS-01. Os entrevistados que circularam a pé e até mesmo conduzindo veículos motorizados durante as medições e entrevistas, espontaneamente expressaram o desejo que outras partes da cidade apresentassem sombreamento com árvores, como nesse trecho conforme demonstra o Gráfico 8.

Gráfico 8: Entrevistas de sensação de térmica com transeuntes no LS-01 e LS-02

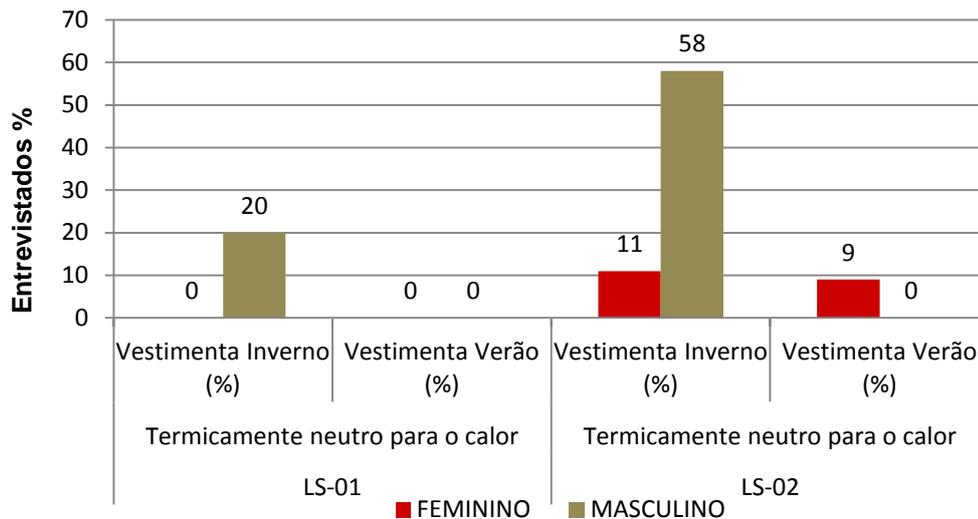


Fonte: autora, 2014

Na análise de vestimenta no ponto LS-02, verificou-se que tanto no padrão de vestimenta de inverno, como no de verão, esse foi o único ponto que registrou conforto térmico para apenas 20% do gênero feminino. Para o gênero masculino, os que utilizavam vestimenta de verão, não se enquadraram nessa categoria de

conforto térmico. Dessa maneira totalizaram 58% com vestimenta de inverno, que se sentiram termicamente neutros, enquanto que no ponto LS-01 foram registrados apenas 20% com conforto térmico, e todos com vestimenta de inverno (Gráfico 9).

Gráfico 9: Entrevistas de sensação de térmica relacionada à vestimenta em LS-01 e LS-02



Fonte: autora, 2014

A vestimenta de inverno ou verão relaciona-se com trajes ligados ao clima da cidade, considerando que esses trechos pesquisados se encontram em áreas de deslocamento para o trabalho ou mesmo de retorno para moradia. Observa-se que esses dados não trouxeram grande significado para a pesquisa, e, portanto, não foram avaliados em relação aos resultados finais.

4.2 SEGUNDA MEDIÇÃO

Para a segunda medição e entrevistas, foi estabelecida a ampliação da área de estudo. Foi acrescido novo recorte territorial incluindo trechos da Avenida Nossa Senhora da Penha, nos pontos NSP-01 e NSP-02, com diferentes tipologias formais de vegetação de grande porte e herbácea, objetivando avaliar a influência dessa forma de característica morfológica da vegetação no conforto térmico do transeunte.

Essa segunda medição foi realizada simultaneamente a primeira medição ocorrida no dia 04 de fevereiro de 2014 na Avenida Leitão da Silva. Assim como na primeira medição, também esses novos pontos apresentam ambiências opostas. Na localização do ponto NSP-01 o canteiro central apresenta o pavimento em concreto armado (Figura 36).

Figura 36: NSP-01 com canteiro pavimentado em concreto



Fonte: autora, 2014

O ponto NSP-02 possui estrato vegetal herbáceo de gramíneas forrando o solo, e vegetação da tipologia formal de palmeira caule único de grande porte (Figura 37).

Figura 37: NSP-02 com canteiro com palmeira Jerivá de caule único e grama esmeralda



Fonte: autora, 2014

4.2.1 Temperatura do ar nos pontos NSP-01 e NSP-02

Na Avenida Nossa Senhora da Penha, a temperatura mínima registrada, em relação a todos os horários de medição do dia, no ponto NSP-01 foi de 32,3°C, e no ponto NSP-02, 30,6°C, apresentando temperatura atenuada em 1,7°C. O registro de menor temperatura, nesse dia, foi de 28,5°C na estação INMET– Vitória. No horário de 12h00 a temperatura registrada nesses dois pontos ultrapassou o valor máximo de 30,3°C registrado pela estação INMET– Vitória. No ponto NSP-01 foi registrado 35,1°C e no ponto NSP-02, 33,8°C, ultrapassando 4,8°C e 3,4 °C, respectivamente, em relação à estação INMET-Vitória (Tabela 5).

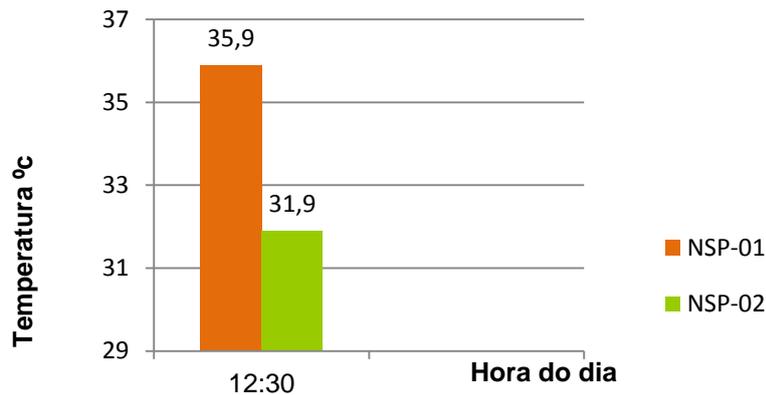
Tabela 5: Registro termal máximo na estação INMET-Vitória, e em NSP-01, NSP-02 as 12h00

Local de medição	Temperatura (°C) 12h00	Diferença Máxima INMET– Vitória
Estação INMET– Vitória	30,3°C	-
Ponto NSP-01	35,1°C	+4,8°C
Ponto NSP-02	33,8°C	+3,4°C

Fonte: autora e adaptado INMET, 2014

Na estação INMET– Vitória os registros de temperaturas ocorrem automaticamente em horários inteiros. Nas medições realizadas os registros de temperatura foram coletados por aferição manual permitindo anotações fora dos horários inteiros. Dessa maneira, foi possível registrar que no ponto NSP-01 a temperatura máxima atingiu 35,9°C, no horário de 12h30, sendo o maior valor de temperatura entre pontos, ultrapassando 4,0°C em relação à temperatura no ponto NSP-02 (Gráfico 10).

Gráfico 10: Temperaturas nos pontos NSP-01 e NSP-02 no horário 12h30



Fonte: autora, 2014

4.2.2 Umidade relativa do ar nos pontos NSP-01 e NSP-02

No horário de 12h00, foram registradas altas temperaturas nos pontos nesse dia, a menor umidade relativa do ar registrada no ponto NSP-01 foi de 45%, e no ponto NSP-02 atingiu 46%, sendo esses valores inferiores ao valor mínimo registrado pela estação INMET–Vitória, visto que se apresentaram 9% e 8% inferiores respectivamente, nos pontos NSP-01 e NSP-02 (Tabela 6).

Tabela 6: Umidade relativa do ar mínima na INMET–Vitória, NSP-01 e NSP-02 as 12h00

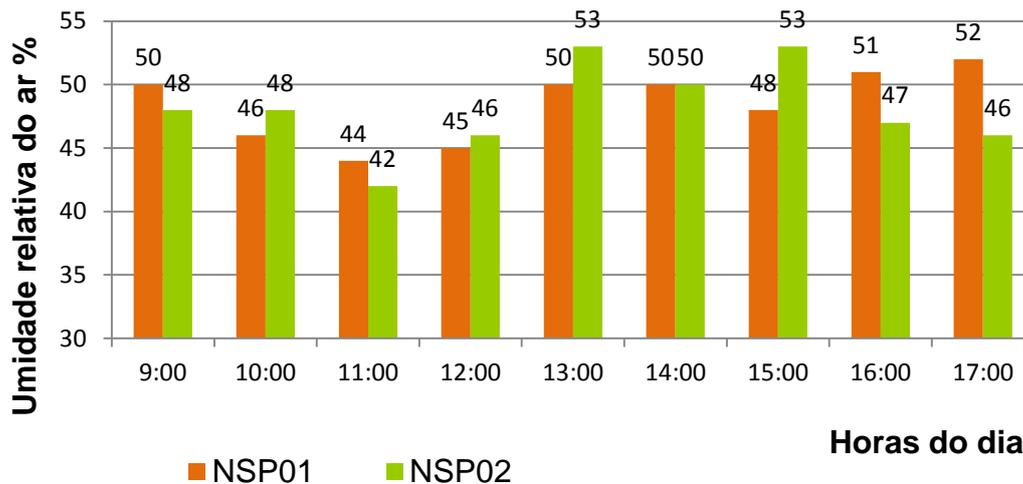
Local de medição	Umidade Relativa Ar (%) 12h00	Diferença relacionada Mínima INMET–Vitória
Estação INMET– Vitória	54 %	-
Ponto NSP-01	45 %	9%
Ponto NSP-02	46 %	8%

Fonte: autora e adaptado INMET, 2014

Verifica-se que até 14h00 os valores de umidade relativa do ar mantiveram pequenas variações de 1% a 3%, alternando registros maiores e menores entre os pontos NSP-01 e NSP-02. Contudo, a partir das 15h00 as variações foram mais expressivas registrando diferenças na umidade relativa do ar de 5%, 4% e 6%, sucessivamente, entre os pontos. No final da tarde, o ponto NSP-01, nos horários de

16h00 e 17h00 apresentaram umidade relativa do ar, respectivamente de 51% e 52%. Tal fato, conjugado com valores de 34,4°C e 34,1°C nos mesmos horários nessa via possibilitou a existência de microclima desfavorável para o deslocamento do transeunte (Gráfico 11).

Gráfico 11: Umidade relativa do ar horárias nos pontos NSP-01 e NSP-02



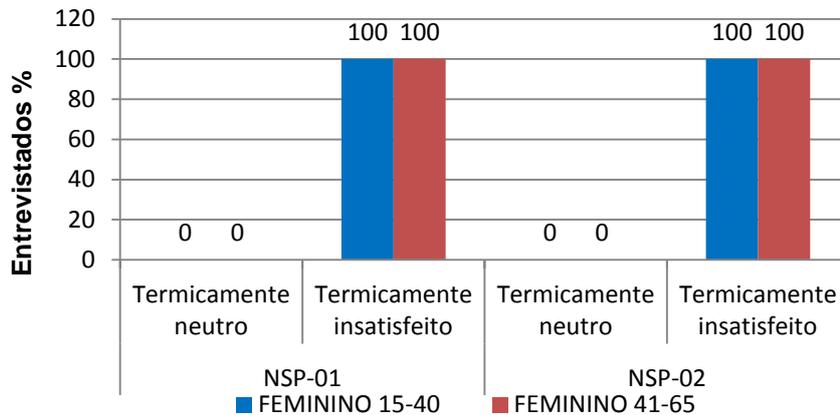
Fonte: autora, 2014

4.2.3 Entrevistas nos pontos NSP-01 e NSP-02

Nesses pontos, concomitante as medições de dados de temperatura e umidade relativa do ar, foram aplicadas entrevistas nos pontos de estudo. Seguindo a metodologia adotada na pesquisa, a entrevista sobre sensação de conforto térmico baseou-se na escala numérica de “Voto Médio Predito” (FANGER, 1982) e nas respostas obtidas de votos declarados.

As entrevistadas femininas nos pontos NSP-01 e NSP-02, em todas as faixas etárias declararam sensação de muito calor (percepção = +3), ou seja, termicamente insatisfeitas nesse ambiente (Gráfico 12).

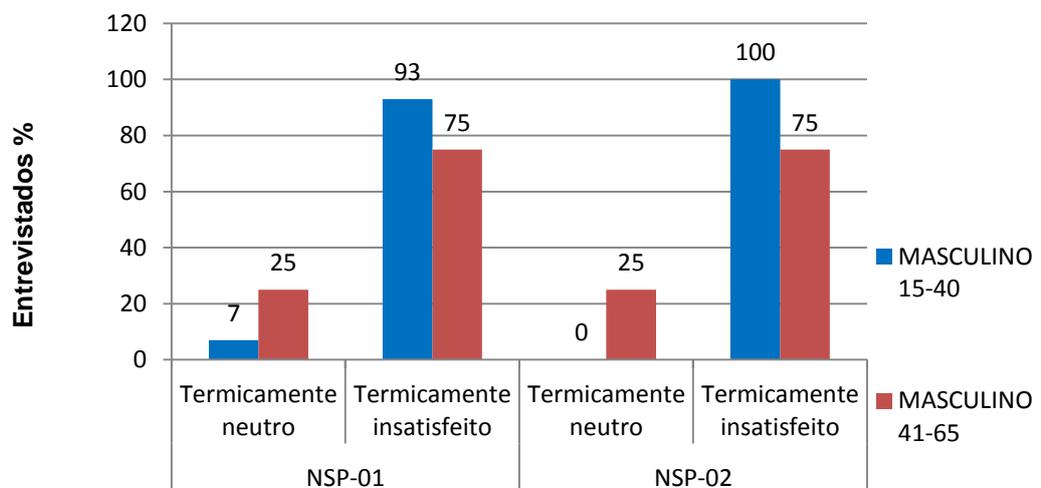
Gráfico 12: Entrevistas de sensação de térmica do gênero feminino em NSP-01 e NSP-02



Fonte: autora, 2014

No gênero masculino, para o ponto NSP-01, 93% respondentes na faixa etária de 15 a 40 anos, e 75% da faixa etária de 41 a 65 anos, declararam desconforto para o calor. No ponto NSP-02 verificou-se que na faixa etária de 15 a 40 anos, e na faixa etária de 41 a 65 anos, 100% e 75%, respectivamente, classificaram-se nas categorias de muito calor, sendo considerados com sensação térmica de desconforto para o calor. Na faixa etária de 41 a 65 anos, desse gênero, 25% dos respondentes declararam-se termicamente neutro (Gráfico 13).

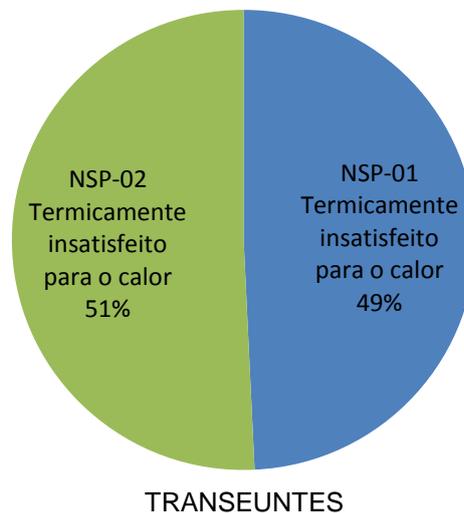
Gráfico 13: Entrevistas de sensação de térmica do gênero masculino em NSP-01 e NSP-02



Fonte: autora, 2014

Verificou-se nesses resultados que, independente do gênero, ocorreu o predomínio nos dois pontos de transeuntes termicamente insatisfeitos, portanto, com sensação de desconforto para o calor. Esses resultados revelaram a proporção de transeuntes termicamente insatisfeitos, muito próximas entre os dois pontos avaliados, de 49% no ponto NSP-01 e 51% no NSP-02 (Gráfico 14). Ainda mostrou que apesar de existir no canteiro central, áreas com palmeira de único caule e gramado, o impacto dessas tipologias formais não se mostrou significativa na produção de ambiência termicamente branda por um período longo de horas do dia.

Gráfico 14: Entrevistas de sensação de térmica com transeuntes em NSP-01 e NSP-02



Fonte: autora, 2014

4.3 TERCEIRA MEDIÇÃO

A terceira medição nos pontos NSP-01 e NSP-02 da Avenida Nossa Senhora da Penha foi realizada no dia 20 de fevereiro de 2015, simultaneamente com a quarta medição na Av. Leitão da Silva. Esses pontos, conforme o recorte adotado e a metodologia proposta, apresentaram ambiências opostas. O ponto NSP-01 caracterizou-se pela ambiência a pleno sol, com elemento construído de piso em concreto armado no canteiro central, ladeado por vias asfaltadas e uso do solo

predominantemente comercial. O entorno e o ponto NSP-01 permaneceu inalterado se comparado à medição anterior (Figura 38).

Figura 38: O ponto NSP-01 à esquerda em 2014 e a direita em 2015 permaneceu inalterado



Fonte: autora, 2015

O trecho do ponto NSP-02, um ano após a segunda medição realizada no dia 04 de fevereiro de 2014, permaneceu com as mesmas características até na vegetação. Apresentou, no horário de sol a pino, ambiência parcialmente sombreada por vegetação de grande porte com tipologia formal de palmeira de único caule. O desenvolvimento ocorrido na palmeira foi praticamente imperceptível. Na vegetação de tipologia formal de palmeira, de acordo com Flores, Lorenzi e Souza (2013) não ocorre ramificação do caule, impossibilitando o controle do tamanho da planta. Tal fato possibilita o desenvolvimento vertical distanciando as folhas a cada ano do local de plantio e projetando a sombra mais distante da área de inserção. Assim, esse local com composição com a palmeira, também o estrato vegetal herbáceo de gramíneas forrava o solo do canteiro central como no ano anterior, e continuou ladeado por vias asfaltadas e circundado por edificações com uso do solo predominantemente comercial de gabarito variável que não sombreavam o ponto de medição (Figura 39).

Figura 39: O ponto NSP-02 à esquerda em 2014 e a direita em 2015 permaneceu inalterado



Fonte: autora e adaptado Google, 2015.

4.3.1 Temperatura do ar nos pontos NSP-01 e NSP-02

Na Avenida Nossa Senhora da Penha, a temperatura mínima registrada no ponto NSP-01 foi de 31,1°C, e no NSP-02 de 30,6°C registrando assim, a diferença de 0,5°C positivo. A temperatura mínima estação INMET– Vitória foi 27,8°C. No horário de 12h00 os valores termais registrados nos dois pontos ultrapassaram o valor de temperatura máxima diária registrada pela estação INMET– Vitória, sendo que no ponto NSP-01 foi de 34,6°C, ultrapassando em 4,1°C, e no ponto NSP-02 foi de 32,7°C, superando em 2,2°C (Tabela 7).

Tabela 7: Temperatura máxima INMET-Vitória, e 12h00 nos pontos NSP-01 e NSP-02

Local de medição	Temperatura (°C)	Diferença relação Máxima INMET– Vitória
Estação INMET– Vitória - ES	30,5°C	-
Ponto NSP-01	34,6°C	+4,1°C
Ponto NSP-02	32,7°C	+2,2°C

Fonte: autora e adaptado INMET, 2015

O ponto NSP-01 atingiu o valor máximo de 36,2°C, no final do dia as 17h00, extrapolando em 2,0°C a temperatura do ponto NSP-02 e superando a estação INMET–Vitória em 4,5°C.

4.3.2 Umidade relativa do ar nos pontos NSP-01 e NSP-02

No horário de 12h00 a umidade relativa do ar registrada nos dois pontos foi inferior ao valor mínimo de 55% registrado pela estação INMET–Vitória, sendo no ponto NSP-01 obtido 39%, ou seja, um valor 16% inferior, e no ponto NSP-02 o valor foi de 52%, 3% inferior ao INMET-Vitória (Tabela 8). Verificou-se que a umidade relativa do ar no horário de 12h00 apresentou diferença de 13% entre os pontos NSP-01 e NSP-02.

Tabela 8: Umidade relativa do ar mínima na INMET– Vitória, e 12h00 em NSP-01 e NSP-02

Local de medição	Umidade Relativa Ar (%)	Diferença relação Mínima INMET– Vitória
Estação INMET– Vitória - ES	55 %	-
Ponto NSP-01	39%	16 %
Ponto NSP-02	52%	3%

Fonte: autora e adaptado INMET, 2015

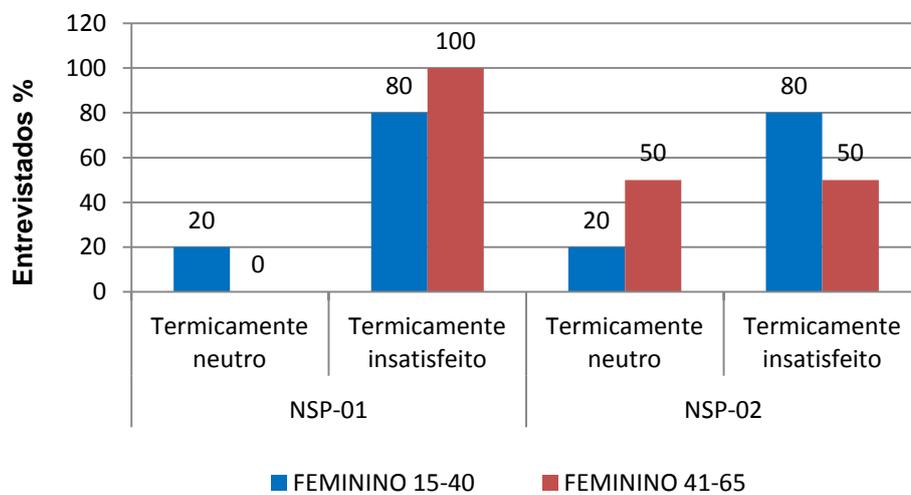
4.3.3 Entrevistas nos pontos NSP-01 e NSP-02

Concomitantemente as medições de dados de temperatura e umidade relativa do ar, foram aplicadas entrevistas nos dois pontos de estudo dessa via.

No ponto NSP-01, para o gênero feminino, 80% das respondentes da faixa etária de 15 a 40 anos, e 100% da faixa etária de 41 a 65 anos, enquadraram-se na categoria de desconforto para o calor. Na faixa etária de 15 a 40 anos somente 20% declararam-se termicamente confortáveis. No ponto NSP-02 verificou-se que, na

faixa etária de 15 a 40 anos, somente 20% declararam-se termicamente confortáveis, enquanto 80% enquadraram-se na categoria de desconforto para o calor. Na faixa etária de 41 a 65 anos, 50% das respondentes classificaram-se nas categorias de muito calor, sendo consideradas com sensação térmica de desconforto para o calor e 50% declararam-se em condição termicamente neutra (Gráfico 15).

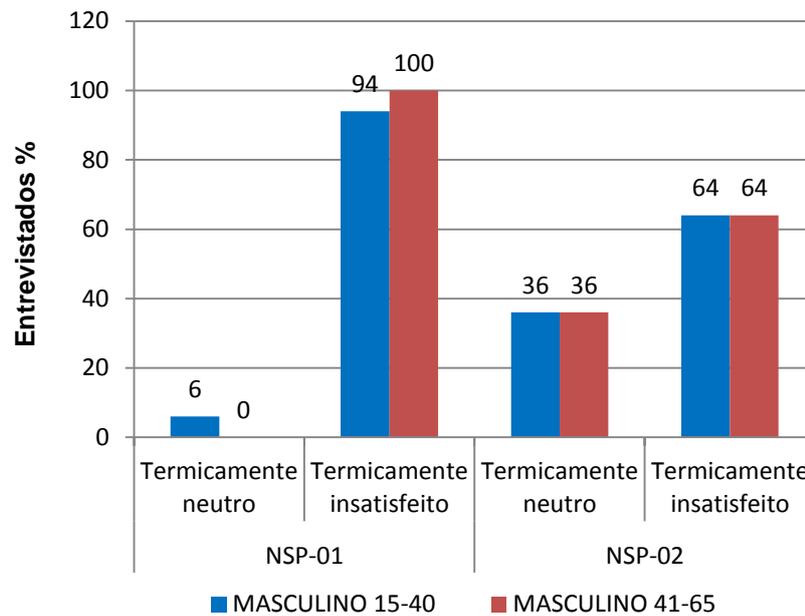
Gráfico 15: Entrevistas de sensação de térmica, gênero feminino em NSP-01 e NSP-02



Fonte: autora, 2015

No ponto NSP-01, para o gênero masculino, 94% dos respondentes da faixa etária de 15 a 40 anos, e 100% da faixa etária de 41 a 65 anos, enquadraram-se na categoria de desconforto para o calor. Na faixa etária de 15 a 40 anos somente 6% declararam-se termicamente confortáveis. No ponto NSP-02 verificou-se que em todas as faixas etárias, 64% dos respondentes classificaram-se nas categorias de muito calor, sendo considerados com sensação térmica de desconforto para o calor e 36% dos respondentes declararam-se termicamente neutro (Gráfico 16).

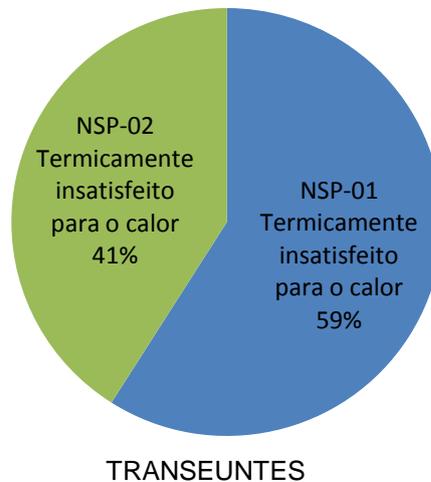
Gráfico 16: Entrevistas de sensação de térmica, gênero masculino em NSP-01 e NSP-02



Fonte: autora, 2015

Observou-se nesses resultados que, independente do gênero, ocorreu o predomínio nos dois pontos de transeuntes termicamente insatisfeitos, portanto, com sensação de desconforto para o calor. Esses resultados revelaram uma proporção diferenciada de transeuntes termicamente insatisfeitos, sendo 59% no ponto NSP-01 e 41% no NSP-02. Entretanto, ocorreu um maior número de respondentes termicamente insatisfeitos no NSP-01 em relação ao NSP-02. Essas respostas podem indicar que a disposição da tipologia formal de palmeira não produz sombreamento, mas aliada a presença das gramíneas, evita a absorção de calor em relação à área pavimentada em concreto, encontrada no ponto NSP-01(Gráfico 17).

Gráfico 17: Entrevistas de sensação de térmica dos transeuntes NSP-01 e NSP-02



Fonte: autora, 2015

4.4 QUARTA MEDIÇÃO

Realizou-se a quarta medição e entrevistas nos pontos LS-01 e LS-02, nos mesmos trechos definidos na primeira medição da Avenida Leitão da Silva. Essa medição ocorreu simultaneamente à terceira medição dos pontos NSP-01 e NSP-02, da Avenida Nossa Senhora da Penha, no dia 20 de fevereiro de 2015. Paralela às medições dos parâmetros de temperatura e umidade relativa do ar, as entrevistas aos transeuntes seguiram o modelo preditivo de sensação térmica já aplicada anteriormente.

O trecho da medição no ponto LS-02 apresentou-se significativamente alterado, visto que foram retiradas as árvores¹⁰ do canteiro central, e junto a essas também a grama. Logo após a supressão da vegetação tornou-se área de solo aparente (Figura 40).

¹⁰ A retirada das árvores do trecho da localização desse ponto LS-02 ocorreu em agosto de 2014 em decorrência de obras viárias do governo do Estado. Foram retiradas no total sete árvores, sendo cinco no canteiro central.

Figura 40: Ponto LS-02 marcado com a seta laranja, logo depois da retirada das árvores



Fonte: autora, 2014

A população da cidade mostrou-se revoltada com a retirada das árvores e realizou manifesto de repúdio na própria Avenida Leitão da Silva. A manifestação reuniu moradores e usuários do trecho afetado pela supressão da vegetação. Na direção do resto de raízes e caules deixados pelas árvores retiradas, foram pichadas desenhos de árvores no asfalto (Figura 41). O arranquio das árvores foi noticiado em todos os jornais da capital. Numa matéria foi relatada que a principal indignação com o corte dos exemplares foi pela perda da proteção do sol e um comerciante disse que trabalha há trinta anos no local usufruindo da sombra (COMETTI, 2014).

Figura 41: Trecho do ponto LS-02 com desenho de árvores pichadas no asfalto



Fonte: Cometti, 2014

Esse ponto LS-02 de medição continuou circundado pelas mesmas edificações de gabarito variável, com uso residencial e comercial. As vias, o canteiro central e as calçadas laterais também se apresentaram inalteradas, com mesma configuração e dimensões encontradas na medição anterior. No canteiro central, no local onde as árvores foram suprimidas, ocorreu o plantio de grama, e permaneceram apenas seis árvores na calçada lateral direita (Figura 42).

Figura 42: Trecho do ponto LS-02 marcando as árvores retiradas e as existentes



Fonte: Adaptado da base digital PMV, 2007

4.4.1 Temperatura do ar nos pontos LS-01 e LS-02

No período dos horários de 11h00 até 15h00, o ponto LS-02 apresentou temperaturas maiores em relação ao ponto LS-01. A maior diferença de temperatura entre os pontos dessa via ocorreu as 13h00 e foi de 3,9°C positivo, momento em que o ponto LS-02 atingiu 33,5°C. Entretanto, a temperatura máxima dessa via foi registrada às 14h00, também no ponto LS-02 que atingiu 33,7°C. Nesse mesmo horário a estação INMET-Vitória registrou 31,8°C (Tabela 9). A diferença de temperatura, nesse trecho de medição, deu-se possivelmente em razão da retirada das árvores do canteiro central.

Tabela 9: Temperaturas horárias da estação INMET-Vitória e nos pontos LS-01 e LS-02

Hora	Temperatura °C INMET-Vitória - ES	Temperatura °C Ponto LS-01	Temperatura °C Ponto LS-02	Diferença de Temperatura °C LS-01 e LS-02
11h00	27,8	30,7	31,7	+1,0
12h00	30,2	30,3	34,0	+3,7
13h00	31,1	29,6	33,5	+3,9
14h00	31,8	30,8	33,7	+2,9
15h00	32,2	30,1	32,3	+2,2

Fonte: autora e adaptado INMET, 2015.

A supressão das árvores no ponto LS-02 motivou a comparação entre as medições realizadas em anos distintos. Dessa maneira, foi realizado o cálculo da média aritmética da temperatura do ar registrada no INMET-Vitória nas mesmas datas que ocorreram as medições de campo, ou seja, em fevereiro de 2014 e 2015. O valor aferido nos cálculos demonstrou uma variação de 1,05% da temperatura do ar registrada nesses anos (Tabela 10).

Tabela 10: Temperaturas horárias diárias em fevereiro 2014/2015, estação INMET-Vitória - ES

Hora	INMET2014 Temperatura (°C)	INMET2015 Temperatura (°C)
9:00	22,4	23,2
10:00	25,1	26,4
11:00	28,5	27,8
12:00	30,3	30,2
13:00	32,2	31,1
14:00	32,3	31,8
15:00	30,7	32,2
16:00	31,1	32,4
17:00	30,7	31,7
	Média aritmética da temperatura (°C)	
	29,26	29,64

Fonte: autora e adaptado INMET, 2015

Essa variação de 1,05%, estatisticamente, não é significativa. Dessa maneira, permitiu correlacionar à temperatura do ar medida no ponto LS-02 em anos seguidos, com presença e ausência de árvores no canteiro central. Constatou-se

que no trecho onde as árvores foram retiradas houve diferença significativa para a temperatura do ar, visto que a discrepância entre a temperatura dos pontos nos horários de 12h00 e 13h00, em 2015, ultrapassou 3,6°C as temperaturas que foram registradas nesses mesmos horários em 2014. Na sequência de medições do ano de 2015 os valores continuaram acima dos registrados em 2014, mas apresentando valores decrescentes com temperaturas ultrapassando em 2,8°C e 2,6°C nos horários de 14h00 e 15h00, respectivamente (Tabela 11).

Tabela 11: Temperaturas registradas no ponto LS-02 em 2014 e 2015

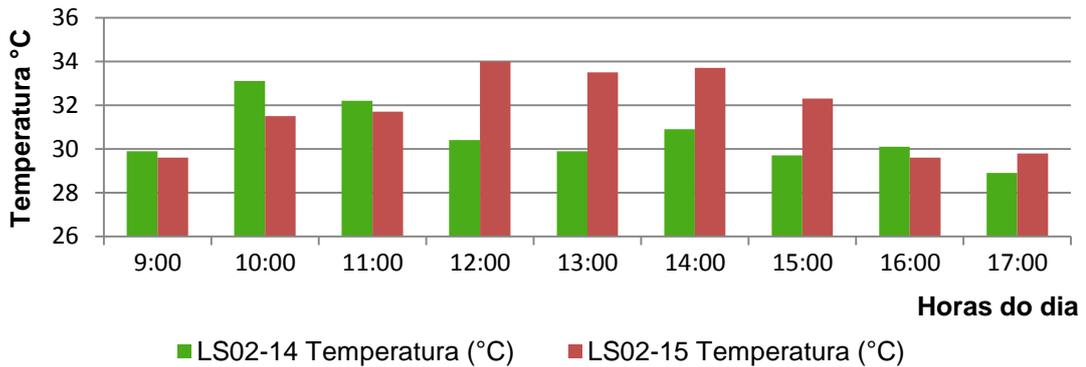
Horas	Temperatura °C Ponto LS-02 - 2014	Temperatura °C Ponto LS-02 - 2015	Diferença de temperatura °C registrada
12h00	30,4	34,0	+3,6
13h00	29,9	33,5	+3,6
14h00	30,9	33,7	+2,8
15h00	29,7	32,3	+2,6

Fonte: autora, 2015.

A verificação, por meio da carta solar, da área sombreada pelas árvores do canteiro central no ponto LS-02 em 2014, originou a princípio uma análise equivocada de que, com a supressão das árvores, esse ponto de medição apresentaria valores maiores em todos os horários em relação a 2014. Entretanto, averiguou-se na medição de 2015, que no período da manhã até as 11h00 ocorreu o sombreamento gerado por outras árvores que se encontravam na calçada lateral direita. Assim, somente a partir das 12h00, as árvores retiradas desse trecho influenciaram efetivamente nos valores registrados ultrapassando os de 2014¹¹ (Gráfico 18).

¹¹ No ponto LS-02 durante a tarde apenas no horário 16h00 registrou-se na medição de 2014 temperatura superior à registrada em 2015, fato que essa pesquisa não conseguiu esclarecer, pois as 17h00 novamente a temperatura marcada em 2014 volta a ser inferior a 2015.

Gráfico 18: Temperaturas diárias das medições no ponto LS-02 em 2014 e 2015



Fonte: autora, 2015

4.4.2 Umidade relativa do ar nos pontos LS-01 e LS-02

Todos os valores de umidade relativa do ar, registrados até as 12h00 na estação INMET–Vitória, foram superiores aos pontos de medições. O ponto LS-02 registrou o valor de 55% de umidade nos horários de 15h00 e de 16h00, ultrapassando em 9% e 8%, respectivamente, a umidade relativa do ar da estação INMET–Vitória. Na comparação entre pontos, o LS-01 apresentou valores de umidade mais expressivos e superiores que o ponto LS-02 no intervalo de 11h00 às 16h00, com o ápice no horário de 13h00 ultrapassando em 10% o ponto LS-02 (Tabela 12).

Tabela 12: Umidade relativa do ar horárias da estação INMET– Vitória, LS-01 e LS-02

Hora	Umidade % INMET-Vitória	Umidade % Ponto LS-01	Umidade % Ponto LS-02	Diferença nos LS-01 e LS-02
11h00	66	50	47	3
12h00	56	51	44	7
13h00	52	54	44	10
14h00	48	51	44	7
15h00	46	58	55	3
16h00	47	56	55	1

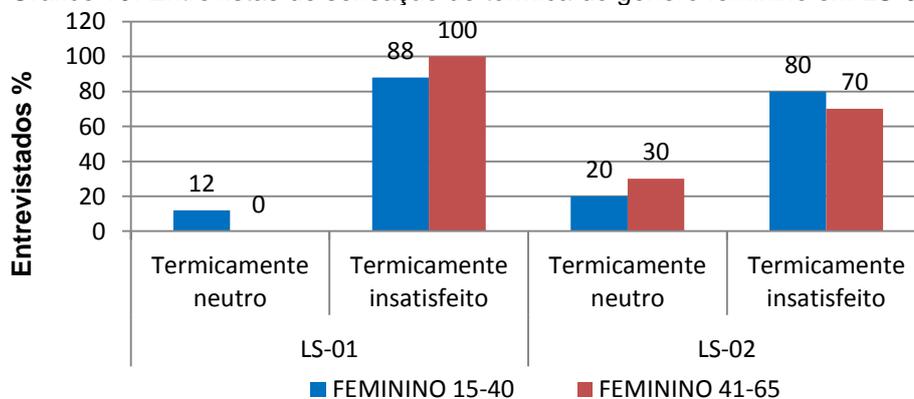
Fonte: autora e adaptado INMET, 2015

4.4.3 Entrevistas nos pontos LS-01 e LS-02

As entrevistas sobre sensação de conforto térmico foram aplicadas igualmente entre os pontos de estudo e simultaneamente às medições de temperatura e umidade relativa do ar.

No ponto LS-01, para o gênero feminino, 88% na faixa etária de 15 a 40 anos, e 100% na faixa etária de 41 a 65 anos, afirmaram estar em condição de desconforto para o calor. Apenas a faixa etária de 15 a 40 anos apresentou respondentes termicamente confortáveis com 12% de votos. No ponto LS-02 verificou-se que 80% na faixa etária de 15 a 40 anos e 70% na faixa etária de 41 a 65 anos, enquadraram-se na categoria de desconforto para o calor. Na faixa etária de 15 a 40 anos, 20% e na faixa etária de 41 a 65 anos, 30% declararam-se termicamente confortáveis (Gráfico 19).

Gráfico 19: Entrevistas de sensação de térmica do gênero feminino em LS-01 e LS-02

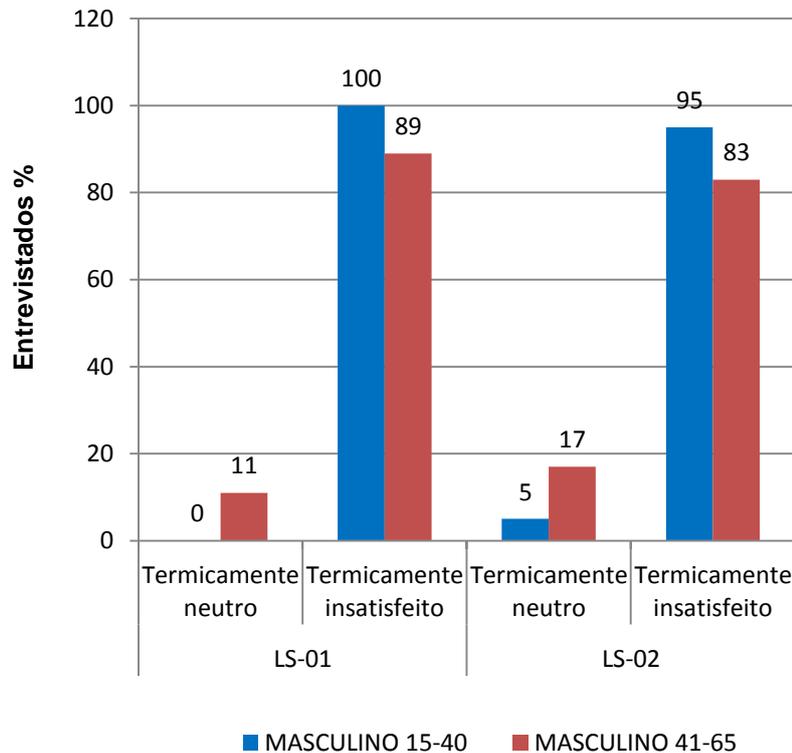


Fonte: autora, 2015

Os resultados obtidos entre os entrevistados do gênero masculino no ponto LS-01 foram 100% na faixa etária de 15 aos 40 anos e 89% na faixa etária de 41 a 65 anos, enquadraram-se na categoria de desconforto para o calor. Na faixa etária de 41 a 65 anos, 11% declararam-se termicamente confortáveis. No ponto LS-02, verificou-se que na faixa etária de 15 a 40 anos e na faixa etária de 41 a 65 anos, 95% e 83%, respectivamente, estavam na condição de desconforto para o calor. Na faixa etária de 15 aos 40 anos, 5% dos respondentes e na faixa etária de 41 a 65

anos, 17%, enquadraram-se na categoria de pouco calor e neutro, sendo considerados com sensação térmica neutra (Gráfico 20).

Gráfico 20: Entrevistas de sensação de térmica do gênero masculino em LS-01 e LS-02



Fonte: autora, 2015

Independente do gênero, nos dois pontos foi registrado o predomínio de transeuntes termicamente insatisfeitos, portanto, com sensação de desconforto para o calor, sendo esses resultados esperados para estação do verão. No ponto LS-02, os transeuntes totalizaram as respostas de 47% de desconforto para o calor, registrando-se assim um menor percentual de desconforto térmico, comparados aos 53% de respondentes no LS-01. O resultado da pesquisa qualitativa contraria as medições de temperatura e umidade relativa do ar obtidas no período entre 11h00 e 15h00, momento em que o ponto LS-02 apresentou temperaturas mais altas que o LS-01. Entretanto, confirma a influência das árvores na calçada direita que até as 11h00 contribuíram para manter a temperatura no ponto LS-02 menor (Gráfico 21).

Gráfico 21: Entrevistas de sensação de térmica dos transeuntes em LS-01 e LS-02



TRANSEUNTES

Fonte: autora, 2015

4.5 DISCUSSÃO

Na análise dos dados e na interpretação dos resultados obtidos nos quatro conjuntos de medições e entrevistas verificou-se que a vegetação exerce efetiva influência no microclima urbano.

A primeira medição, na Avenida Leitão da Silva, relacionou o ponto LS-01 ao ponto LS-02, no ano de 2014. Estudos realizados por Labaki e outros (2011) indicam que elementos arbóreos podem atenuar a radiação incidente, aumentar a capacidade de redução da temperatura do ar e, dessa maneira, intensificar as sensações de conforto térmico ao transeunte. As medições realizadas no ponto LS-02 arborizado confirmaram as benesses da vegetação com tipologia formal de árvore. Apresentaram nesse ponto condições de ambiência térmica favorável em decorrência do sombreamento que reduziu o ganho de calor e gerou temperaturas atenuadas, possibilitando que o ar esquentasse menos nesse intervalo de tempo. Os valores obtidos no ponto LS-02 arborizado apresentou-se menor em 5,6°C positivo comparado à temperatura registrada no ponto LS-01 não vegetado.

Como visto no referencial teórico, a evapotranspiração contribui para resfriar as áreas do entorno vegetado no meio urbano (OMETTO, 1981, apud CARVALHO,

2001). Associou-se o aumento da umidade relativa do ar no ponto LS-02 à existência da arborização que, por produzir evapotranspiração, poderia ocasionar desconforto térmico para o transeunte se formassem barreira ao vento. Entretanto, a existência da tipologia formal de árvore, de fuste longo com copa alta, permitiu a movimentação do vento e, conseqüentemente, o transeunte encontrou uma temperatura atenuada com ambiência mais favorável para realização do percurso.

Na pesquisa qualitativa, realizada através de entrevistas, os respondentes, independentemente do gênero, manifestaram-se termicamente insatisfeitos nos dois pontos, sendo esses resultados esperados para estação do verão. Entretanto, no ponto arborizado LS-02, verificou-se registros de transeuntes com pouco calor e neutro, confirmando os dados obtidos por meio das medições. Entende-se que tal fato relacionou-se à presença das castanheiras, árvores frondosas de folhas grandes e brilhosas, que sombreavam esse trecho de medição.

Mostrou-se com a segunda medição na Avenida Nossa Senhora da Penha, nos pontos NSP-01 sem vegetação e NSP-02 vegetado com palmeira de único caule e gramado, que a temperatura obtida no ponto NSP-02 apresentou-se menor em 1,3°C positivo em relação ao NSP-01. O impacto dessas tipologias formais não foi significativo na produção contínua de ambiência termicamente branda. Analisando o clima urbano, Romero (2007) relata que o processo de urbanização induz à utilização de materiais que possuem alta capacidade de absorção térmica. No entanto, a presença de superfícies permeáveis ao invés de pavimento artificial, propicia menor absorção térmica e temperaturas do ar mais brandas comparados com área totalmente pavimentada. As medições realizadas nesse ponto NSP-02 indicaram que a disposição da tipologia formal de palmeira, em fileira, não produz sombreamento denso e prolongado comparados com árvores, mas aliada as gramíneas evita a absorção de calor.

Avaliando as medições entre as avenidas, verificou-se que o ponto LS-02 com a tipologia formal de árvore apresentou temperaturas menores em 3,5°C positivo comparado ao ponto NSP-02 vegetado com palmeira de único caule e gramado. Entretanto, a temperatura entre os pontos LS-01 e NSP-01, sem áreas vegetadas, variou em apenas 0,4°C positivo. Confirmou-se assim que a vegetação arbórea exerce influência significativa no microclima urbano.

Na terceira medição, novamente destaca-se que as superfícies com áreas gramadas e palmeira de caule único, como ocorrem no ponto NSP-02 trouxeram uma pequena amenização de temperaturas, comparadas ao NSP-01. Conforme relatam Bittencourt e Cândido (2008), os espaços externos providos de palmeiras evitam ganhos de calor propiciado pelas folhas grandes recortadas e caules altos que permitem a circulação do ar. Dessa forma, indica-se que quando não for possível realizar o plantio de árvore, seria melhor ter superfícies naturais do que áreas pavimentadas e construídas que possuem alto poder de absorção de calor e deixam o ar mais quente.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, a municipalidade retirou a vegetação arbórea do ponto LS-02, ocasionando significativa alteração nos resultados obtidos na quarta e última medição em 2015. Verificou-se, por meio de representação do diagrama solar, que a sombra da árvore nesse ponto LS-02, em 2014, ocorria durante o dia inteiro. Isso originou a princípio uma análise equivocada de que, com a supressão das árvores, esse ponto LS-02 de medição apresentaria valores de temperatura maiores em todos os horários do dia. Entretanto, verificou-se que no período da manhã, até as 11h00, ocorreu o sombreamento gerado por outras árvores que se encontravam na calçada lateral direita. Assim, somente a partir das 12h00, a retirada das árvores desse trecho influenciou nos valores de temperatura, ultrapassando em 3,6°C positivo a temperatura registrada nesse ponto LS-02, quando havia árvore no canteiro central em 2014.

O resultado da pesquisa qualitativa realizada por entrevistas aos transeuntes em 2015 contraria as medições de temperatura e umidade relativa do ar obtidas no período entre 11h00 e 15h00, momento em que o ponto LS-02 apresentou temperaturas mais altas que o LS-01. Entretanto, confirma a influência das árvores na calçada direita que até as 11h00 contribuíram para manter a temperatura no ponto LS-02 menor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou a influência da vegetação no microclima para o conforto térmico urbano em Vitória, buscando entender como ocorre essa interferência. A pesquisa realizada em vias públicas, por meio de medições de temperatura e umidade relativa do ar, em áreas vegetadas e sem vegetação, combinadas com as entrevistas de sensação térmica, serviu para confirmar o papel fundamental da vegetação no conforto térmico dos transeuntes.

Destaca-se que o presente trabalho limitou-se a estudar o efeito da arborização nas vias públicas de Vitória, afastadas da orla, fornecendo subsídios para auxiliar o planejamento dos espaços urbanos em vias de fluxos intensos, além de contribuir com dados para pesquisas futuras.

A partir dos resultados obtidos com aplicação da metodologia de medição *in loco*, recomendam-se estratégias de planejamento urbano paisagístico com arborização, principalmente, dos canteiros centrais, por permitir o pleno desenvolvimento da vegetação. Ainda, na impossibilidade de arborizar os canteiros centrais, verificar a possibilidade de plantio nas calçadas, nas praças e nos jardins, pois a vegetação filtra a radiação solar, provoca diminuição de temperatura e umedece o ar.

Sugere-se, ainda, que quando não for possível realizar o plantio de árvore, é preferível manter as superfícies naturais do que áreas pavimentadas e construídas que possuem alto poder de absorção de calor e deixam o ar mais quente, podendo assim contribuir para a melhoria da ambiência externa nas vias da cidade.

Complementando as sugestões elencadas, é importante frisar a necessidade de ampliação de pesquisa para outras áreas urbanas, agregando outros parâmetros ambientais que possam auxiliar a obtenção de ambiência favorável ao conforto térmico do indivíduo em áreas de clima tropical úmido.

6 REFERÊNCIAS

ABBUD, B. **Criando paisagens** – Guia de trabalho em Arquitetura paisagística. 3º ed. - São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2007.

_____. **Criando paisagens** – Guia de trabalho em Arquitetura paisagística. 4º ed. - São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2010.

AGAREZ, F. V.; PEREIRA, C.; RIZZINI, C. M. **Botânica: taxonomia, morfologia e reprodução das angiospermas**: chaves para determinação das famílias. 2 ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1994.

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.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEER (ASHRAE), Atlanta. **ASHRAE 55**: Thermal environmental conditions for human occupancy. 1992.

ASSIS, E. S.; PEREIRA, I. M. **Consumo de energia: fatores ambientais e socioeconômicos da organização espacial urbana**. Rio de Janeiro: PROCEL EDIFICA, 2013. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/PROCEL>>. Acesso em: 02 de jul. de 2014.

BARBIRATO, G.M.; TORRES, S. C.; LISBOA, T. A. Microclimatic conditions of urban public spaces in a tropical city. In: **International Conference on Urban Climate**, 5th, Lodz, 2003. Disponível em:<http://nargeo.geo.uni.lodz.pl/~icuc5/text/O_2_5.pdf> Acesso em out, 2011.

BITTENCOURT, L. **Uso das cartas solares: diretrizes para arquitetos**. 4. Ed. Maceió: EDUFAL, 2004.

BITTENCOURT, L; CÂNDIDO, C. **Introdução à ventilação natural**. 3. Ed. Maceió: EDUFAL, 2008.

- BORTOLETO, S. **Inventário quali-quantitativo da arborização viária da Estância de Águas de São Pedro**. Piracicaba, 2004. 99p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, 2004.
- BRANDÃO, R. S. **As interações espaciais urbanas e o clima: incorporação de análises térmicas e energéticas no planejamento urbano**. 2009. Tese de doutorado em Arquitetura e Urbanismo, Tecnologia da Arquitetura. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- BRETZ, S; AKBARI, H.; ROSENFELD, A. Practical issues for using solar-reflective materials to mitigate urban heat islands. **Atmospheric Environment**, v.32, n.1, p.95-101, 1998.
- CAMPOS JUNIOR, C. T. de. **O Novo Arrabalde**. Vitória: PMV, Secretaria Municipal de Cultura e Turismo, 1996.
- CARVALHO, M. M. **Clima urbano e vegetação: estudo analítico e prospectivo do Parque das Dunas em Natal**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Natal, RN, 2001.
- 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.
- COMETTI, A. Leitão da Silva amanhece com intervenção crítica a corte de árvores. **Século Diário**, Vitória, 2014. Disponível em: <<http://seculodiario.com.br/18511/10/leitao-da-silva-amanhece-com-intervencao-critica-a-corte-de-arvores-1>>. Acesso em 28 ago. 2014.
- CORBELLA, O; CORNER, V. **Manual de arquitetura bioclimática tropical para a redução de consumo energético**. Rio de Janeiro: Revan, 2011.
- CUNHA, E. G. **Elementos de arquitetura de climatização natural: método projetual buscando a eficiência nas edificações**. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2006.
- DUTRA, L.; LAMBERTS, R; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW editores, 1997.

- FANGER, P. O. **Thermal Comfort**. Florida: Robert E. Krieger Publishing Co., 1982.
- FLORES, T. B; LORENZI, H; SOUZA, V. C. **Introdução à botânica: morfologia**. ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2013.
- FRANCO, M. A. R. **Desenho Ambiental - Introdução à Arquitetura da Paisagem com o Paradigma Ecológico**. 2ª. Edição, São Paulo, Annablume: FAPESP, 2008.
- GIORDANO, D. E. ; KRÜGER, E. Potencial de redução da temperatura de superfície pelo aumento do albedo nas diversas regiões brasileiras. In: **Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído – XII ENCAC**. Brasília, 2013.
- GOOGLE. **Google Maps**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-19.5968657,-35.3578634,6z>>. Acesso em 01 jul. 2013.
- GOOGLE. **Google Maps**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-20.271696,-40.30565.3a>>. Acesso em 01 ago. 2014.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia: **Sistema de informações Meteorológicas**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em 22 de dez. 2011.
- _____. Instituto Nacional de Meteorologia: **Sistema de informações Meteorológicas**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo.php?QTYxMg>. Acesso em 11 de fev. 2014.
- _____. Instituto Nacional de Meteorologia: **Sistema de informações Meteorológicas**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/nformações%20Meteorológicas%20%20%20.htm>>. Acesso em 20 de fev. 2015.
- IJSN. Instituto Jones Santos Neves: **ES em Mapas**. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/Sitio/index.php?option=com_wrapper&view=109>. Acesso em 20 de jun. 2015.
- ISO 7730. **Ergonomics of the thermal environment: Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria**. 1994.

- LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F. **Conforto térmico em cidades: efeito da arborização no controle da radiação solar**. Projeto FAPESP. Departamento de Hidráulica e Saneamento, Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP. Fev. 1996.
- LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; ABREU, L. V. **Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos**. Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável (UFMG. Online), 4, p. 23-42, 2011.
- LEME, M. C. S. (coordenadora). **Urbanismo no Brasil – 1895-1965**. São Paulo: Studio Nobel; FAUUSP; FUPAM, 1999.
- LIMA, A. M. L. P.; VELASCO, G. D. N. **Espécies adequadas para arborização de cidades**. Piracicaba: ESALQ/USP. 2009. Disponível em:
<<http://cmq.esalq.usp.br/lib/fet.php.publico:syllabvs:lcf0636:anamarialiner.pdf>>
Acesso em: 20 jun. 2011.
- LIN, T.; MATZARAKIS, A.; HWANG, R. Shading effect on long-term outdoor thermal comfort. In: **International Symposium on the Interaction between Human and Building Environment Special**. Science direction. v. 45, Issue. 1, p.213-221,2010.
- LORENZI, H **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1992.
- _____. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Volume I. 5. ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2008.
- LORENZI, H; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 3. ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2001.
- LORENZI, H; SOUZA, H. M; TORRES, M. A. V; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2003.
- LORENZI, H; SOUZA, H. M; COSTAS, J. T. M; CERQUEIRA, L. S. C; FERREIRA, E. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2004.
- MACEDO, S. S. **Quadro do Paisagismo no Brasil**. São Paulo: Quapá, 1999.
- MARTINS, L. F. V. **Análise da arborização de acompanhamento viário em uma cidade de pequeno porte: Luiziana, Paraná**. Dissertação (pós-graduação em engenharia urbana) – Universidade Estadual De Maringá, Maringá-PR, 2010.

- MARTWRIGHT, R. M. **The design of urban space**. London: Architectural Press, 1985.
- MASCARÓ, L. E. A. R.; MASCARÓ, J. L. **Vegetação urbana**. 3a. ed. Porto Alegre: UFRGS FINEP, 2010.
- MONTEIRO, L.; ALUCCI, M. Questões teóricas de conforto térmico em espaços abertos: consideração histórica, discussão do estado da arte e proposição de classificação de modelos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre: ANTAC, 2007. p. 43-58.
- MONTEIRO, L. M. **Modelos preditivos de conforto térmico**: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos. 2008. Tese de Doutorado – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2008.
- MONTEIRO, P. R. **Vitória: cidade e presépio; os vazios da capital capixaba**. São Paulo: Annablume: FAPESP; Vitória: FACITEC, 2008.
- MIYAMOTO, M. T. **A influência das configurações urbanas na formação de microclimas: estudo de casos no município de Vitória-ES**. 2012. Dissertação de Mestrado Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.
- OLGYAY, V. **Arquitectura y clima**: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona: Gustavo Gili, 2010.
- PAIVA, F. I. B; ZANELLA, M. E. Microclimas urbanos na área central do bairro da Messejana, Fortaleza/CE. **Revista Equador**, v. 2, n. 2, p. 153-172, jul./dez. 2013.
- PEREIRA, R. I. **O sentido da paisagem e a paisagem consentida**: projetos participativos na produção do espaço livre público. 2006. 200p. Tese Doutorado em Arquitetura e Urbanismo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. **Base Cartográfica 2007: planta Geral** Disponível em: < <http://geoweb.vitoria.es.gov.br/>>. Acesso em 07 de fev. 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. **Vitória em dados: dados geográficos**. Disponível em: <<http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/geral/geograficos.asp>>. Acesso em 07 de fev. 2014.

RAMALDES, R. A. C.; DIAS, F. V.; ALVAREZ, C. E. Corredores verdes como lugares urbanos: Uma análise urbano-paisagística para a Av. Leitão da Silva (Vitória-ES). In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – XIV ENTAC**. Juiz de Fora, 2012.

ROMERO, M. B. **Arquitetura bioclimática do espaço público**. Brasília: Editora UNB, 2007(3ª reimpressão).

RUAS, D. B. **Projeto Urbano e Alternativas Paisagísticas Sustentáveis: Formas de contribuição para o desenvolvimento sócio-espacial sustentável**. Monografia de Especialização - Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

SAMPAIO, A. C. F. **Análise da arborização de vias públicas da área piloto de Maringá**. 2006. 116p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

SHINZATO, P.; DUARTE, D. Quantificação da intensidade e a distribuição espacial dos efeitos microclimáticos da vegetação. In: **XI Encontro Nacional e VII Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído - XI ENCAC e VII ELACAC**, 2011, Búzios. Conforto Ambiental na Arquitetura e no Urbanismo: Uma Reflexão além da Técnica, 2011.

SILVA, C. F. **Caminhos bioclimáticos: desempenho ambiental de vias públicas na cidade de Teresina – PI**. Dissertação de Mestrado - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

SILVA FILHO, D. F. **Cadastramento informatizado, sistematização e análise da arborização das vias públicas da área urbana do Município de Jaboticabal, SP**. 2002. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

SILVA FILHO, D. F. Importância da cobertura arbórea para as cidades. In: **Encontro Paulista De Arborização Urbana**, 1, 2007, Piracicaba. **CDROM**. Piracicaba: PMP, 2007.

WILMERS, F. Green for melioration of urban climate. **Energy and Buildings**, v.11, p. 289-299, 1988.

APÊNDICE

FORMULÁRIO UTILIZADO NAS ENTREVISTAS

FORMULÁRIO DE SENSAÇÃO TÉRMICA DO TRANSEUNTE PESQUISA MESTRADO DATA:

Hora:	Temperatura:	Umidade:	Entrevistador:
-------	--------------	----------	----------------

1 – Como você está se sentindo neste dia de verão em relação à temperatura neste local?

<input type="checkbox"/> Neutro nem calor nem frio	<input type="checkbox"/> Com pouco calor	<input type="checkbox"/> Com calor médio	<input type="checkbox"/> Com muito calor
--	--	--	--

2 – Você é morador da Grande Vitória?

<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Há quanto tempo	
<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Você veio de região fria	<input type="checkbox"/> Você veio de região quente

3 - Faixa etária:

<input type="checkbox"/> 15/40	<input type="checkbox"/> 41/65
--------------------------------	--------------------------------

4 - Vestimenta:

Calçado: <input type="checkbox"/> sapato fechado	<input type="checkbox"/> sapato aberto	<input type="checkbox"/> sandália/chinelo	<input type="checkbox"/> descalço
--	--	---	-----------------------------------

Roupa tronco inferior:

<input type="checkbox"/> calça comp.	<input type="checkbox"/> bermuda	<input type="checkbox"/> short	<input type="checkbox"/> saia longa	<input type="checkbox"/> saia curta
--------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

Roupa tronco superior:

<input type="checkbox"/> camisa manga/comp.	<input type="checkbox"/> camisa manga curta	<input type="checkbox"/> camisa sem manga	<input type="checkbox"/> miniblusa	<input type="checkbox"/> Vestido curto
---	---	---	------------------------------------	--

5 – Gênero:

<input type="checkbox"/> feminino	<input type="checkbox"/> masculino
-----------------------------------	------------------------------------