



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

WESLEY DE SOUZA CAMPOS CORREA

**CAMPO TÉRMICO E HIGROMÉTRICO DA REGIONAL
PRAIA DO CANTO NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA (ES)**

VITÓRIA – ES

2014

WESLEY DE SOUZA CAMPOS CORREA

**CAMPO TÉRMICO E HIGROMÉTRICO DA REGIONAL PRAIA
DO CANTO NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA (ES)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia, sob orientação da Prof.^a Dr.^a Cláudia Câmara do Vale.

VITÓRIA - ES

2014

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

C824c Correa, Wesley de Souza Campos, 1986-
 Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no
 município de Vitória (ES) / Wesley de Souza Campos Correa. –
 2014.
 165 f. : il.

 Orientador: Cláudia Câmara do Vale.
 Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal
 do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais.

 1. Temperatura atmosférica – Praia do Canto (Vitória, ES). 2.
 Higrometria. 3. Chuvas. 4. Praia do Canto (Vitória, ES) - Clima. I.
 Vale, Cláudia Câmara do. II. Universidade Federal do Espírito
 Santo. Centro de Ciências Humanas e Naturais. III. Título.

CDU: 91

**“CAMPO TÉRMICO E HIGROMÉTRICO DA
REGIONAL PRAIA DO CANTO NO MUNICÍPIO DE
VITÓRIA (ES)”**

WESLEY DE SOUZA CAMPOS CORREA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

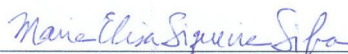
Aprovada em 28 de Março de 2014 por:



Prof^a. Dr^a. Cláudia Câmara do Vale - Orientadora - UFES



Prof. Dr. Eberval Marchioro - UFES



Prof^a. Dr^a. Maria Elisa Siqueira da Silva - USP

AGRADECIMENTOS

A Deus pela força, sabedoria, saúde, paciência e persistência, muito obrigado Senhor. Eu te amo.

A minha esposa Angélica por ajudar-me nos momentos difíceis e sempre me incentivar. Eu te amo meu amor, minha inspiração. Ao meu filho Isaac, minha força e inspiração. Papai te ama bebê.

Aos meus pais, eu não tenho palavras para agradecê-los, vocês são muito especiais e importantes para mim. As minhas irmãs por me suportar. Aos meus tios, primos e avós.

A Universidade Federal do Espírito Santo – UFES e ao Programa de Pós Graduação em Geografia, por proporcionarem esta oportunidade a mim.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo - FAPES, pela bolsa de estudo, a qual permitiu realizar esta pesquisa.

A Prof.^a Dr.^a Cláudia Câmara do Vale, por orientar-me e pela confiança nessa empreitada, pelo incentivo, contribuições e atenção no qual conduziu este trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia e Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental pelas contribuições e reflexões que auxiliaram elaborar esta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Eberval Marchioro pelos materiais e reflexões que ajudaram nesta pesquisa. Ao Prof. Dr. André Coelho que me ajudou bastante nos métodos e técnicas de interpolação e SIG. A Prof.^a Dr.^a Taciana pelos ensinamentos de Meteorologia Dinâmica e Modelagem. Ao estagiário de SIG Diego que também ajudou nos métodos de interpolação.

Ao coordenador do Programa de Pós Graduação em Geografia da UFES Prof. Dr. Cláudio Luiz Zanotelli pelo profissionalismo e dedicação ao PPGG. A secretária Izadora pelo profissionalismo e pelos litros de café.

Aos colegas que ajudaram-me no trabalho de campo: Vinícius Lima, Sirius de Oliveira, George Taylor, Rafael Sapiência, André Simpício, Rosilene Fileti, Raian e Maria, Henrique Mattiuzzi, Vitor Bessa, Leandro, Ana Luíza, Demiã e Daniel.

Aos amigos e companheiros da sala de estudo: Vinícius Lima, Sirius Oliveira, Medelin, Simpício, Sapiência e Kaio. A minha turma de mestrado 2012. Aos outros amigos: Fabiano, Anderson Simões (valeu cara), Michel, Fabrício, Rodrigo Bettim.

Ao Prof. Renato Ton pelo apoio no início da caminhada.

MUITO OBRIGADO A CADA UM DE VOCÊS.

*Dedico à minha esposa, ao meu filho e aos meus pais.
Edvaldo Boone (in menorian), Evaldo Boone (in menorian)
e Iberê Correa (in menorian).*

Resumo

Correa, W. S. C.: Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES). Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

Nesta pesquisa foi analisado o comportamento térmico e higrométrico em diferentes locais da Regional Praia do Canto no município de Vitória (ES) tanto no período chuvoso quanto no seco por meio da técnica de transecto móvel. A análise confirmou que as mudanças de uso e cobertura da terra associado com as características do relevo influenciam diretamente as variáveis meteorológicas, neste caso a temperatura do ar e umidade relativa do ar. A análise das condições médias de temperatura do ar e umidade relativa do ar permitiu observar dois núcleos aquecidos um ao norte e outro ao sul na área em estudo. Às 15h, tanto no verão como no inverno, a temperatura do ar atingiu o valor máximo e as taxas de umidade relativa, o seu valor mínimo. No verão e inverno, as áreas mais aquecidas ficaram bem definidas, áreas correspondentes aos núcleos aquecidos. As maiores influências do tecido urbano nas variáveis meteorológicas foram verificadas sob atuação da Alta Subtropical do Atlântico Sul. A maritimidade têm um peso importante no comportamento topoclimático urbano, sobre tudo na parte da manhã e da tarde. Na porção centro-leste da área em estudo observou-se até 3°C a menos nos períodos vespertinos em relação aos pontos localizados na porção norte e sul. Os pontos à centro-leste sofrem influência direta dos efeitos da maritimidade e dos arranjos dos prédios que formam sombreamento (*Cânions Urbanos*), fato que dificulta a formação de núcleos aquecidos durante o dia sobre esta porção. Foram observadas nos dois períodos, tanto no período chuvoso (verão) como também, no período seco (inverno), elevado gradiente térmico, estes localizadas onde há intenso fluxo de veículos, e também nas áreas de construção mais verticalizadas. A intensidade do gradiente térmico é maior sobre a atuação da Alta Subtropical do Atlântico Sul. Às 09 horas, são registrados os maiores gradientes térmicos para os dois períodos analisados. A umidade relativa do ar manteve-se elevada durante os dois campos, tanto no verão quanto inverno. Os menores valores de umidade foram registrados em pontos que compõem o núcleo aquecido verificado na parte norte da área em estudo. Em virtude do comportamento das variáveis observadas foram identificadas três unidades Topoclimáticas Urbanas na Regional Praia do Canto.

Palavras-chave: Regional Praia do Canto, temperatura do ar, umidade relativa do ar, clima urbano.

ABSTRACT

Correa, W. S. C.: Field thermal and hygrometrical Regional Praia do Canto in Vitória (ES). Dissertation (Masters in Geography). Graduate Program in Geography, Federal University of Espírito Santo, Vitória, 2014.

This research analyzes the thermal behavior and hygrometrical in different areas of the Regional Praia do Canto in Vitória (ES) in both the rainy season and in the dry by mobile transect technique. The analysis confirmed that changes in land cover and land use associated with the characteristics of the relief directly influence the meteorological variables, in this case the temperature and relative humidity. The analysis of average conditions of air temperature of relative humidity allowed us to observe two warm cores, in the north and in the south of the study area. At 3 p.m. both in summer and in winter, the air temperature reached its maximum and the relative humidity rate, its minimum value. In summer and winter, the most heated areas were well defined, corresponding to the warm core area. The major influences of the urban fabric in the meteorological variables were checked under performance of the South Atlantic Subtropical High (SASH). The sea have an important role in urban topoclimatical behavior, especially in the morning and afternoon. In east-central portion of the study, area was observed up to 3°C minus for the points located on the northern and southern portions at the evening. These points suffer direct influence of the effects of sea and arrangements of buildings that form shading (Urban Canyons), a fact that hinder the formation of core warm during the day on this portion. Were observed in both periods in the rainy season (summer), as well as during the dry season (winter), high thermal gradient. These located where there is heavy flow of vehicles, and the most vertically integrated areas. The intensity of thermal gradient effect is stronger on the role of the South Atlantic Subtropical High (SASH). At 9 a.m. are recorded the highest thermal gradients for the two periods analyzed. The relative humidity remained high during the two experiments. The lower water contents were recorded at points that make up the core warm found in the northern part of the study area. Because of the behavior of the observed variables, Urban Topoclimatical 3 units were identified in the Regional Canto Beach.

Keywords: Regional Praia do Canto, air temperature, relative humidity, urban climate.

Lista de Figuras

Figura 1: Localização dos bairros da Área em Estudo.	6
Figura 2 - Comportamento da precipitação média mensal e temperatura média mensal de 1978 a 2007. Fonte: Correa (2011).	7
Figura 3: Representação esquemática dos sistemas atmosféricos na baixa e alta troposfera atuantes na América do Sul.	8
Figura 4: Mapa hipsométrico do município de Vitória. Elaboração do Autor.	11
Figura 5: Mapa Geológico de Vitória.	13
Figura 6: Unidades Geomorfológicas do município de Vitória. Elaboração do autor. ..	15
Figura 7: Esboço de um perfil de ilha de calor urbano.	17
Figura 8: Dimensão espacial e temporal típicas dos processos atmosféricos e área relevante para os fenômenos urbanos.	18
Figura 9: Estratificação vertical da atmosfera urbana, segundo proposta de Oke (1987)	19
Figura 10: Fatores que interferem na formação do clima urbano.	21
Figura 11: Esquema de escalas climáticas segundo Oke (2004).	22
Figura 12: Unidades Climáticas Local.	23
Figura 13: Hierarquia funcional simplificada do Sistema Clima Urbano. As setas representam intercâmbio contínuo de energia e massa entre as diversas escalas de análise.	32
Figura 14: Localização dos pontos e transectos realizados nos experimentos de campo I e II.	50
Figura 15: Tubo de PVC 100 cm x 50 cm para encanamento de água envolvido com papel alumínio e Datalogger IP-747 RH, Temperatura e Umidade USB.	61
Figura 16: Mapa de Uso e Cobertura da Terra da Regional Praia do Canto, no município de Vitória (ES).	71
Figura 17: Mapa de densidade demográfica por bairro na Regional Praia do Canto, Vitória (ES).	73
Figura 18: Evolução temporal da pressão atmosférica em superfície, da temperatura do ar e umidade relativa do ar no período de 17/02/2013 a 22/02/2013.	76
Figura 19: Cartas sinóticas da marinha às 12 Z (quadro superiores) e imagens do satélite GOES-12 às 12 Z (quadros inferiores) para os dias 19, 20 e 21 de fevereiro de 2013. .	77
Figura 20: Temperatura média do ar durante os experimentos do Campo I de 19 a 21 de fevereiro de 2013.	80
Figura 21: Desvio padrão da temperatura do ar durante o Campo I (19/02 a 21/02/2013).	82
Figura 22: Evolução da de temperatura média do ar por períodos para o Campo I, de 19 a 21 de fevereiro de 2013.	83
Figura 23: Variação espaço temporal da temperatura do ar durante o primeiro campo na RPC.	87
Figura 24: Umidade relativa do ar média durante o 1º trabalho de campo, entre os dias 19/02 a 21/02/2013.	93
Figura 25: Mapa do desvio padrão da umidade relativa do ar Campo I (19/02 a 21/02/2013).	94
Figura 26: Evolução da umidade relativa do ar média por períodos para o Campo I, de 19 a 21 de fevereiro de 2013.	96
Figura 27: Variação espaço temporal da umidade relativa do ar durante o primeiro campo da RPC.	99

Figura 28: Evolução temporal da pressão atmosférica em superfície, da temperatura do ar e umidade relativa do ar entre os dias 23/06/2013 a 30/06/2013.	103
Figura 29: Cartas sinóticas da marinha às 12 Z (quadro superiores) e imagens do satélite GOES-12 às 12 Z (quadros inferiores) para os dias 27 e 28 de junho de 2013.....	105
Figura 30: Temperatura Média do Ar Campo II (27/06 a 28/06/2013).....	108
Figura 31: Mapa do desvio padrão da temperatura do ar Campo II (27/06 a 28/06/2013).	110
Figura 32: Evolução da de temperatura média do ar por períodos para o Campo II, de 27 a 28 de junho de 2013.....	111
Figura 33: Variação espaço temporal da temperatura do ar durante o segundo campo na RPC.....	116
Figura 34: Umidade Relativa do ar os experimentos do Campo II de 27 a 28 de junho de 2013.	120
Figura 35: Desvio Padrão Médio da Umidade Relativa do ar durante o segundo campo.	121
Figura 36: Conjunto de mapas de umidade relativa do ar média por períodos durante o 2º trabalho de campo.	123
Figura 37: Variação espaço temporal da umidade relativa ar durante o segundo campo na RPC.....	126
Figura 38: Unidades Topoclimáticas urbanas da RPC.....	131

Lista de Equações

(1) Natureza do Clima Urbano	18
(2) Natureza do Clima Urbano	18
(3) Balanço de radiação	33
(4) Saída de radiação de ondas longas.....	34
(5) Balanço de radiação	34
(6) Balanço energético.....	34
(7) Balanço energético.....	34
(8) IDW	66

Lista de Tabelas

Tabela 1: Classificação das ilhas de calor	37
Tabela 2: Exemplo de correção da temperatura.	63
Tabela 3: Breve caracterização dos seis métodos de cálculo e interpolação de variáveis correlacionadas espacialmente.	65
Tabela 4: Uso e Cobertura da terra na Regional Praia do Canto.	69
Tabela 5: Gradientes térmicos às 9h associados à direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.....	89
Tabela 6: Gradientes térmicos às 15h associados a direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.....	90
Tabela 7: Gradientes térmicos às 20h associados à direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.....	91
Tabela 8: Gradientes higríco às 09 horas associados à direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.....	100
Tabela 9: Gradientes higríco às 15 horas associados à direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.....	101

Tabela 10: Gradientes higrícos às 20h associados a direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.....	101
Tabela 11: Gradientes térmicos às 9h associados à direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.....	117
Tabela 12: Gradientes térmicos às 15h associados à direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.....	118
Tabela 13: Gradientes térmicos às 20h associados à direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.....	118
Tabela 14: Gradientes higríco às 09h associados a direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.....	127
Tabela 15: Gradientes higríco às 15h associados a direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.....	128
Tabela 16: Gradientes higríco às 20h associados a direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.....	128
Tabela 17: Unidades Topoclimáticas Urbanas da Regional Praia do Canto.....	130

Lista de Quadros

Quadro1- Vantagens e desvantagens no processo de mensuração por meio das estações fixas e transectos móveis.....	39
Quadro 2 : Caracterização dos pontos de coleta com o transecto móvel	60

LISTA DE ABREVIACÕES

ASAS – Anticlone Subtropical do Atlântico Sul
BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
BM - Brisa Marítima
CHM – Centro de Hidrografia da Marinha
CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ES – Espírito Santo
FF – Frente Fria
GPS – Global Position System
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC – Ilha de calor
IDW – Inverse Distances Weigth
IJSN – Instituto Jones dos Santos Neves
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
LCGEO – Laboratório de Cartografia e Geotecnologia
MDE – Modelo Digital de Elevação do Terreno
MNT – Modelo Numérico do Terreno
ONU – Organização das Nações Unidas
RMGV - Região Metropolitana da Grande Vitória
PMV – Prefeitura Municipal de Vitória
RPC – Regional Praia do Canto
SCU - Sistema Clima Urbano
SIG - Sistema de Informações Geográficas
SEMFA/SUB - Secretaria Municipal da Fazenda e Subsecretaria de Tecnologia da Informação
SRTM - Shuttle Radar Topography Mission
TGS - Teoria Geral do Sistema
TSUC - Temperatura de Superfície Urbana Completa
UBL - *Urban Boundary Layer* - Camada Limite Urbana
UCL - *Urban Canopy Layer* - Dossel Urbano
UM – Umidade Marítima
UFES - Universidade Federal do Espírito Santo
UTM - Sistema de Projeção Universal Transverso de Mercator
WMO - World Meteorological Organization
WRF - *Weather Research and Forecasting*
ZCAS - Zona de Convergência do Atlântico Sul

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.2 Justificativa e Objetivos	3
2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO	4
2.1 Localização da Área em Estudo	4
2.2 Caracterização da Área em Estudo	6
2.3 Caracterização Climática	6
2.3.1 Dinâmica Atmosférica no Município de Vitória	8
2.4 Caracterização Geológico-Geomorfológica	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: CIDADES E CLIMAS	15
4. REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO: SISTEMA CLIMA URBANO ...	30
4.1 Hierarquias e Escalas	30
4.2 Componente Termodinâmico	33
4.2.1 Ilha de calor	36
4.2.2 Mensuração do componente termodinâmico	38
4.3 Componente físico-químico	40
4.4 Componente hidrometeorológico	42
5. PROCEDIMENTOS TÉCNICO-OPERACIONAIS	43
5.1 Escalas de análise climática	44
5.2 Bases cartográficas	45
5.3 Elaboração do mapa de uso e ocupação da terra e densidade demográfica	46
5.4 Mapa Hipsométrico	46
5.5 Campo térmico e higrômico da Regional Praia do Canto	47
5.5.1 Trabalho em Campo	47
5.5.2 Transectos Móveis	48
5.5.3 Equipamentos utilizados em campo	61
5.5.4 Aferição dos Termo-Higrômetros Datalogger	61
5.5.5 Correção da Defasagem de Tempo	62
5.5.6 Dinâmica Atmosférica	63
5.5.7 Interpolação dos Dados	64
5.5.8 Unidades Topoclimáticas Urbanas da Regional Praia do Canto	67
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	69
6.1 Uso e cobertura da terra e densidade Demográfica na Regional Praia do Canto	69
6.2 Campo I – Condições Atmosféricas	74
6.2.1 Campo I - Análise da temperatura do ar e umidade relativa do ar na RPC ...	77
6.2.2 Temperatura do ar	77
6.2.3 Umidade Relativa do Ar	91
6.3 Campo II - Condições Atmosféricas	102
6.3.1 Campo II - Análise da temperatura do ar e umidade relativa do ar na RPC	105
6.3.2 Temperatura do ar	106
6.3.3 Umidade relativa do ar	119
6.4 Topoclimas da Regional Praia do Canto	129
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	133
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	138
ANEXO	148

1. INTRODUÇÃO

Nos espaços urbanos os problemas ambientais tomam maior proporção, devido ao mau planejamento, do ordenamento territorial ineficiente e do modelo econômico dominante. Em decorrência do uso sem controle e intensivo do território pelas atividades antrópicas. Consequentemente são observados maiores concentrações de poluentes na água, no ar, no solo (LOMBARDO, 1985).

Para Moura (2009) o nível de desenvolvimento de uma região ou cidade é indicado pela intensidade dos processos de urbanização e industrialização. Em geral, esse desenvolvimento, tem acarretado grandes problemas que resultam em degradação ambiental das cidades (GARCÍA, 1992).

Em escala global o crescimento das urbes¹ ao longo do século XX apresentou-se intenso e desigual sobre o espaço, sobretudo, após a Segunda Guerra Mundial. A industrialização foi o principal fator responsável pelas definições das formas de produção e do trabalho, assim como a urbanização gerou a concentração populacional nas cidades (MOURA, 2009; VIANA; AMORIM, 2008; FARIAS; BRANDÃO, 2006).

A urbanização cria, em cada local, um “meio geográfico artificial”, onde é desenvolvido um quadro de vida em que as condições ambientais são alteradas, às vezes com agravo à saúde física e mental da população (SANTOS, 1991).

O quantitativo de população residente em áreas urbanas tem aumentado constantemente e, segundo projeções da Organização das Nações Unidas (ONU) para o ano de 2025, somente na América Latina, 83,6% da população viverá em áreas urbanas. No caso do Brasil, entre 1940 e 1996, a população urbana brasileira cresceu 47,12% (AMORIM, 2000) e, de acordo com Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) a população urbana no Brasil representa aproximadamente 80% das pessoas residentes em cidades.

O processo de urbanização conduzirá à sobrecarga dos recursos naturais, alterando os sítios urbanos, principalmente naqueles em crescimento constante e sem um planejamento adequado (LOMBARDO, 1985). O acelerado crescimento urbano tem

¹ Sinônimo de cidades, municípios.

criado espaços fragmentados com ampla segregação espacial, agravando a desigualdade social e a degradação ambiental (SOJA, 2000).

As transformações sobre a superfície urbana provocam alterações no balanço de energia e hidrológico, influenciando diretamente as variáveis temperatura do ar, umidade, velocidade e direção do vento (OKE, 1987; LANDSBERG, 2006; MONTEIRO, 2003; BRANDÃO, 2003, ANDRADE, 2005).

Devido a essas transformações as cidades geram um clima próprio, ou seja, um clima urbano, que é resultante dos fatores urbanos, do clima regional e do meio físico local (ANDRADE, 2005). Portanto, é possível afirmar que a população local sente primeiro e diretamente seus efeitos, tais como, aqueles ligados ao conforto térmico, à qualidade do ar, aos impactos pluviais, à saúde, todos capazes de deteriorar a qualidade de vida do cidadão (MONTEIRO, 2003; BRANDÃO, 2003).

A ilha de calor (IC) tem sido o fenômeno mais significativo do clima urbano. Sua intensidade depende das condições microclimáticas e mesoclimáticas sobre a cidade, aliando-se, às condições de uso e cobertura da terra, impermeabilidade do solo, geometria das edificações, morfologia, topografia, albedo dos materiais de construção, supressão da vegetação, dentre outros (OKE, 1987; BRANDÃO, 2003; FIALHO, 2009).

As atividades antrópicas desempenham grande importância na alteração dos parâmetros meteorológicos locais, conforme já destacado. Estas modificações, aliadas à posição geográfica das cidades e ao clima local, constituem questão fundamental para um melhor planejamento urbano e, conseqüentemente, para a melhoria na qualidade de vida da população urbana (MONTEIRO, 1991; ASSIS, 2010).

A Regional V- Praia do Canto é atualmente a região com a melhor infraestrutura da cidade de Vitória (ES). As principais obras que alteraram a paisagem “natural” na região originaram do projeto de planejamento urbano e sanitário “Novo Arrabalde” de Saturnino de Brito (1896), no início da década de 1970, com os grandes aterros, substituindo áreas tradicionais de vegetação restinga por prédios, áreas comerciais e residências para classe média alta, e aparecem atualmente na paisagem da região, sob a forma de seus usos diversificados (PMV, 2013).

Diante do exposto, o município de Vitória, no caso da Regional V - Praia do Canto, assim como outros municípios e regiões do Brasil, também se expandiu sem levar em consideração o contexto ambiental, como clima e poluição do ar por exemplo, e as condições necessárias de planejamento para garantir uma boa qualidade de vida.

Desse modo, a presente pesquisa tem por finalidade realizar um estudo de caso de clima urbano no município de Vitória, por meio da coleta e interpretação das variáveis meteorológicas da denominada *Regional V – Praia do Canto*. A escolha do recorte espacial devem-se à intensa verticalização observada nos últimos anos e a densidade populacional observada.

1.2 Justificativa e Objetivos

A Regional V - Praia do Canto no município de Vitória (ES) foi escolhida como área de estudo, em função da intensa verticalização observada nos últimos anos e densidade populacional, conforme mencionado anteriormente. Além disso, existem lacunas de entendimento sobre o comportamento do campo térmico e higríco² nas cidades de clima tropical úmido, sobretudo próximo ao litoral.

O processo de urbanização experimentado pela Regional Praia do Canto (RPC³) desencadeou e continua desencadeando supressão e retração das áreas verdes, contribuindo para a instalação de áreas edificadas e para o desenvolvimento do topoclima urbano.

Entende-se que o conhecimento das condições atmosféricas associado às observações tais de densidade e dimensão da cobertura vegetal, de intensidade de tráfego, da tipologia das construções e das vias de acesso, provê informações mais realísticas sobre o clima da área que se pretende estudar, bem como, sobre seus principais problemas, o que contribui para futuras ações de planejamento.

²Umidade relativa do ar, conforme Assis (2010). Tanto o termo higríco quanto o termo higrométrico serão usados como sinônimo nesta pesquisa.

³Doravante a área em estudo será sempre chamada ao longo do texto pela sigla RPC, que significa Regional Praia do Canto.

Há poucos desenvolvidos estudos para o município de Vitória, em particular para RPC, que tenham proposto o estudo do clima urbano local ou até mesmo mapear a variação espaço-temporal das variáveis meteorológicas na capital capixaba. Portanto, o estudo torna-se justificável em função dos grandes impactos que as estruturas urbanas e as atividades antrópicas causam sobre o clima local.

Este trabalho tem como objetivo geral estudar o comportamento térmico e higrométrico da Regional V - Praia do Canto no município de Vitória (ES), em dois períodos distintos no ano de 2013, um no verão, que representa o período chuvoso e outro no inverno, que representa o período seco da região.

E pretende-se com os objetivos específicos:

1. Avaliar o comportamento térmico e higrício na área em estudo, tanto no período seco (Inverno) como chuvoso (Verão);
2. Analisar influência dos sistemas atmosféricos responsáveis pelo padrão de circulação local na ampliação ou minimização dos núcleos aquecidos e gradientes térmicos sobre o tecido urbano da área em estudo;
3. Avaliar a metodologia de monitoramento da umidade relativa do ar por meio da técnica do transecto móvel;
4. Identificar e mapear as unidades topoclimáticas urbanas, baseando-se na interrelação das variáveis meteorológicas com aquelas do uso e cobertura da terra, densidade demográfica da área em estudo;

2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

No capítulo dois será realizado a caracterização física da área em estudo, onde serão abordados a climatologia, dinâmica atmosférica, geologia e geomorfologia

2.1 Localização da Área em Estudo

O Município de Vitória é a capital do estado do Espírito Santo possuindo uma porção insular e outra continental. Situa-se na região Sudeste do Brasil, localizando-se entre as coordenadas 20°14' e 20°20'S e 40°22'e 40°12'30" W. A área geográfica do município é de 93,38 km², segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2002).

Do ponto de vista populacional, Vitória é um município altamente urbanizado, com uma densidade demográfica de aproximadamente 3.527 hab/km² e cerca de 330 mil habitantes (IBGE, 2010).

A organização político-administrativa do município é regulamentada pela lei 6.077/2003, conhecida como Lei de Bairros. Tal lei municipal serviu como subsídio para uma divisão do município visando o controle administrativo dos serviços públicos, bem como a organização em 83 bairros e 7 regiões administrativas (Prefeitura Municipal de Vitória, 2013).

O Município compreende as seguintes regiões administrativas:

1. Regional Centro
2. Regional Santo Antônio
3. Regional Bento Ferreira/Jucutuquara
4. Regional Maruípe
5. Regional Praia do Canto
6. Regional Continental
7. Regional São Pedro

A Regional V - Praia do Canto, compreende nove bairros e abrange uma área aproximada de 5.315.956 m² (Figura 1). Segundo os dados da Prefeitura Municipal de Vitória-PMV (2013), é a região com melhor infraestrutura do município, abrigando ilhas, praças, praias, com tem intensa atividade de comércio e serviços.

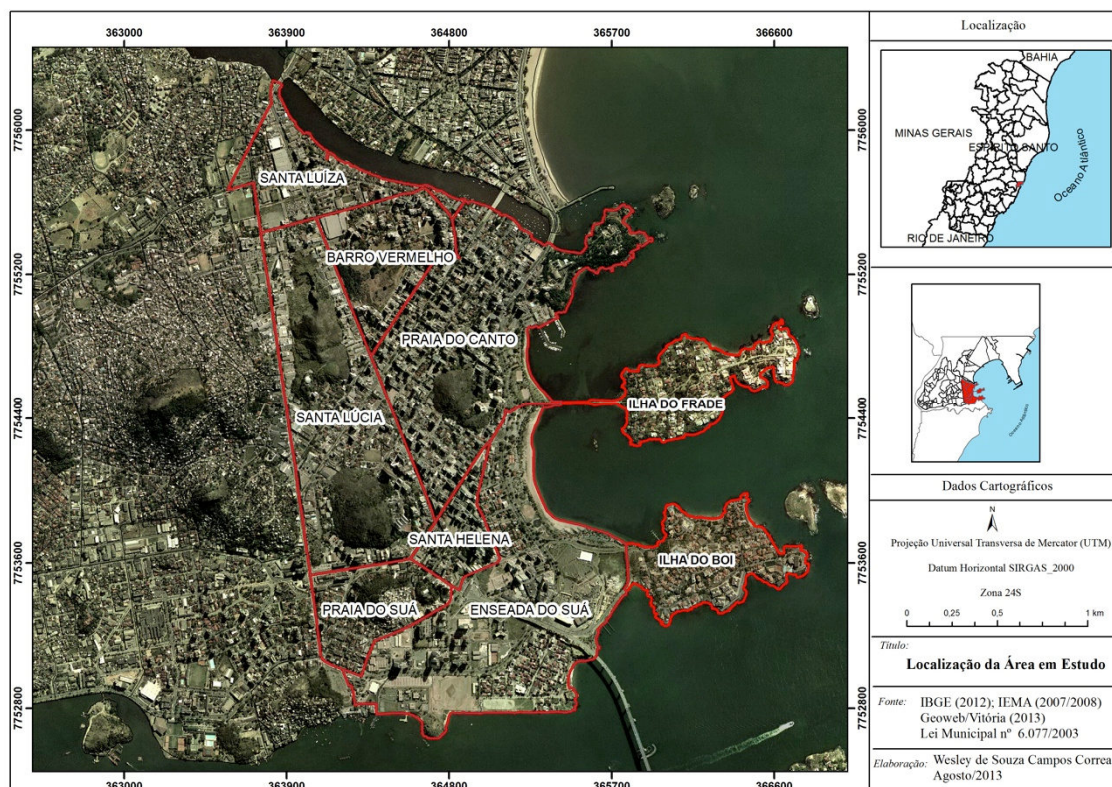


Figura 1: Localização dos bairros da Área em Estudo.

2.2 Caracterização da Área em Estudo

2.3 Caracterização Climática

A Região Sudeste do Brasil é uma região de transição entre climas quentes nas latitudes baixas, e climas mesotérmicos de tipo temperado nas latitudes baixas médias, com regime de chuvas tipicamente de ritmo tropical (NIMER, 1979). O município de Vitória está inserido neste contexto, e segundo classificação proposta por Nimer (1979), caracteriza-se por ser quente e úmido com período subseco no inverno.

De acordo com Koppen, o clima de Vitória, pode ser classificado como Tropical Quente do tipo *Aw*, apresentando uma transição para o *Am*, com chuvas abundantes no verão, sem seca no inverno. A letra *A* representa climas tropicais chuvosos, com estação de inverno ausente, *w* está relacionado à existência de uma estação seca que coincide com o inverno e um período chuvoso que compreende os meses do verão. A letra *m* indica que a

precipitação do mês mais seco é < 60 mm (Figura 2). Essas características estão presentes na Figura 2.

Segundo Correa (2011) para o período de 1978 a 2007, o município de Vitória apresentou totais pluviométricos anuais médios de 1.320 mm, sendo os meses mais chuvosos: novembro, com 199,8 mm, dezembro, com 219,9 mm e janeiro, com 153,7 mm. Estes meses caracterizam-se por serem quentes e úmidos, com temperatura média variando de $24,5^{\circ}\text{C}$ a $27,7^{\circ}\text{C}$ (Figura 02) e com umidade relativa do ar em torno de 75%.

A estação menos chuvosa ocorre entre os meses de maio e setembro, com temperatura média amena alternando entre 22°C e 23°C graus, com baixos índices pluviométricos, que variam entre d 54 mm e 77 mm (CORREA, 2011).

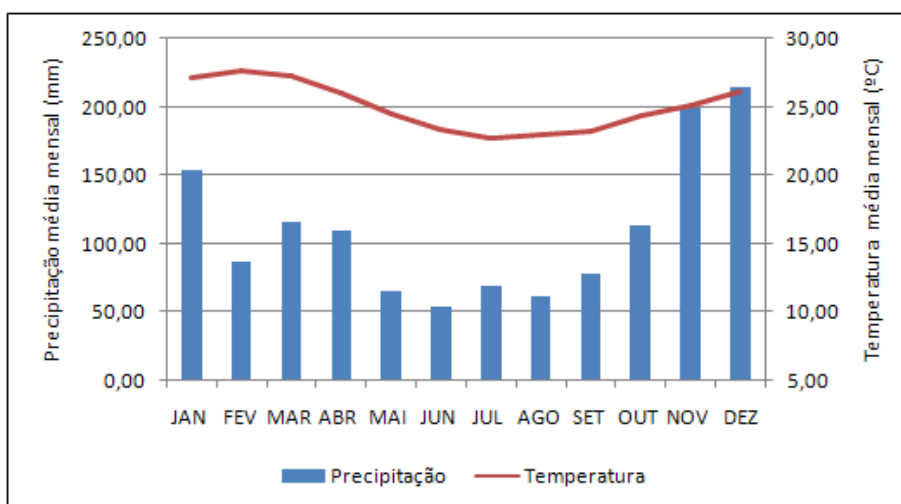


Figura 2 - Comportamento da precipitação média mensal e temperatura média mensal de 1978 a 2007.
Fonte: Correa (2011).

De acordo com Mattiuzzi e Marchioro (2012), para o período de 2000 a 2011, os ventos predominantes no município de Vitória foram do quadrante nordeste, apresentando velocidade média que variava entre as classes $2,1-3,6 \text{ ms}^{-1}$ e $3,6-5,7 \text{ ms}^{-1}$. Segundo Marchioro (2012) a incidência de Frente Frias (FF) e da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) no município de Vitória promove em geral mudanças na direção e velocidade dos ventos, proporcionando, no caso das FF, aumento na sua velocidade e mudança de direção predominante de NE para S; S-SE e S-SW.

2.3.1 Dinâmica Atmosférica no Município de Vitória

Os principais fenômenos meteorológicos, em escala sinótica, que influenciam a variabilidade do tempo no município de Vitória, de maneira geral são a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Frente Fria (FF) e o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) (SANT'ANNANETO, 2005; VAREJÃO-SILVA, 2005; MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007) conforme esquematizado na Figura 3.

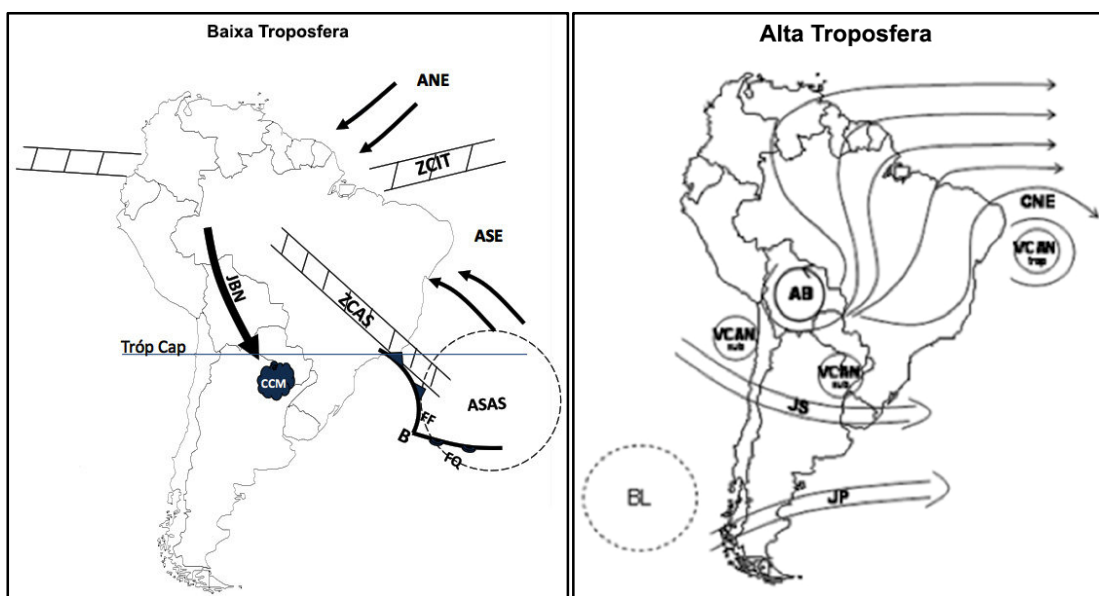


Figura 3: Representação esquemática dos sistemas atmosféricos na baixa e alta troposfera atuantes na América do Sul.

Fonte: Adaptado de Reboita *et al.*, (2010).

O sistema ZCAS é caracterizado por uma banda de nebulosidade orientada na direção noroeste-sudeste que se estende do sul da Amazônia ao Atlântico sul-central por alguns milhares de quilômetros, associado à estacionariedade de frentes frias na região sudeste do Brasil, sendo intensificado pela convergência de calor e umidade, provenientes da região central da América do Sul. A banda de nebulosidade permanece estacionária na região por pelo menos quatro dias, provocando grandes acumulados de precipitação. A ZCAS atua sobre a área em estudo entre outubro e março (SILVA DIAS *et al.*, 1991; KODAMA, 1992; FIGUEROA *et al.*, 1995; QUADRO, 1993; ABREU, 1998; SANT'ANNA NETO, 2005).

No município de Vitória a atuação de três eventos de ZCAS no mês de novembro de 2008 foi determinante para a precipitação acima da média na região em estudo, situação que

ocasionou grandes transtornos à população local, conforme destacou Correa e Albuquerque (2012).

Silva (2013), ao analisar a influência da ZCAS sobre o comportamento pluviométrico no município de Vila Velha⁴ (ES), relacionando-o à ocorrência de inundação, nas estações de primavera e verão estendida entre os anos de 2001 e 2011, concluiu que a ZCAS exerce papel importante no comportamento pluvial, podendo desencadear a ocorrência de desastres naturais, trazido por meio das inundações.

Os sistemas frontais são importantes dinamizadores das condições atmosféricas ao longo do tempo de uma região ou lugar. São característicos das latitudes médias e trazem umidade, ar quente ou ar frio, simultaneamente, e têm representatividade no volume pluviométrico anual e na temperatura do ar (SANT'ANNA NETO, 2005).

Nas regiões sul e sudeste do Brasil, as FF estão associadas a 70% dos padrões sinóticos de ondas de frio, quando atingem a região norte do Brasil, produzem o fenômeno denominado *friagem* (ESCOBAR, 2007).

A incidência de FF sobre o município de Vitória é maior durante o inverno e a primavera, influenciando diretamente nos totais de chuvas. Conforme salientado por Marchioro (2012) no verão, estará associada à ZCAS, influenciando na diminuição da temperatura média no período de incidência, com redução de até 7,1°C, e, o aumento do componente meridional do vento.

No Atlântico Sul, a ASAS é de grande importância para as condições do tempo e do clima da América do Sul. A circulação dos ventos oriundos do anticiclone atua durante todo o ano na parte leste do continente sul-americano ocasionando, com exceção do oeste da Amazônia, ventos de leste a noroeste. No verão, favorece o transporte de umidade nos baixos níveis troposféricos ao longo das ZCAS. No inverno, inibe a entrada das frentes frias e favorece a inversão térmica, aumentando o acúmulo de poluentes na atmosfera (BASTOS; FERREIRA, 2000).

No Brasil, em 1995, a atuação da ASAS, por exemplo, afetou a passagem de sistemas frontais, ocasionando a diminuição da precipitação e o aumento das temperaturas do ar na região central do Brasil. Enquanto que no oceano Atlântico, a ASAS intensificou-se e

⁴ Município compõe a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV). Os dados utilizado no presente trabalho são da estação automática do INMET localizada na Universidade Federal do Espírito Santo.

teve um deslocamento para oeste, favorecendo a precipitação no leste da região nordeste (CLIMANÁLISE, 1995).

A diferença de aquecimento entre o continente e o oceano provoca alguns fenômenos atmosféricos importantes na escala local. A brisa marítima entende-se que atua nas regiões litorâneas ou próximo a grandes lagos e rios. As brisas marítimas formam-se durante o dia quando a temperatura da terra é mais elevada que a temperatura da superfície do mar (OLIVEIRA; SILVA DIAS, 1982). No período noturno o continente e o mar resfriaram-se radiativamente por meio de ondas longas, o que causa um resfriamento da camada do ar adjacente, que será mais intenso sobre o continente também devido a capacidade térmica da água. Logo, este processo de resfriamento diferenciado forma uma massa de ar fria sobre o continente, invadindo o mar, dando origem a um fluxo de ar proveniente do continente, denominado de Brisa Terrestre (OLIVEIRA; SILVA DIAS *op. cit.*).

Segundo Reboita *et al.*, (2010), o transporte de umidade pela brisa marítima para o continente durante o dia pode fornecer umidade, para outros sistemas atmosféricos, favorecendo a ocorrência de precipitação.

O litoral da região sudeste do Brasil recebe influência da circulação de brisa. Para Freitas e Silva Dias (2004), a umidade conduzida por este fenômeno é transportada para níveis mais altos da atmosfera e, sob condições “ideais”, há formação de células convectivas ou supercélulas.

Inouye e Camargo (2008) propuseram determinar o comportamento das brisas marítima/terrestre na região costeira e oceânica do Espírito Santo. Os autores observaram que, nos meses de abril a julho em Vitória a célula de brisa apresenta pequeno componente meridional de Sul. Os autores identificaram comportamentos distintos da célula de brisa entre a parte norte e parte sul da região costeira do estado, verificaram que a intensidade e duração da brisa marítima em Vitória é significativamente maior do que na região norte do estado, provavelmente devido a diferente de uso e cobertura da terra (INOUE; CAMARGO *op.cit.*).

2.4 Caracterização Geológico-Geomorfológica

A hipsimetria do município varia desde áreas na região litorânea, planas no nível do mar e elevações superiores a pouco mais de 300 metros de altitude. O município de Vitória é uma ilha e sua topografia é constituída de planícies no entorno do Maciço Central e uma série de afloramentos graníticos, conforme pode ser indicados na Figura 4.

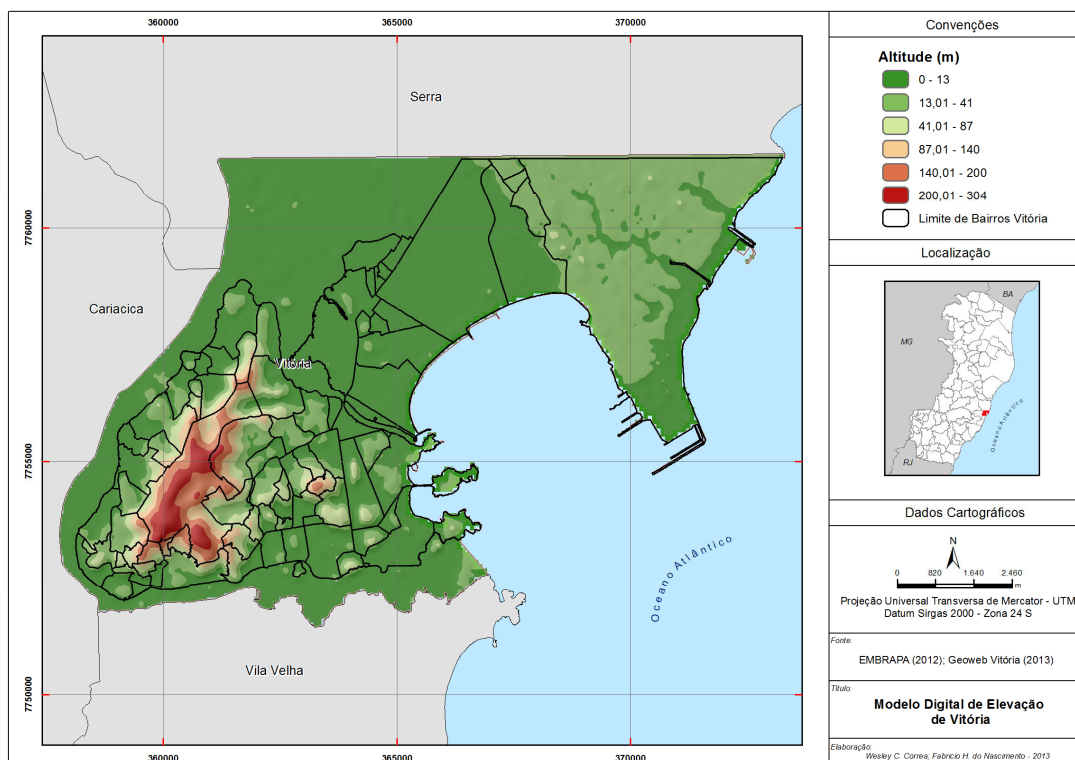


Figura 4: Mapa hipsométrico do município de Vitória. Elaboração do Autor.

É possível observar na Figura 4 que a RPC está sobre a região de maciços costeiros e que há alguns maciços costeiros nos bairros de Santa Lúcia, Praia do Canto, Praia do Suá e Barro Vermelho, cuja altitude não ultrapassa 87 metros.

Em relação ao quadro geológico, o município de Vitória está inserido na porção leste do Complexo Paraíba do Sul, na Suíte Intrusiva do Espírito Santo. As rochas graníticas de idade pré-cambrianas relacionadas com a evolução de um ambiente colosional durante o final do Ciclo Brasileiro e os seus estágios posteriores são predominantes na área em estudo (RADAMBRASIL, 1983).

No litoral do Espírito Santo, a unidade morfoestrutural do embasamento cristalino, remanescentes da Serra da Mantiqueira e composta por Granitoides, Granitos e Dioritos de idade pré-cambrianas. Com a associação desses elementos ocorrem os depósitos sedimentares continentais representados pela Formação Barreiras e os depósitos fluviomarinhas (Figura 5), do período Cenozóico (RADAMBRASIL, 1983).

A região do entorno da baía de Vitória, abrange vários municípios, apresentando uma grande complexidade geológica e geomorfológica, onde está localizado o relevo esculpido nas estruturas do Pré-Cambriano, ora compõe faixas contínuas mais afastadas do mar, ora pontilha a planície costeira em contato direto com o mar ou com as águas da baía de Vitória. Os terrenos Pré-Cambrianos encontrados no município são constituídos por intrusões graníticas, formando o Maciço Central (Morro da Fonte Grande) e vários morros isolados (VALE, 2004).

Ao norte da ilha de Vitória, nota-se a presença dos terrenos terciários da Formação Barreiras, entalhados por uma rede de drenagem paralela, cujo contato com o mar dá-se, atualmente, apenas em alguns pontos como na Ponta de Tubarão. O Quaternário indiferenciado (continental) ocorre de forma dispersa, sobretudo nos fundos dos vales entalhados no Pré-Cambriano, cujos sedimentos são compostos por aluviões e coluviões. Ocorrem ainda os depósitos pleistocênicos com areias marinhas bem selecionadas cuja coloração escura lhes confere a presença de matéria orgânica de origem secundária com certa coesão (VALE, 2004).

Destaca-se que os terrenos pré-cambrianos encontrados no município são constituídos por intrusões graníticas, formando o Maciço Central (Morro da Fonte Grande) e vários morros isolados, alguns desses morros podem ser observados na área em estudo, conforme pode ser mostrado na Figura 5. Também é possível observar na área em estudo RPC, depósitos Quaternários do período Holoceno, bem como, Quaternário indiferenciado (continental).



Figura 5: Mapa Geológico de Vitória.
Fonte: Pinheiro (2011)

Finalmente, ocorrem os depósitos holocênicos, que estão representados pelos manguezais atuais, sobretudo ao norte da ilha de Vitória, onde contribuem com a formação vegetal da ilha do Lameirão, formam o exuberante delta do rio Santa Maria da Vitória. Ocorrem também areias marinhas litorâneas bem selecionadas, compondo praias atuais, como a praia de Camburi e as praias ao norte da Ponta de Tubarão e os sedimentos lagunares ou de fundo de baía, indiferenciados (VALE, 2004).

Em relação ao quadro geomorfológico, as unidades, encontradas em Vitória, baseadas no RADAMBRASIL (1983) e Levantamento Geomorfológico do Espírito Santo, realizando pelo Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN, 2012), são colinas e maciços costeiros, planícies e tabuleiros costeiros (Figura 6).

As Planícies costeiras distribuem-se irregularmente entre o Oceano Atlântico e os Tabuleiros Costeiros englobando faixas de praias e as desembocaduras dos rios que se dirigem ao litoral. Sua fisionomia se deve a ação combinada das correntes marinhas paralelas à costa, aos aportes fluviais e às ações eólicas, variáveis de acordo com as modificações climáticas.

Os Tabuleiros Costeiros distribuem-se basicamente desde o sopé das elevações cristalinas representadas pelas Unidades Chãs Pré-Litorâneas, Depressão Marginal, Patamares Escalonados e Baixadas litorâneas, até as Planícies Quaternárias. Possuem sedimentos cenozóicos do Grupo Barreiras, constituídos de areias e argilas com eventuais linhas de pedra, dispostos em camadas com espessura variada (IJSN, 2012).

Por fim, as colinas e maciços caracterizam-se por ser uma área de topografia deprimida, com reduzidos valores altimétricos em relação a outras unidades, refletindo estrutura fraturada e dobrada.

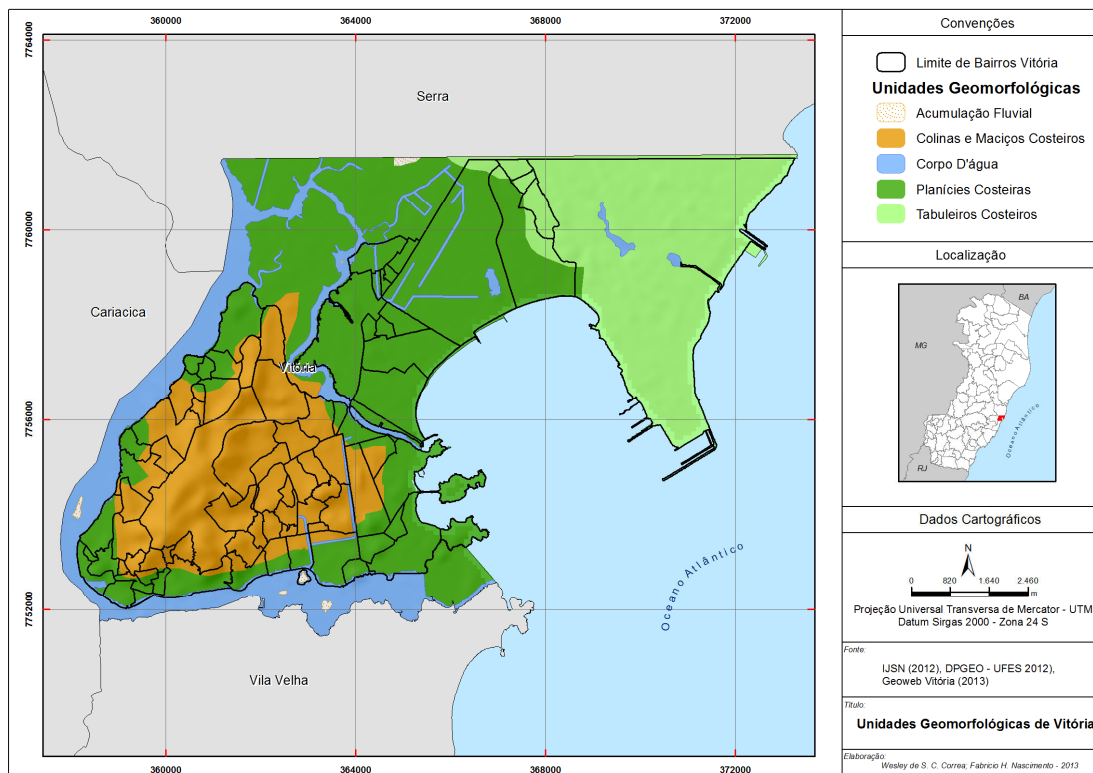


Figura 6: Unidades Geomorfológicas do município de Vitória. Elaboração do autor.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: CIDADES E CLIMAS

Neste capítulo são realizadas algumas considerações a respeito de estudos que se propuseram analisar o clima urbano em várias regiões do mundo e do Brasil, bem como sobre os trabalhos mais recentes. Também são apresentados os estudos de tempo e o clima para o estado do Espírito Santo.

Inúmeras pesquisas apresentam a cronologia acerca dos estudos de climatologia urbana, entre eles Oke (1984), Yoshino (1991) e Alcoforado (1999).

Os trabalhos que abordam os efeitos do clima na cidade e a relação entre clima e o planejamento urbano não são recentes. Conforme afirma Potcher (1989), por volta de 500 a.C. as condições do clima já eram consideradas no planejamento das cidades gregas. O engenheiro e arquiteto romano Marcus Vitruvius, no princípio da era cristã, estabeleceu as

colinas como o local ideal para construção, alegando ser melhor local para saúde e livre de nevoeiros e geadas (YOSHINO 1991; ALCOFORADO, 1999).

Os trabalhos de Luke Howard (1772 – 1864) em Londres, e de Émilien Renou (1815 – 1902), em Paris, marcaram o princípio da investigação sistemática sobre clima urbano, na segunda metade do século XIX. Neste período outros estudos também se destacaram: Wittwer (1860) referente à Baviera, Kremser (1886) sobre Berlim e Julius Von Hann (1885) (OKE, 1984; ALCOFORADO, 1999).

Os primeiros estudos sobre clima urbano foram baseados na análise da diferença térmica entre as estações localizadas em áreas urbanas e áreas rurais. O trabalho de Luke Howard (1883) propôs a análise dessa diferença em função das emissões de poluentes atmosféricos, destacando os efeitos negativos da superfície pavimentada nas áreas urbanas e a menor quantidade de vegetação, resultando na elevada absorção da radiação solar em Londres. Esta pesquisa foi consolidada por Chandler em 1965 (FREITAS, 2009).

Os primeiros trabalhos de clima urbano sofreram uma avaliação inadequada dos dados usados para obter os resultados. Em países de tradição naturalista, como Alemanha, Áustria e Suíça, os pesquisadores concluíram a falta de representatividade das estações meteorológicas como o principal problema, visto que não contemplava vários pontos das cidades. Por esta razão, foram introduzidas as medições itinerantes, primeiro à pé e, posteriormente, de bicicleta. Para Alcoforado (1999), foi Wilhem Schmidt quem iniciou as investigações sistemáticas em climatologia urbana, incluindo estudos fenológicos em Viena e arredores (ALCOFORADO, 1999; LANDSBERG, 2006).

Em 1937 foi editado o primeiro manual de climatologia urbana por Kratzer, que analisa as modificações dos diversos elementos do clima pelas edificações e pelas atividades humanas. Com o fim da Segunda Guerra Mundial estes estudos intensificaram em várias partes do mundo, a princípio na Europa e depois na América do Norte. Inicialmente por Meteorologistas e depois por Geógrafos e Climatólogos (OKE, 1984; ALCOFORADO, 1999; VIANA, 2006).

Na década de 1950, Lewis Mumford⁵ professor de planejamento da universidade da Pensilvânia citado por Assis (2010), realizou trabalhos de clima das cidades em regiões temperadas como subsídio ao planejamento urbano.

A partir da década de 1970 a *World Meteorological Organization* (WMO) – Organização Mundial de Meteorologia (OMM) propõe-se a informar sobre as questões climáticas e o uso das fontes de energia e suas implicações na saúde da população, indicando medidas e ações relacionadas ao clima das cidades e ao tratamento dos espaços públicos, por meio do documento *Urban Design in Different Climates* e também incentivando estudos de clima urbano (FREITAS, 2009; VIANA, 2006).

Oke (1974) traçou o perfil das ilhas de calor dos grandes centros urbanos. Em sua pesquisa descreveu que o centro é o local da cidade com maior atividade antrópica, geralmente caracterizado por ser mais quente que as áreas residenciais (periferias). Este perfil ficou conhecido como “perfil clássico das ilhas de calor” (Figura 7), destacando o centro da cidade como o “pico” (*peak*) da cidade. Conforme aumenta a distância do centro, a temperatura diminui gradativamente, chegando ao “*plateau*”. Oke (*op.cit.*) também destaca que o limite entre a área urbana e rural é representada pela queda brusca de temperatura, conceituado como “*penhasco*” (*cliff*).

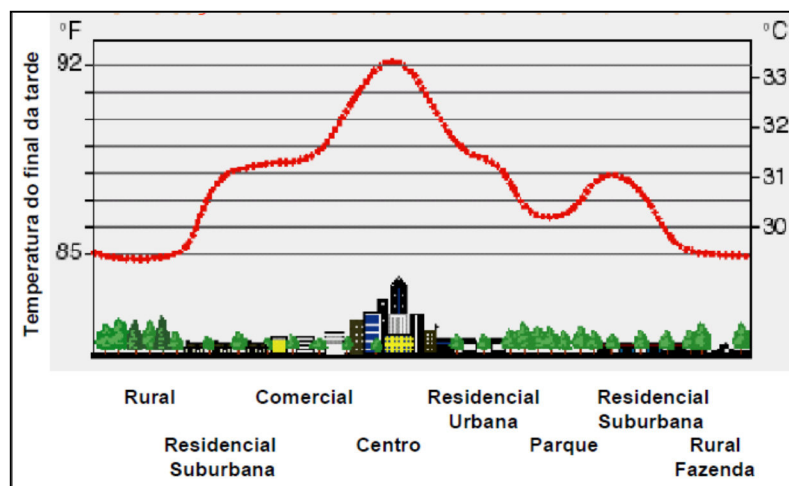


Figura 7: Esboço de um perfil de ilha de calor urbano
Fonte: Adaptado de EPA (1992).

⁵MUNFORD, L. The natural history of urbanization. Chicago, 1956.

Com o intuito de proporcionar melhor entendimento sobre a dimensão espacial e temporal típicas dos processos atmosféricos sobre a região ou cidade (Figura 08), Orlansky⁶ citado por Andrade (2005), distinguiu a atuação dos fenômenos em várias escalas: *microescala*, cuja dimensão típica é de até 2 km de extensão, *mesoescala* de 2 km a 2000 km extensão e *macroescala* com extensão maior que 2000 km. Sendo que os fenômenos urbanos restringem-se a dimensão de espaço e tempo que configura a microescala (para os elementos individuais), e a mesoescala, para áreas metropolitanas (ANDRADE, 2005).

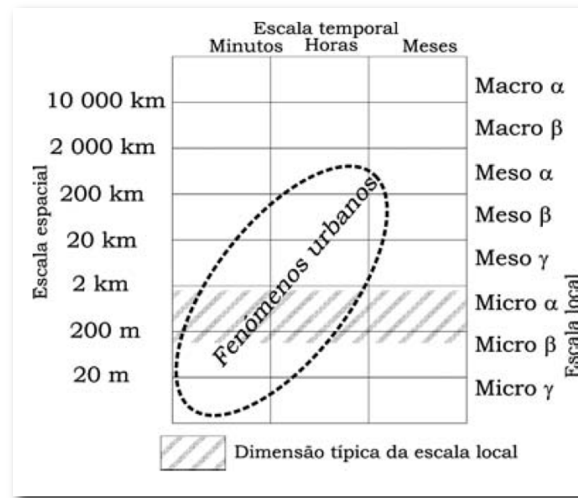


Figura 8: Dimensão espacial e temporal típicas dos processos atmosféricos e área relevante para os fenômenos urbanos.

Fonte: Adaptado de Andrade (2005)

Em 1977, William Lowry estabelece a natureza do clima urbano através do modelo conceitual que prescreve a interação entre o clima regional, os fatores urbanos e o meio físico existente através da seguinte equação:

$$M_{i,t,x} = C_{i,t,x} + L_{i,t,x} + U_{i,t,x} \quad (1)$$

Ou:

$$M(i,t,x) = C(i,t,x) + L(i,t,x) + U(i,t,x) \quad (2)$$

Sendo M o valor assumido para uma determinada variável do clima, em uma determinada localidade x , no instante t para tempo i , C é a componente regional, L a componente local devido aos elementos não urbanos, como relevo, e U a componente urbano. Logo, o clima

⁶ORLANSKY, I. Rational subdivision of scales for atmospheric processes. Bull. Amer. Met. Soc., 56: 527-530. In: ANDRADE, H. O clima urbano: **Natureza, escalas de análise e aplicabilidade**. Finisterra, Lisboa, v. 50, n. 80, 2005. pp. 67-91.

urbano é resultante da interação entre os fatores urbanos o clima regional e o meio físico existente (LOWRY, 1977; ANDRADE, 2005).

O trabalho de Landsberg (1981), que fomentou aportes teóricos para a compreensão do clima urbano em uma cidade. Em suma, a pesquisa elucida que o clima urbano é a alteração substancial de um clima local, mesmo não sendo possível estabelecer o ponto de concentração populacional ou densidade de edificações que essa notável alteração proporciona (VIANA, 2006; FIALHO, 2009; ASSIS, 2012).

Oke (1984)⁷ elabora o conceito de meteorologia urbana e climatologia urbana. Para o autor meteorologia urbana é o “estudo dos processos físicos, químicos e biológicos que atuam mudando a composição da atmosfera nas cidades” e climatologia urbana é “o estudo dos estados atmosféricos mais frequentes”.

Outra proposta importante de Oke (1987) é a divisão atmosférica em *Urban Boundary Layer* - UBL (camada limite urbana) e *Urban Canopy Layer* - UCL (dossel urbano). Tal divisão pode ser observada na Figura 9 que apresenta a estratificação vertical da atmosfera proposta por Oke (1987).

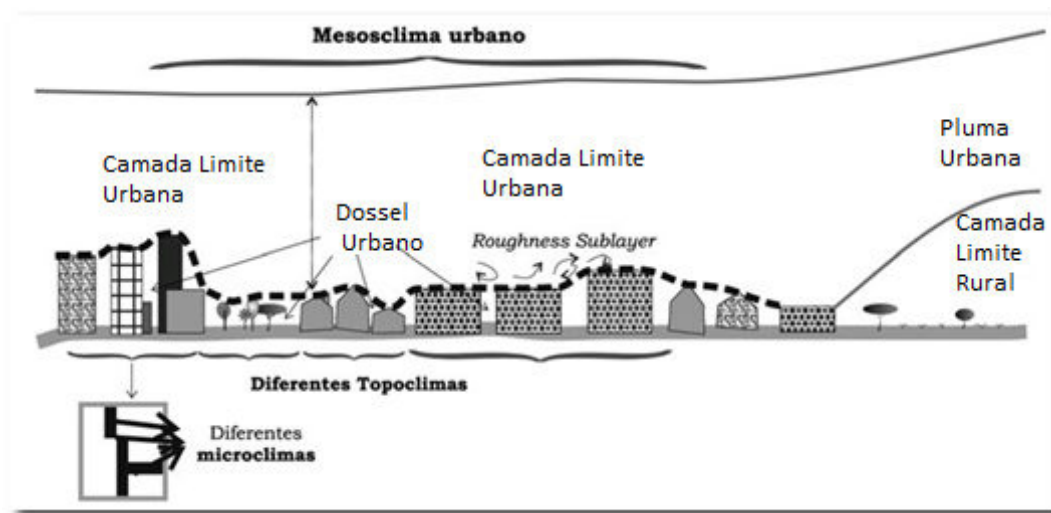


Figura 9: Estratificação vertical da atmosfera urbana, segundo proposta de Oke (1987).
Fonte: Adaptado de Andrade (2005).

⁷ Oke, T.R. (1984b) – Métodos in urban Climatology. Zücher Geographische Schriften. Applied Climatology, 25th International Geographical Congress Symposium n° 18: Applied Geography Zurich, 19: 19-30. IN. ANDRADE, H. O clima urbano: *Natureza, escalas de análise e aplicabilidade*. Finisterra, Lisboa, v. 50, n. 80, 2005. pp. 67–91.

Na Europa foram desenvolvidos importantes estudos, como o de Gómez e Garcia para Madrid, Espanha em 1984 e do Johnson (1985) para Birmingham, Reino Unido, onde observaram a existência de ilha de calor nessas localidades (VIANA, 2006; AMORIM, 2012).

Lee (1990) concluiu que a cidade de Londres, no período de 1962 a 1989, teve amplitude térmica do ar entre duas áreas distintas. O período noturno apresentou o aumento de temperatura média do ar e, a temperatura média durante o dia apresentou diminuição. O autor ainda concluiu que o padrão das edificações e construções urbanas e o consumo de energia estão diretamente relacionados ao fenômeno da ilha de calor.

Karaca et al., (1995) analisaram a mudança no clima regional e investigaram os efeitos da urbanização sobre os climas de grandes cidades da Turquia, tais como Istambul e Ankara, com base em séries temporais de temperatura do ar. Em Istambul, os autores evidenciaram que as diferenças de temperaturas mínima e média mostraram tendência de alterações do clima a longo prazo e que a urbanização pode ter afetado o clima da cidade predominantemente à noite.

Garcia (1995) organizou um interessante fluxograma representativo da formação do clima urbano que se inicia a partir do clima regional e divide em espaço urbano em espaço construído e atividade humana, conforme pode ser visto na Figura 10 de Amorim (2012). Esse fluxograma ressalta, por um lado, a importância do tipo de material utilizado para construção e suas consequências, tais como a inércia térmica e por outro, evidencia as atividades humanas como responsáveis pelo calor antrópico. Ambos os fatores realçados por Garcia (*op. cit.*) convergem para o aumento da temperatura e a consequente formação da ilha de calor.

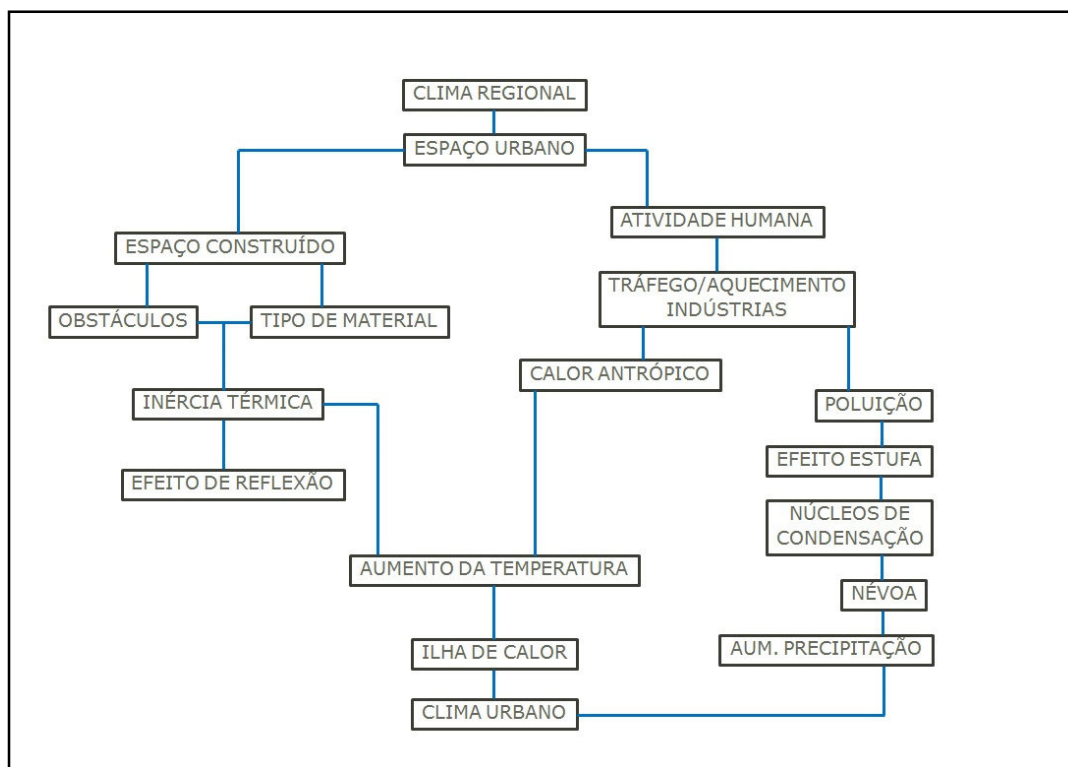


Figura 10: Fatores que interferem na formação do clima urbano.

Fonte: Adaptado de Amorim (2012, p.65).

Sobre as escalas do clima urbano, Oke (2004)⁸, dividiu-as em micro, local e meso, conforme visto na Figura 11. A micro escala considera que toda superfície ou objeto detém seu próprio microclima. Nela a temperatura das superfícies pode variar em muitos graus em pequenas distâncias e a natureza dos elementos meteorológicos está condicionada fundamentalmente pelos fatores do entorno imediato muito mais que pelos fatores locais. A escala local está associada ao clima também chamado “local”. Nesta escala, trabalha-se com dados de 30 anos de médias climáticas e com parâmetros da evolução urbana. A escala mesoclimática equivale ao clima regional, sobretudo da formação topográfica e pela latitude, recebendo influência das massas térmicas, que, além de suas características originais, durante sua trajetória recebem influência de outras massas térmicas e do mar. Estes dados normalmente são fornecidos por estações meteorológicas que descrevem o clima de forma genérica de um estado ou de um país, com detalhes de insolação, nebulosidade, precipitação, temperatura e umidade (COSTA, 2007).

⁸ OKE, T.R. Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites. **IOM Report, TD**. In press, World Meteorological Organization, Genova, 2004. Citado por: COSTA, A.D.C.: **O revestimento de superfícies horizontais e sua implicação microclimática em localidade de baixa latitude com clima quente e úmido**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2007. 242f.

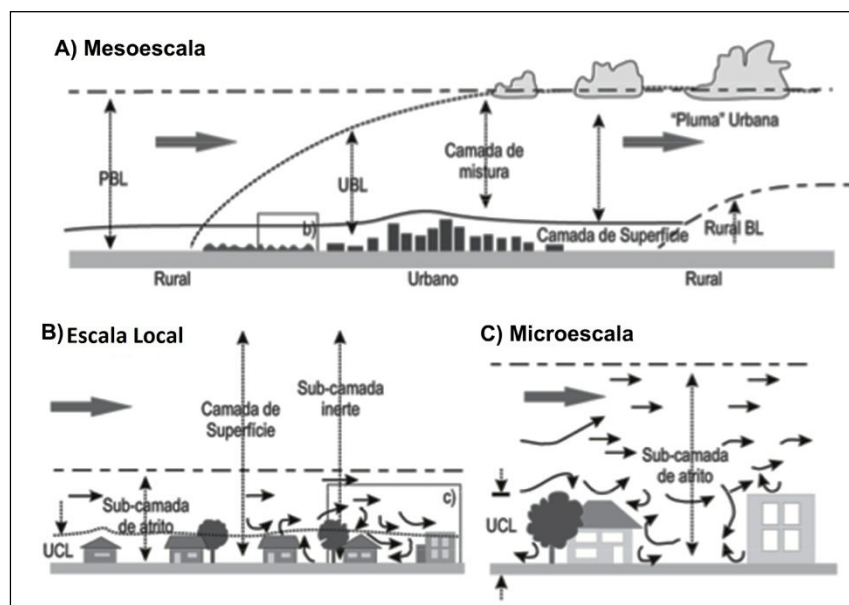


Figura 11: Esquema de escalas climáticas segundo Oke (2004).

Fonte: Adaptado de Costa (2007).

Kolokotroni *et al.*, (2005) notaram diferenças entre as temperaturas do ar o centro de Londres e da região rural circunvizinha. A maior diferença de temperatura entre os locais ocorreu sempre à noite. Os autores observaram o aumento de temperatura na madrugada. Entretanto, na região rural essa variação não foi tão intensa.

Stewart e Oke⁹ (2009), criaram uma classificação centrada na paisagem ilustrada na (Figura 12). Segundo os autores o conceito de *Zonas climáticas local* deriva da divisão lógica da paisagem em uma hierarquia de subclasses, cada uma diferenciada pelo tipo de cobertura de superfície (fração interna, umidade do solo, albedo), a morfologia de superfície (fator de visão do céu, altura de rugosidade) e pela atividade cultural (fluxo de calor antropogênico).

⁹A expressão “zonas climáticas” não será utilizada, pois, julga-se que o termo “Zona Climática” já é consagrado para a divisão dos macroclimas da terra (biomas da Terra), assim utilizar-se-á o termo “Unidades Climáticas” como fizeram Alcoforado *et al.*, (2005) e Assis (2010).

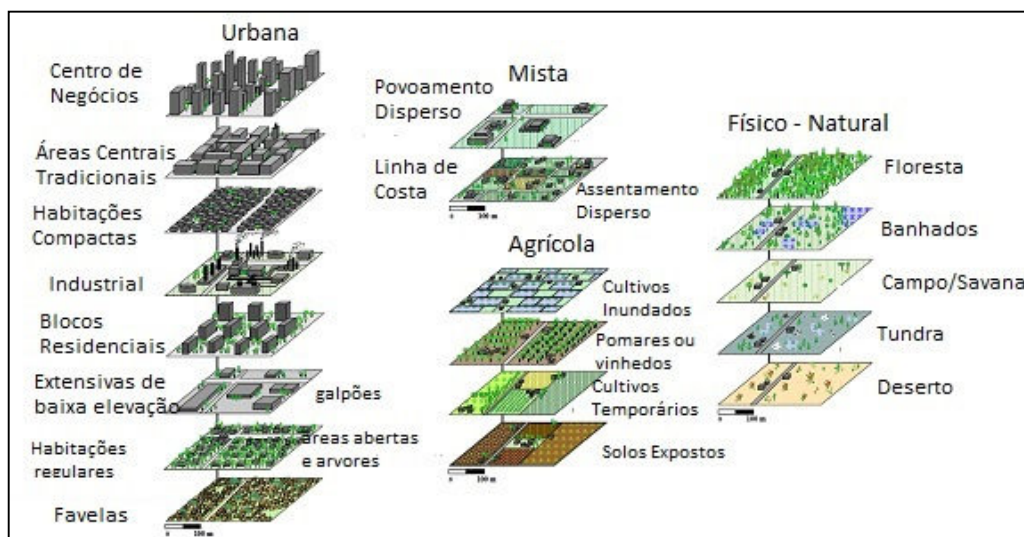


Figura 12: Unidades Climáticas Local.

Fonte: Adaptado pelo autor de STEWART e OKE (2009).

A divisão da paisagem criada por Stewart e Oke (2009) contém quatro categorias: urbana, agrícola, natural e mista. A *urbana* é representada por áreas fortemente alteradas pela construção de edificações e estradas; a *agrícola* por áreas de cultivo dos solos e criação de animais; enquanto que a *físico-natural* por áreas que mantêm a cobertura nativa da superfície e a categoria “mista” representa a mistura dos tipos urbano, agrícola e do natural da paisagem.

Na América do Norte, os estudos de clima urbano estiveram voltados para cidades de pequeno e médio porte, ou até mesmo para comparações entre campus universitário com dados de aeroportos como os realizados por Hutcheon (1990) e Kopec (1990)¹⁰ conforme retrata Viana (2006). A mesma autora ainda relata que o enfoque em áreas de clima temperado esteve associado primeiramente, com a poluição do ar e alterações no ambiente urbano e posteriormente, com a análise da estrutura vertical da atmosfera sobre a cidade. Tal afirmação pode ser encontrada nos trabalhos dessa natureza como em Fenger (1999), Bourbia e Boucheriba (2010).

No final do século XX, os trabalhos de clima urbano na Europa e América do Norte apresentaram consolidação os métodos e técnicas de pesquisa e monitoramento, tendo como foco os processos e estados atmosféricos sobre a cidade que são subsídio para a modelagem física e numérica dos fenômenos do clima urbano. Aproximadamente neste

¹⁰ Hutcheon (1990) e Kopec (1990) In: Viana (2006).

mesmo período, tem início também um grande interesse pelos estudos em áreas tropicais (ASSIS, 2005).

Na América Central mais especificamente na Cidade do México, Ernesto Jauregui (1973) mostrou que os processos antropogênicos, como a construção de prédios, têm favorecido a diminuição da ventilação e auxiliado a formação da ilha de calor. O autor também descreve que a grande concentração de poluentes na atmosfera tem aumentado na Cidade do México e agravando em períodos não chuvosos.

Na América do Sul destacam-se alguns trabalhos como os de Angel *et al.*, (2010), para o município de Bogotá, Colômbia, em que os autores evidenciam as ilhas de calor da cidade, produzidas pela supressão vegetal e pavimentação asfáltica da superfície da terra, para implantação de avenidas e grandes construções.

Cammiloni e Barrucand (2010) que estudaram o clima urbano de Buenos Aires-Argentina, concluíram que a intensidade da ilha de calor é mais forte durante os meses de verão e apresenta um efeito "inverso" durante à tarde da mesma estação. Durante o inverno, o efeito da ilha de calor urbano é mínimo.

Os estudos de clima urbano em cidades de clima tropicais ainda são recentes e em menor quantidade comparando-se com os trabalhos de clima urbano realizados para áreas de clima temperado, no caso, Europa e América do Norte. Embora este número venha crescendo consideravelmente nos últimos anos, o tardio início pode ser explicado, entre outros motivos, pela carência de recursos financeiros destinados à pesquisa à formação de pessoal técnico qualificado, além de um quantitativo insuficiente de postos meteorológicos (MENDONÇA, 2003).

Assis (2005) ressalta que enquanto as pesquisa na Europa e América do Norte aprofundaram-se na modelização física e numérica boa parte dos estudos em áreas tropicais tem focalizado a abordagem descritiva das ilhas de calor e da qualidade do ar, com pouca atenção à abordagem de balanço energético, modelagem e desenvolvimento de aplicações para o planejamento urbano.

No Brasil, em virtude do agravamento de problemas de origem ambiental a partir das décadas de 1960, 1970 e 1980 os estudos de clima urbano intensificaram e ganharam uma nova base teórica com a obra do geógrafo Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro intitulada *Teoria e Clima Urbano*.

Monteiro (1976; 2003) analisa o papel do clima na definição do *sistema geográfico ambiente* e a organização espacial-econômica de São Paulo, sugerindo uma análise sistêmica de entrada de fluxos de energia determinados pelas variáveis atmosféricas e demais elementos do meio urbano que acabam impactando a vida humana no desgaste funcional e ambiental. O autor trata o clima urbano como uma das variáveis para compreensão da cidade, propondo uma análise dinâmica, baseando-se nas inter-relações espaço e tempo.

Para Monteiro (1976; 2003 p. 19), *clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização*. Afirmar ainda que o clima urbano é um sistema complexo, no âmbito da Teoria Geral do Sistema (TGS), de Bertalanffy (1968), aberto, adaptativo, que importa, transforma, incorpora e exporta energia para ambiente maior em que se insere, transformando-o substancialmente.

Assim, Monteiro (1976) desenvolve uma metodologia de análise onde considera o clima urbano um sistema, chamando-o de Sistema Clima Urbano (SCU), composto de três subsistemas ou canais com base na percepção humana, a saber: o termodinâmico, que se refere ao conforto térmico, o físico-químico que corresponde à qualidade do ar e o hidrodinâmico, referindo-se ao impacto meteórico.

Após as concepções metodológicas e teóricas formulada por Carlos Augusto Figueiredo Monteiro, vários trabalhos de climatologia urbana foram realizados no Brasil. Inicialmente mais focados para localidades do estado de São Paulo e posteriormente para outras localidades brasileiras, de forma a incorporar uma análise mais geográfica e sistêmica nas análises.

Vários trabalhos fazem um minucioso levantamento da cronologia dos estudos em climatologia urbana e climatologia no Brasil, principalmente após obra de Monteiro de 1976. Dentre eles, importantes contribuições são os trabalhos de Mendonça (2003), Zavattini (2004), Assis (2006b), Fialho (2009; 2010).

Tarifa (1977) comparou a temperatura e a umidade do ar na área urbana e rural de São José dos Campos (SP), concluindo que as áreas urbanas atingiram valores de temperaturas superiores entre 1°C e 3,4°C em relação à área rural.

Danni (1980) estudou os aspectos de temperatura do ar na cidade de Porto Alegre (RS), observada durante o outono e o início do inverno. Sampaio (1981) procurou relacionar o

uso do solo e a elevação da temperatura interna do ar no ambiente urbano, analisando o caso de Salvador (BA) (LOMBARDO, 1985).

Lombardo (1985) analisou a dinâmica da ilha de calor da cidade de São Paulo a partir de imagens de satélites, na faixa do infravermelho. O estudo mostrou que as remoções da cobertura vegetal e a impermeabilização do solo, com espessas camadas de asfalto e cimento, impossibilitando a infiltração das chuvas, modificando o regime de escoamento superficial e a evaporação da água do solo, o que implica na redução da umidade relativa do ar, causando alterações nos sistemas naturais, proporcionado pela ação antrópica. O estudo também mostra que a maior evidência diurna da ilha de calor ocorreu a partir das 15 horas e com intensidade significativa até às 21 horas.

Intitulado *Por um Suporte Teórico e Prático para Estimular Estudos Geográficos de Clima Urbano*, Monteiro (1990) publica três artigos pela Revista Geosul, da Universidade Federal de Santa Catarina, com o objetivo de auxiliar nas pesquisas do clima urbano. Nestes trabalhos o autor afirmou que para se realizar o estudo do clima urbano é necessária a realização de análises meteorológicas sobre as cidades, considerando-as como “fatos geográficos”, definindo, assim, uma estratégia de abordagem para se conduzir as pesquisas.

Mendonça (1995) estudou a cidade de Londrina (PR) e propôs uma metodologia para analisar o clima urbano de cidades de médio e pequeno porte, para subsídio ao planejamento urbano. O autor concluiu que os fatores mais expressivos que atuam na determinação do clima urbano de Londrina, estão ligados às atividades humanas regionais e urbanas, às atividades agrícolas e à urbanização. O autor também concluiu que os dados evidenciaram a formação do perfil térmico urbano de Londrina muito próximo do hipotetizado por Oke (1974).

Brandão (1996; 2003), utilizando-se das propostas de Monteiro (1976), concluiu que as ilhas de calor na cidade do Rio de Janeiro, foram formadas em consequência da diversidade de seus sítios com microclimas próprios. A autora também concluiu que a maior intensidade da ilha de calor na cidade do Rio de Janeiro manifestou-se às 15h e às 21h, sendo modulada pela atuação da Alta Subtropical do Atlântico Sul e pelas massas de ar frio em processo de *tropicalização*.

Sette (1996) estudou o clima urbano de Rondonópolis (MT), aplicando análise rítmica apresentado em Monteiro (1971), associando as variáveis atmosféricas à circulação a circulação atmosférica regional. Tal análise subsidiou o conhecimento do clima da cidade, bem com direcionou as pesquisas voltadas para análise ambiental na região.

Amorim (2000) estudou a cidade de Presidente Prudente (SP) analisando os efeitos da proximidade do Trópico de Capricórnio no clima urbano e concluiu que a ilha de calor formou-se tanto no inverno quanto no verão no período da tarde.

Com o intuito de contribuir para a compreensão do clima e seus elementos, na produção do espaço urbano, na qualidade ambiental e da vida nas cidades, Sant'Anna Neto (2002), compilou vários estudos sobre o clima das seguintes cidades brasileiras: Sorocaba, Penápolis e Presidente Prudente, em São Paulo, Petrópolis, no Rio de Janeiro, São Luiz, no Maranhão, Aracaju, em Sergipe, Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

Destaca-se o levantamento realizado por Sant'Anna Neto (2004) das principais obras de tempo e clima do Brasil, para o período de 1754 a 1942. Neste trabalho, Sant'Anna Neto, resgatou as contribuições de Frederico Draenert, Henrique Morize, Carlos Delgado de Carvalho, Afrânio Peixoto, Joaquim de Sampaio Ferraz e Belfort de Mattos, pioneiros nos estudos atmosféricos em uma época em que havia uma complementariedade entre meteorologistas, politécnicos e geógrafos, que foram importantes para construir a base de conhecimento de tempo e clima do nosso país, conforme afirma o autor.

Viana (2006), estudando o clima urbano de Teodoro Sampaio (SP) definiu sete pontos de coleta de dados que abrangiam bairros com características distintas de uso e ocupação de solos. A autora concluiu que as áreas urbanas intensamente construídas, com pavimentação e pouca vegetação, apresentaram-se mais aquecidas e com menor umidade relativa que as adjacentes, que contam com menor densidade de construções e ruas sem pavimentação. Destaque para a área rural, que se apresentou mais *fresca* e mais úmida.

Fialho (2009) ao pesquisar o município de Viçosa, na Zona da Mata Mineira, propôs identificar a ilha de calor local. Após coletar e analisar os dados, o autor concluiu que o município ainda não possuía uma ilha de calor, muito embora, sob certas condições tenha sido possível identificar ilhas de calor na cidade, principalmente no período noturno.

Assis (2010) ao estudar o clima urbano de Belo Horizonte, analisou sua evolução através do mapeamento das unidades climáticas naturais e urbanas, cujo foco principal foi o

campo termo-higríco. Os dados apontaram um ligeiro aquecimento do ar adjacente local e um decréscimo nos índices de umidade relativa do ar. Também foram observados ilhas de calor nos locais mais adensados.

Observou-se que nas referências que fazem o resgate histórico da climatologia urbana no Brasil, como Mendonça (2003), Zavattini (2004), Fialho (2009; 2010), não foram encontrados muitos estudos publicados que citam os municípios do estado do Espírito Santo. Serão mencionados a seguir alguns estudos realizados por geógrafos para municípios do Espírito Santos.

Costa (1992) propôs apresentar o clima reinante sobre o município de Vitória (ES), procurando elucidar as consequências dos desvios do clima sobre a cidade. O autor ressalta que apesar do município possuir um clima ameno, por estar localizado na faixa intertropical brasileira, apresenta a ocorrência de eventos de tempo que trazem sérios transtornos à população, sobretudo, por motivos puramente humanos.

Outros trabalhos foram desenvolvidos na ótica de clima para o Espírito Santo. Dentre eles pode-se citar os trabalhos de conclusão de curso, orientado por alguns professores do Departamento de Geografia da UFES. Pedroza (2007) discute sobre a espacialização da dengue no Espírito Santo, utilizando dados climáticos. Guaitolini (2008) aborda o crescimento urbano e a supressão das áreas verdes da sede municipal de Vila Velha e suas possíveis influências no microclima local. Correa (2011) realiza um trabalho de climatologia sobre a cidade de Vitória analisando os dados de temperatura e precipitação para o período de 1978 a 2007.

Holz *et al.*, (2012), fazendo o uso de técnicas de sensoriamento remoto, realizaram a análise do campo térmico da superfície urbana completa do município de Vitória (ES). Os resultados apontam que as maiores temperaturas médias estão associadas à classe Industrial e Área Livre. As áreas classificadas como Verde e Residencial/Assentamentos Precários apresentaram as menores temperaturas médias. A variação espacial da temperatura da superfície de Vitória foi de 3,56°C, indicando, a formação de ilha de calor.

Mattiuzzi e Marchioro (2012) realizaram o estudo do comportamento dos ventos em Vitória, para o período de 2000 a 2011, bem como verificaram o efeito da atuação da ZCAS e de frente frias no município.

Marchioro (2012) analisou a incidência de frentes frias sobre Vitória e seus efeitos sobre alguns elementos climáticos, entre dezembro de 2010 (início do verão) e março de 2012 (término do verão). O autor concluiu que nas estações inverno e primavera ocorre maior incidência de frentes frias no município de Vitória. O estudo também concluiu que a incidência das frentes frias contribuiu para a ocorrência de precipitações, e consequentemente, diminuição da temperatura média e aumento do componente meridional do vento.

Correa e Albuquerque (2012) pesquisaram a consequência de três episódios de ZCAS sobre o município de Vitória no mês de novembro de 2008. Os autores concluíram que a precipitação acumulada mensal superior a 600 milímetros. Tal intensidade proporcionou alagamentos, deslizamentos de terra e intensificação dos riscos geológicos/geomorfológicos em vários bairros do município, causando perdas humanas e prejuízos econômicos.

Silva (2013) analisou a atuação da ZCAS e da precipitação pluvial no município de Vila Velha (ES) no período de 2001 a 2011 e as repercussões das inundações e as consequências sobre a população.

Destacam-se outros trabalhos realizados pela Universidade Federal do Espírito Santo que não tiveram um foco especificamente em climatologia urbana. Simões *et al.*, (2011) e simulou a direção e velocidade do vento incidente na região da Grande Vitória, com o auxílio do modelo *Weather Research and Forecasting* (WRF).

Correa *et al.*, (2012) simularam com o modelo WRF a passagem de uma frente fria sobre a região da Grande Vitória. Os resultados demonstram que o modelo WRF possui uma tendência em superestimar os valores das variáveis atmosféricas temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão e precipitação abordados neste estudo.

Nascimento *et al.*, (2012) espacializaram os dados de temperatura do ar e precipitação sobre o estado do Espírito Santo, com uso de geotecnologias. Segundo os autores, os resultados apresentados foram satisfatórios, pois, possibilitaram representar as variáveis estudadas e entender melhor a atuação desses elementos atmosféricos no estado e nos municípios.

4 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO: SISTEMA CLIMA URBANO

4.1 Hierarquias e Escalas

O uso de hierarquias e escalas em estudos de clima urbano é de fundamental importância para realização das análises e medições das variáveis meteorológicas, de modo que estas tornem-se ferramentas representativas do local estudado. A necessidade de dispor de conceitos e terminologias levou à criação de categorias espaciais discretas aplicadas a estudos de climatologia e meteorologia. Assim, na literatura especializada aparecem vários termos, como macroclima, mesoclima, microclima, topoclima, clima local e clima regional (ANDRADE, 2005; ASSIS, 2010).

O objetivo do emprego dessas terminologias é representar o fenômeno nas dimensões tempo e espaço, facilitando a compreensão dos processos que ocorrem entre a superfície e atmosfera. Entretanto, independentemente da metodologia e dos métodos e das justificativas da utilização das terminologias, os limites de transição entre as unidades climáticas serão sempre arbitrárias e artificiais, pois, os fenômenos atmosféricos são por natureza, contínuos e indivisíveis (ANDRADE, 2005; ASSIS, 2010).

Tanto na Climatologia quanto na Geomorfologia, as unidades espaciais de análise encontram-se submetidas a uma gama variada de designações, observações e representações, e, por si só, é uma tarefa complexa, por serem numerosas, chegam a ser inibidoras (MONTEIRO, 2003).

A divisão vertical da atmosfera proposta por Oke (1987) é bastante utilizada na atualidade. Ela apresenta-se da seguinte forma:

- Camada de Cobertura Urbana (UCL - *Urban Canopy Layer*) - Representa a atmosfera urbana inferior, que se estende desde o solo até aproximadamente a altura média das edificações dentro do tecido urbano, compreende o volume de ar entre os edifícios e é altamente afetada pelas condições do entorno. A UCL é caracterizada como escala topoclimática;
- Camada Limite Urbana (UBL – *Urban Boundary Layer*) - corresponde à camada superior urbana que integra a influência térmica de toda a cidade. É a porção da atmosfera que está acima da UCL, e dentro da camada limite planetária, sendo uma camada de escala mesoclimática. Grande parte de suas características são determinadas pelo tecido urbano.

Os espaços caracterizados como UCL e UBL podem não se manifestar de maneira similar em cidades de menor porte, pelo fato de estas não possuírem grandes periferias e

subúrbios, impedindo a formação de ambientes de transição entre o rural e o urbano (MENDONÇA, 1995).

De acordo com Andrade (2005) os termos microclima e clima local surgem com muita frequência na literatura, sobretudo, na de origem geográfica. Para Mendonça (1995), Alcoforado (1999), Andrade (2005) e Assis (2010), esses termos generalizam-se em descrever o clima de áreas homogêneas quanto à ocupação da terra ou às condições topográficas.

Andrade (2005), Mendonça e Danni-Oliveira (2007), Fialho (2009) e Assis (2010) procuraram estabelecer de forma mais precisa as dimensões típicas para cada uma das categorias de análise climática, sem estabelecer limites rígidos dessa dimensão, conforme descrito abaixo:

- **Microclima** – Unidade climática associada a condições atmosféricas que refletem a influência de elementos urbanos individuais e dos seus arranjos mais elementares (edifícios, ruas, praças, jardins). A influência direta desses elementos restringe a camada de cobertura urbana (UCL). As dimensões horizontais e verticais podem variar de 1 metros a 100 metros.
- **Clima Local/ Topoclima** – descreve condições microclimáticas semelhantes de uma região. Essa combinação pode corresponder a um tipo específico de uso e ocupação do tecido urbano, como bairro, parques e condições topográficas específicas, vale, colina, etc. As dimensões horizontais podem variar de 100 metros até 10.000 metros e a extensão vertical pode chegar aos 1000 metros de altitude;
- **Mesoclima** – corresponde a influência integrada da cidade, compreendendo vários climas locais, essencialmente ao nível da camada limite urbana (UBL). São considerados efeitos de mesoescala os fenômenos extra urbanos, tais como sistemas atmosféricos de brisa, condicionados por barreiras topográficas, linhas de instabilidade locais. Apresenta dimensões espaciais aproximadas ou superiores à linha da própria cidade. Pode estender-se horizontalmente de 100 metros de 20.000 metros e verticalmente pode exceder aos 6.000 metros;
- **Macroclima** - é a maior das unidades climáticas que se faz do compartimento do clima do globo e compreende áreas muito extensas da superfície da Terra. Compreende os estudos das grandes células de circulação e sistemas atmosféricos de larga escala. As feições horizontais extrapolam 20.000 metros, abrangendo frequentemente áreas continentais. Verticalmente podem exceder altitudes de 20.000 metros.

O termo unidade topoclimática, era mais empregado em estudos de áreas “naturais”, o mesmo pode ser compreendido por outros autores como acima do local, tanto assim que

a utilização dessa noção de unidade topoclimática é entendida a partir da língua alemã como lugar diferenciado pela topografia (FIALHO, 2010). Contudo neste trabalho entende-se que o Topoclima, hierarquicamente é uma subunidade do mesoclima, segundo proposições teórica e metodológica de Monteiro (1976), Brandão (1996) e Fialho (2010).

As dimensões típicas do topoclima variam muito, de dezenas a centenas de metros, principalmente em função da morfologia e complexidade do tecido urbano e da exposição diferenciada ao sol durante o dia. Escala temporal pode ser definida em 24h, e extensão territorial de 0,5 a 5 km com altitude de 50 a 100 metros. Os estudos feitos nessa escala utilizam dados de estações meteorológicas não convencionais fixas ou móveis, observações periódicas em escala horária, balanço de energia e transferência de umidade, declividades, exposição das vertentes e uso da terra. Nessa escala, considera-se, em termos de dimensões urbanas, as pequenas cidades, fâcies de bairros e subúrbios de cidades (FIALHO, 2010).

Na tentativa de simplificar e organizar as definições das escalas de análise e hierarquias funcional em estudos de clima urbano, Assis (2010) esquematizou um fluxograma, conforme pode ser observado na Figura 13.

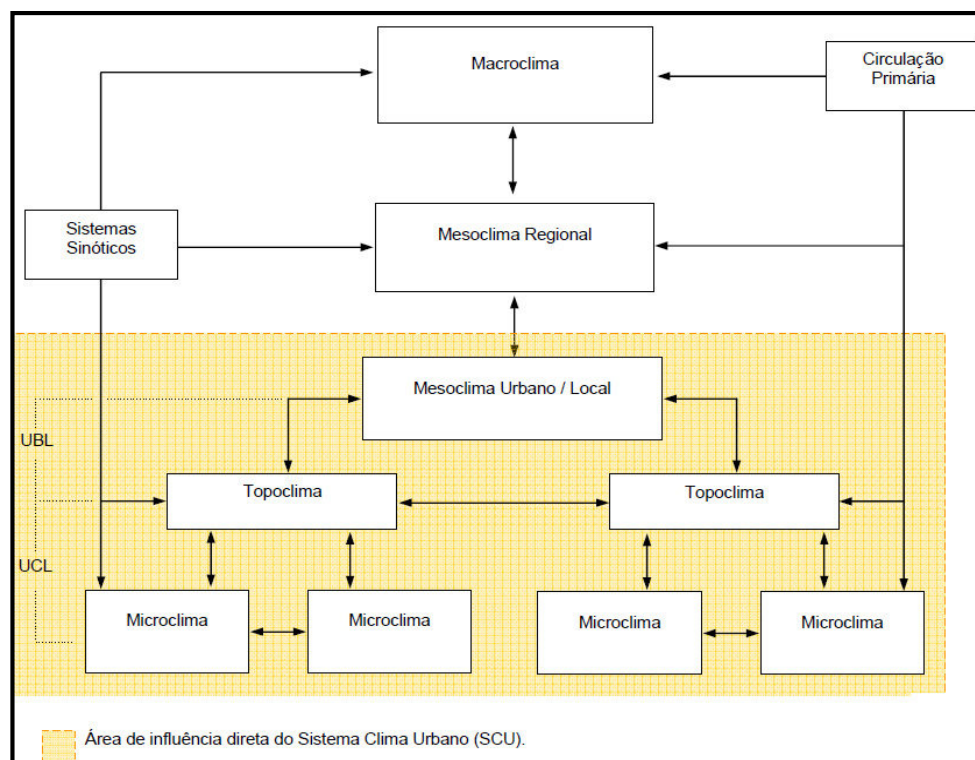


Figura 13: Hierarquia funcional simplificada do Sistema Clima Urbano. As setas representam intercâmbio contínuo de energia e massa entre as diversas escalas de análise.
Fonte: ASSIS (2010)

4.2 Componente Termodinâmico

Um dos principais elementos dentro do Sistema Clima Urbano é o componente termodinâmico. Monteiro (2003, p.24) classifica esse canal de percepção como:

Termodinâmico - Conforto Térmico - englobando as componentes termodinâmicas que, em suas relações, se expressam através do calor, ventilação e umidade nos referenciais básicos a esta noção. É um filtro perceptivo bastante significativo, pois afeta a todos permanentemente. Constitui, seja na climatologia médica, seja na tecnologia habitacional, assunto de investigação de importância crescente.

As atividades antrópicas influenciam diretamente as condições atmosféricas de uma região, com modificações no meio físico e na superfície, produzindo desequilíbrio nas propriedades radiativas, térmicas, de umidade e aerodinâmicas, implicando em alterações no balanço de radiação e no balanço de energia que, conseqüentemente, acabam propiciando aumento de temperatura (MAITELLI, 2010; ASSIS, 2010; MESQUITA, 2012).

A expressão ΔT_{u-r} , que representa a diferença máxima de temperatura (ΔT) entre áreas urbanas (u) e rurais (r), “*tornou-se comum [...], a fim de medir a intensidade ou amplitude da ilha de calor [...].*” (ASSIS, 2010, p.20). Tal expressão é também utilizada para evidenciar a diferença de temperatura entre área urbana densamente ocupada e área urbana com expressiva vegetação (ASSIS, *op.cit.*)

Os materiais que são utilizados em áreas urbanas afetam as propriedades físicas dos elementos naturais modificando o albedo, a absorção e a reemissão de calor da superfície. As modificações do balanço de radiação nas cidades são causadas por vários fatores que dependem da geometria urbana, das características da atmosfera local e do clima regional (OKE, 1987; LANDSBERG, 2006; MAITELLI, 2010).

O balanço de radiação entre ondas curtas e ondas longas em superfície, pode ser representado por¹¹:

$$Rn = St\downarrow - St\uparrow + L\downarrow - L\uparrow \quad (3)$$

¹¹ As formulas e as discussões ora apresentadas foram retiradas do artigo “Balanço de energia estimado para a cidade de Cuiabá: Uma abordagem de balanço de energia pelo método de Bowen”, publicado na revista FORUM PATRIMÔNIO: amb. co n s t r . e p a t r . s u s t . B e l o H o r i z o n t e , v . 4 , n . 1 , j a n . / j u n . 2 0 1 0 . Logo, todos os créditos devem ser dados a autora Gilda Tomasini Maitelli, que realiza suas pesquisas nessa área do conhecimento.

Em que Rn é o saldo de radiação, $St\downarrow$ é a radiação solar total que chega, $St\uparrow$ é a radiação solar refletida que sai, $L\downarrow$ é a radiação de ondas longas que chega, $L\uparrow$ é a radiação de ondas longas que sai da superfície.

A diferença entre $L\downarrow$ e $L\uparrow$ na equação (4), constitui o saldo de radiação de ondas longas L^* é representado como:

$$L^* = L\downarrow - L\uparrow \quad (4)$$

P é o albedo da superfície. O saldo de radiação, Rn , pode ser descrito como:

$$Rn = St (1 - P) + L^* \quad (5)$$

O balanço energético de um determinado representa os processos físicos envolvidos na Primeira Lei da Termodinâmica. Isto significa que a energia não pode ser criada nem destruída, somente convertida de uma forma ou de outra (MAITELLI, 2010).

Assis (2010) descreve o balanço energético (Q^*) de um volume de ar no meio urbano expresso em watts por metro quadrado (Wm^{-2}), proposto por Oke (1978), nas seguintes equações:

$$Q^* + Q_F = Q_H + Q_E + \Delta Q_S + \Delta Q_A \quad (6)$$

$$Q^* = K\downarrow + K\uparrow + L\downarrow + L\uparrow \quad (7)$$

Na equação (6), Q_F representa o calor produzido pelas atividades humanas, Q_E é o fluxo turbulento de calor latente, Q_H constitui o fluxo turbulento de calor sensível, ΔQ_S é a energia armazenada ou liberada pelas superfícies e ΔQ_A o termo de advecção ou transporte horizontal de calor. Na equação (7), K e L correspondem aos fluxos radiativos de curto e longo comprimento de onda, respectivamente, descendente ($\downarrow$) ou ascendente ($\uparrow$) na atmosfera urbana.

Para Oke (1978), Monteiro (1990), Fialho (2009), Gartland (2010), Maitelli (2010), Assis (2010) e Mesquista (2012), os principais fatores que podem influenciar na formação das ilhas de calor ou bolsões de calor nas cidades, são:

- A geometria e o desenho urbano;
- O tipo de cobertura do solo e material de construção;

- A redução na velocidade dos ventos;
- A emissão de calor pelas atividades antrópicas;
- A redução na taxa de evapotranspiração;
- A poluição atmosférica e presença excessiva de material particulado

A geometria e o desenho urbano aprisionam o calor aumentando o saldo de radiação em superfície e também diminuem a velocidade dos ventos, reduzindo a convecção, contudo, o aumento da temperatura pode provocar o aumento de convecção. A velocidade dos ventos em menor intensidade tende a aumentar o armazenamento de calor durante o dia e a dificultar a liberação à noite. Para Landsberg (2006) a velocidade do vento é menor em áreas urbanas do que em áreas rurais.

Dependo do tipo de cobertura e do material de construção, a área urbana pode ser influenciada na intensidade da evaporação, do armazenamento de calor e do saldo de radiação. A redução da evaporação pode resultar no armazenamento de calor, durante o dia, e na liberação de calor durante a noite, na forma de fluxo de radiação de ondas longas (OL). O aumento de calor em combinação com a diminuição da umidade tende a exacerbar os problemas decorrentes das ilhas de calor (GARTLAND, 2010).

As características dos materiais na construção de imóveis de habitação e outros fins, como tijolo, concreto, vidro, metal, favorecem maior absorção da radiação de ondas curtas (K), funcionando durante o dia como um reservatório de energia (ASSIS, 2010). Dessa forma, o balanço de energia local apresenta valores diferentes de acordo com a especificidade de uso do solo e a emissividade dos materiais que cobrem a superfície.

A emissão de calor por atividades antropogênicas está diretamente relacionada às atividades humanas e é proveniente de diversas fontes, como edifícios, processos industriais, carros e até mesmo pessoas. Ichionose *et al.*, (1999) mostram que o ganho de calor na atmosfera tem aumentado significativamente no verão, sobretudo advindo do aumento do número de aparelhos condicionadores de ar.

Vários estudos mostram que a urbanização influencia de algum modo nos elementos climáticos, tal em Barry e Chorley (2003) e de Landsberg (2006). Por exemplo, as temperaturas médias anuais nas cidades são até 1°C maior que nas áreas rurais. A velocidade do vento é até 30% menor se comparando a cidade com o campo. Monteiro

(1990) destaca que as feições morfológicas da cidade tendem a um determinado comportamento térmico e higrício.

4.2.1 Ilha de calor

Compreender o fenômeno Ilha de Calor (IC) é complexo, em função da complicada natureza das áreas urbanas, atuação de sistemas atmosféricos, e também da maneira como eles integram-se.

A IC representa o fenômeno mais significativo do clima urbano e sua intensidade depende das condições de micro e mesoclimas sobre a cidade, aliado, às situações de uso e ocupação da terra, como impermeabilidade do solo, geometria das edificações, topografia, albedo dos materiais de construção, da concentração de áreas verdes. Tais fatores são potencializadores na geração do clima urbano (OKE, 1987; BRANDÃO, 2003; FIALHO, 2009).

Para Oke (1978), a característica mais significativa da ilha de calor é sua intensidade, entendida como a diferença entre o máximo da temperatura urbana e o mínimo da temperatura rural.

De acordo com Gartland (2010) a IC apresenta cinco características comuns, são elas:

1. Em comparação com áreas rurais não urbanizadas, a ilha de calor é mais quente em geral, com padrões de comportamento distintos. Ilhas de calor geralmente são mais quentes após o pôr do sol, quando comparadas às áreas rurais e mais frescas ao amanhecer. O ar no “dossel urbano”, abaixo das copas das árvores, pode ser até 6°C mais quente do que o ar em áreas rurais;
2. As temperaturas do ar são elevadas em consequência do aquecimento das superfícies urbanas, uma vez que as superfícies artificiais absorvem mais calor do que a vegetação natural;
3. Essas diferenças nas temperaturas do ar e na superfície são realçadas quando o dia está calmo e claro;
4. Áreas com menos vegetação e mais urbanizadas e industrializadas tendem a ser mais quentes, e ilhas de calor tendem a ser mais intensas conforme o crescimento das cidades;
5. Ilhas de calor também apresentam ar mais quente na *camada limite*, uma camada de ar de até 2.000 metros de altura. Elas geralmente criam colunas de ar mais quentes sobre as cidades, e inversões de temperaturas (ar mais quente sobre o ar mais frio) causadas por elas não são incomuns.

A fim de classificar as diferenças térmicas das IC, Garcia (1996), propôs para Madri a seguinte divisão, conforme Tabela 1 abaixo:

Tabela 1: Classificação das ilhas de calor

Magnitude	Diferença Térmica
Fraca magnitude	0°C a 2°C
Média magnitude	2°C a 4°C
Forte magnitude	4°C a 6°C
Muito forte	<6°C

Fonte: Garcia (1996).

Os sistemas meteorológicos de escala sinótica podem contribuir para amenização ou intensificação da IC, conforme destaca Brandão (2003).

Entretanto, afirma Fialho (2012, p.49), sobre o fenômeno Ilha de Calor:

[...] que o termo transformou-se em conceito carregado de muitas incertezas, em razão da “vulgarização” de sua utilização, pois, não há um critério claro e objetivo que o defina.

Sobre esta discussão, Jardim (2007) afirma:

[...] que a ilha de calor não representa a realidade do clima urbano, mas um de seus aspectos. Sendo assim, a diferença de temperatura do ar entre dois pontos não significa que exista o fenômeno, é necessário compreender o ambiente climático intra-urbano.

Para Assis (2010) as expressões bolsões de calor, núcleo de aquecimento, núcleos térmicos e núcleos úmidos, seria um termo mais apropriado, já para Fialho (2012) seria núcleo de calor. Tais elucidações inferem sobre a necessidade de uma compreensão melhor em relação ao termo.

Fialho (2009; 2012) com o objetivo de proporcionar uma melhor compreensão do fenômeno, destaca que existem três tipos de ilha de calor: a ilha de calor atmosférica, a ilha de calor vertical, e a ilha de calor de superfície:

- Ilha de calor atmosférica, leva em consideração a diferença entre dois tipos de uso e cobertura da terra, além da topografia e localização da área. A ilha de calor atmosférica é mais evidente no período noturno, é medida através da temperatura do ar;
- Ilha de calor vertical, é o modelo proposto por Oke (1981), dividida em camada intra urbana (UCL – *Urban Canopy Layer*), e a camada de limite urbano (UBL – *Urban Boundary Layer*). A camada intra urbana estende-se desde a superfície até acima do nível

dos telhados das edificações, é detectado em micro escala. Já a camada limite urbano estende-se acima dos níveis dos telhados, verificada em mesoescala, depende de características da rugosidade urbana, velocidade dos ventos e poluição do ar;

- Ilha de calor de superfície, tem como principal recurso as ferramentas de sensoriamento remoto que resulta na estimativa da temperatura aparente de superfície.

Para mensuração do fenômeno ilha de calor, o ideal é examinar os padrões meteorológicos da região, estabelecendo as relações existentes entre o sítio urbano e as diversas funções desenvolvidas no espaço urbano, expressas através do uso e ocupação da terra, bem como, a representação cartográfica detalhada como suporte ao clima urbano (MONTEIRO, 1990; FIALHO, 2009).

4.2.2 Mensuração do componente termodinâmico

Em função da necessidade de compreender os efeitos da urbanização sobre o clima urbano existem cinco métodos básicos que são utilizados para medir o componente termodinâmico: estações fixas, transectos móveis, sensoriamento remoto, sensoriamento vertical e balanço de energia (GARTLAND, 2010).

O método mais simples e comum para pesquisas de clima urbano e seus fenômenos é feito por meio do uso de dados meteorológicos das estações fixas de duas ou mais localidades. Como trabalhos que utilizam de tal metodologia pode-se citar na literatura mundial: Brazel *et al.*, (2000), Morris e Simmonds (2000), e na literatura nacional pode-se destacar Viana e Amorim (2008), Amorim (2010), Assis (2012).

Os transectos móveis são utilizados em decorrência de haver poucas estações disponíveis ao redor de uma cidade. A sua utilização é uma maneira econômica de estudar e analisar o clima urbano. Como trabalhos que utilizam de tal metodologia pode-se citar Yamashita (1996), Steward (2000), Mendonça (1995), Brandão (1996), Fialho (2009), dentre outros.

Fialho (2009) aponta uma série de trabalhos no mundo e no Brasil que tiveram por objetivo analisar o componente termodinâmico por meio das técnicas de transectos móveis e estações fixas. O mesmo autor relata as vantagens e desvantagens desses métodos, conforme é observado no Quadro 1 abaixo:

Estações Fixas		Transectos Móveis	
Vantagem	Desvantagem	Vantagem	Desvantagem
Permite observações simultâneas	Dificuldade de definir pontos representativos	Descreve melhor a heterogeneidade do meio urbano	Refazer o percurso algumas vezes, para com o intuito de criar maior confiabilidade nos dados
	Custo operacional e logístico	Aumenta o número de pontos de coleta dentro da área de estudo	Não é apropriado para grandes distâncias
Favorece o registro temporal da ilha de calor	Preparar equipes para registro dos parâmetros e compatibilizar horários e leituras	Permite uma maior agilidade no processo de monitoramento	Restrito apenas a estrada de rodagem
			Dificuldade de definir pontos representativos
			Não mensuração simultânea dos elementos do clima

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens no processo de mensuração por meio das estações fixas e transectos móveis.

Fonte: Adaptado de Fialho (2009, p.66).

Técnicas de sensoriamento remoto também têm sido utilizadas para mapear a temperatura superficial em áreas urbanas¹². A vantagem desse procedimento é o seu poder de visualizar temperaturas em várias escalas. A desvantagem é que nem sempre é possível realizar estudos sequenciais, devido a condição atmosférica local, além de material particulado e elevada quantidade de vapor d'água em suspensão (ASSIS, 2010; GARTLAND, 2010).

Na literatura mundial, diversos trabalhos utilizam a técnica de sensoriamento remoto, com objetivo de identificar as características térmicas da superfície urbana, entre eles Voogt e Oke (1997), Oke (2003), Jesen (2008) e Weng (2010). No Brasil destaca-se os trabalhos de Lombardo (1985), Mendonça (1995), Nascimento (2011).

A mensuração de ilha de calor a partir da técnica de sensoriamento vertical consiste no envio de balões instrumentados para os ares, a instalação de equipamentos de monitoramento em torres de rádio ou voos a diferentes altitudes em helicóptero ou aeronave instrumentada, com o intuito de mostrar os perfis de temperatura típicos ao longo do dia e da noite.

¹² Também chamado de Temperatura de Superfície Urbana Completa (TSUC) para estudo de clima urbano (OKE, 2003)

Nesse sentido, destaca-se o trabalho de Lopes e Vieira (2002) para o estudo microclimático de Portugal. Os primeiros resultados subsidiaram o conhecimento sobre a complexidade e variabilidade temporal da estrutura vertical da temperatura num “canhão urbano”, neste caso, traduzida em “bolsa de calor” no interior de uma rua fechada. Os autores também concluíram que as temperaturas mais elevadas encontraram-se a 15m de altura.

A medição de fluxo de energia de e para superfície é uma maneira sofisticada de medir os efeitos das ilhas de calor. A teoria da equação é baseada na Primeira Lei da Termodinâmica. Na literatura destaca-se os trabalhos, Oke (1978) e Nakagawa (1996)¹³. Na literatura nacional destaca-se os trabalhos de Maitelli (2010), Mesquista (2012).

4.3 Componente físico-químico

No que diz respeito ao componente físico-químico, são muito os efeitos sobre a população. Monteiro (2003, p.24) classifica esse canal de percepção como:

Físico-Químico - Qualidade do Ar - a poluição é um dos males do século, e talvez aquele que, por seus efeitos mais dramáticos, atraia mais a atenção. Associada às outras formas de poluição (água, solo, etc.), a do ar é uma das mais decisivas na qualidade ambiental urbana [...].

Os processos urbano-industriais liberam poluentes de fontes fixas (indústrias, chaminés, pedreiras) e fontes móveis (caminhões, ônibus, carros e motos) que lançam diariamente quantidades significativas de poluentes, tornando o ar urbano muitas vezes um problema de saúde pública.

Os poluentes atmosféricos podem ser classificados de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) de 1990, em *Padrões Primários*, sendo as concentrações de poluentes que, ultrapassada poderá afetar a saúde humana, e em *Padrões Secundários*, sendo essas as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito sobre o bem-estar da população.

Lisboa (2010) classifica os poluentes atmosféricos em primário e secundário. De acordo com o autor, poluentes primários são aqueles lançados na atmosfera na forma que são

¹³ NAKAGAWA, K. (1996). **Recent trends of urban climatological studies in Japan, with special emphasis on the thermal environments of urban areas**. Citado por Assis 2005. In: A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória (p.100).

emitidos, como por exemplo, dióxido de carbono (CO₂), dióxido de enxofre (SO₂). Ainda de acordo com Lisboa (op.cit.), poluentes secundários, são aqueles produzidos na atmosfera pela reação química entre dois ou mais poluentes, como por exemplo, o ozônio troposférico²⁰⁰ (O₃).

A poluição do ar, por exemplo, afeta de forma adversa as pessoas, provocando danos incalculáveis e indubitáveis prejuízos à saúde humana. Em níveis menos perigosos, o ar poluído causa irritação nos olhos e nos brônquios. Em contrapartida, em níveis mais perigosos, pode causar a morte de idosos e crianças, sobretudo aqueles que já sofrem com doenças cardiopulmonares, e um notável aumento de câncer pulmonar (LANDSBERG, 2006).

Segundo Assis (2010), a configuração da ilha de calor, principalmente em grandes centros urbanos, propicia o acúmulo de elementos nocivos, em função do gradiente barométrico formado entre o centro e a periferia da cidade. Os poluentes são transportados pela circulação e logo dispersos sobre o entorno do núcleo urbano. Em condições estáveis ou de inversão térmica da atmosfera, esse processo será frequente, favorecendo a formação de um “domo” de poluente (LOMBARDO, 1985).

Segundo Andrade (2005) a qualidade do ar é o aspecto mais estudado nos países desenvolvido, tal situação, deve-se ao caráter particularmente nocivo da poluição atmosférica a outros fatores de risco do ambiente urbano.

Saraiva *et. al*, (2012) analisaram a qualidade do ar no município de Vitória entre 2000 a 2009. As concentrações dos poluentes O₃, NOX, CO, SO₂, partículas totais em suspensão e partículas inaláveis, foram subsidiadas pelos Relatórios da Qualidade do Ar da Região Metropolitana da Grande Vitória, fornecidos pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA).

Estendendo a análise da qualidade do ar para toda a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), Azevedo *et. al*, (2012) analisaram os totais de partículas inaláveis e material particulado no período de 2000 a 2009.

4.4 Componente hidrometeorológico

Estudos de impactos pluviais concentrados nas cidades tropicais são de grande importância, pois dependendo de sua duração e intensidade, aliado a falta de estrutura e condições precárias no qual as populações residem podem provocar sérios transtornos sociais e econômicos. Esse componente Monteiro (2003), classifica-o como

Hidrometeorológico - Meteoros do Impacto - aqui estão agrupadas todas aquelas formas meteorológicas, hídricas (chuva, neve, nevoeiro), mecânicas (tornados) e elétricas (tempestade), que assumindo, eventualmente, manifestações de intensidade, são capazes de causar impacto na vida da cidade, perturbando-a ou desorganizando-lhe a circulação e os serviços (p.24).

Estudos apontam para o aumento dos totais pluviométricos em cidades de porte metropolitano (AZEVEDO, 2002). Porém, nem sempre é possível estabelecer uma relação direta entre urbanização e o aumento de chuvas, pois, sistemas atmosféricos de escala sinótica ou a topografia, podem influenciar minimizando-o, e até mesmo anular os efeitos antrópicos.

De acordo com Barry e Chorley (2003), Landsberg (2006) e Assis (2010), o aumento das precipitações em áreas urbanas está relacionado às seguintes condicionantes:

- Presença constante de material particulado e aerossóis, assegurando uma abundância de núcleos de condensação;
- Convecção térmica desencadeada pela ilha de calor, induzindo uma maior fluabilidade na parcela de ar;
- Turbulência mecânica criada pelo efeito de fricção das edificações sobre o fluxo de ar, auxiliada pela rugosidade da superfície urbana;
- Acréscimo de vapor d'água devido a vários processos de combustão.

Entretanto, Xavier et al., (1994) que analisaram uma longa série histórica pontual de precipitações diárias para a cidade de São Paulo, concluíram que há dificuldade de atribuir variações do regime pluviométrico ao efeito urbano em compensação com outros efeitos meteorológicos naturais que também agem.

Goldreich (1995) propôs estudar o efeito que do processo de urbanização sobre o quantitativo de chuvas em cidades de Israel e suas vizinhanças. A metodologia utilizada foi análise de correlação múltipla para identificar tendências nas diversas séries temporais em relação à distribuição espacial dos postos pluviométricos. O autor sugeriu diversas equações de regressão para estimar chuva a partir de informações de altitude, latitude e

longitude. Porém, não ficaram claras para o autor, quais as causas dominantes que influenciaram o excesso de chuvas em Israel e nas regiões vizinhas.

Gonçalves (2003), em estudo sobre os impactos pluviais e a desorganização do espaço urbano de Salvador (BA), concluiu que a cidade é vulnerável a estes tipos de fenômenos naturais, devido à falta de estrutura, bem como da organização e planejamento do espaço e que esses problemas só poderão ser superados com ações no sítio urbano a médio e longos prazos.

Lucas (2007) busca relacionar eventos extremos e a atuação da ZCAS e suas consequências sobre o espaço urbano de Belo Horizonte, concluindo que durante tais eventos houve um maior acúmulo de precipitação, o que ocasionou sérios problemas físicos ambientais, principalmente nas áreas ilegalmente construídas do município.

Destaca-se que no caso do Brasil a concentração temporal das precipitações é um fenômeno típico de regime climático tropical, por isso é objeto de estudo de vários pesquisadores. Logo, os problemas deflagrados antes e após as precipitações, também estão diretamente relacionados com falta de planejamento das cidades. Tais situações elucidam a proeminência de se avaliar as condições atmosféricas correlacionadas às transformações e aos novos usos do espaço.

5. PROCEDIMENTOS TÉCNICO-OPERACIONAIS

Este estudo foi realizado segundo proposta de Monteiro (1976) para o estudo de clima das cidades, o Sistema Clima Urbano (SCU). Neste trabalho será abordado apenas o Componente ou Subsistema Termodinâmico.

Para que fossem atingidos os objetivos propostos para essa pesquisa analisaram-se diversos modelos teóricos e procedimentos metodológicos que representam os modelos empíricos, utilizados nas pesquisas de climatologia urbana, com o intuito de aplicar um desses para a realidade da área em estudo.

A metodologia adotada foi desenvolvida, validada e subsidiada nas proposições estabelecidas por Alcoforado (1999), Andrade (2005), Alcoforado *et al.* (2005), Monteiro

(1976), Monteiro e Sezerino (1990), Brandão (1996; 2003), Sant'Anna Neto (2002), Sant'Anna Neto e Amorim (2009), Fialho (2009; 2010; 2012) e Assis (2010).

Também constam nesta pesquisa levantamentos bibliográficos sobre a caracterização dos principais atributos físico-naturais: geologia, geomorfologia, e fatores dinâmicos da circulação atmosférica para município de Vitória. Além disso, foi realizado um levantamento do uso e da ocupação da terra, visando compreender a distribuição dos principais aspectos quanto aos fatores antrópicos.

Dessa forma, foram observadas as seguintes variáveis meteorológicas: temperatura do ar, umidade relativa do ar na RPC. Dos nove bairros que esta Regional abrange, apenas as Ilhas do Boi e do Frade mostram outro tipo de crescimento, como por exemplo mansões e casas luxuosas e baixo número de habitantes, portanto não serão monitoradas.

As medições das variáveis meteorológicas na área em estudo foram feitas em dois períodos. O primeiro período constitui os dias 19, 20, 21 de fevereiro de 2013 representando a estação chuvosa e também o verão. O segundo período é constituído pelos dias 27 e 28 de 2013, caracterizando o período seco e também o inverno, onde os principais componentes atmosféricos que influenciam os efeitos de ilha de calor, como inversões térmicas, estagnação atmosférica, altas concentrações de poluentes são mais frequentes.

Ressalta-se que o mapeamento gerado está diretamente associado à interpolação geostatística e à cartográfica, gerando os mapas temáticos.

Serão apresentado os materiais e métodos utilizados no desenvolvimento desse trabalho, assim organizado: 5.1 Escala de análise climática; 5.2 Bases Cartográficas; 5.3 Elaboração do Mapa do uso e cobertura da terra e mapa de densidade demográfica; 5.4 Mapa Hipsométrico; 5.5 Campo térmico e higríco da Regional Praia do Canto; 5.5.1 Trabalho em Campo; 5.5.2 Transecto Móvel; 5.5.3 Equipamentos utilizados em campo; 5.5.4 Aferição dos Termo-Higrômetros Datalogger; 5.5.5 Correção da defasagem de tempo; 5.5.6 Dinâmica Atmosférica; 5.5.7 Interpolação de dados; 5.5.8 Unidade Topoclimáticas Urbanas da Regional Praia do Canto.

5.1 Escalas de análise climática

Os fenômenos associados à dinâmica atmosférica são estabelecidos em função da extensão, duração, intensidade e frequência com que eles ocorrem. Dessa maneira, as

abordagens climáticas vão depender das escalas estudadas, estando estas ligadas diretamente a definição espacial e temporal e às técnicas empregadas na pesquisa.

Em função das técnicas e as definições espaciais e temporais dessa pesquisa e de acordo com as proposições metodológicas propostas por Assis (2010), optou-se pelas seguintes categorias: Topoclima e Mesoclima.

5.2 Bases cartográficas

O uso e cobertura da terra, a geomorfologia, a hipsometria, a cobertura vegetal, a densidade demográfica, a circulação atmosférica, são parâmetros de suma importância quando se trata de estudos do clima urbano (MONTEIRO, 1991).

A representação desses eventos por meio de técnicas de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e a elaboração de produtos cartográficos têm sido utilizadas para melhor compreensão e análise dos fenômenos, proporcionando avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas relacionadas à climatologia urbana (LOMBARDO, 1985; FIALHO, 2009; ASSIS, 2010; NASCIMENTO *et al.*, 2012).

Diante do exposto, foram utilizadas para esta pesquisa as seguintes bases cartográficas: do limite municipal, de área urbana, dos bairros, ortofotomosaico digital com resolução espacial de 1 metro, cedidas pela Coordenação de Geoprocessamento do Instituto Jones dos Santos Neves (CGEO/IJSN, 2011), e também a base cartográfica de Gestão e controle urbano cedido pela Coordenação de Geoprocessamento da Secretaria Municipal da Fazenda e Subsecretaria de Tecnologia da Informação (SEMFA/SUB-TI/Geo, 2013).

Os registros dos pontos de interesse para comporem os transectos móveis foram realizados com aparelho receptor de GPS (Global Position System) Garmin Série H usado por Coelho e Correa (2013).

A organização dos dados vetoriais teve início com a criação de um projeto no SIG com as seguintes características:

- Sistema de Projeção Universal Transverso de Mercator (UTM);
- Datum Sirgas 2000;
- Zonal 24 Sul;
- Imagem SRTM – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006);
- Padronização cartográfica segundo Fitz (2008);

Utilizou-se o Sistema de Informações Geográficas ArcGIS 10.1 disponível no Laboratório de Cartografia e Geotecnologia (LCGEO), do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo, para confecção de todos os mapas apresentados nesta pesquisa.

5.3 Elaboração do mapa de uso e ocupação da terra e densidade demográfica

Conforme destacam Monteiro (1990) e Assis (2010) os estudos de clima urbano devem ter como ferramentas cartográficas básicas um mapa de uso e ocupação da terra e um mapa de densidade demográfica, imprescindíveis na caracterização dos pontos amostrais, além das coletas das variáveis meteorológicas e a delimitação das unidades topo climáticas e mesoclimáticas.

Para confecção do mapa de uso e ocupação da terra foi utilizado a base cartográfica Gestão e controle urbano, cedida pela Coordenação de Geoprocessamento da Secretaria Municipal da Fazenda e Subsecretaria de Tecnologia da Informação SEMFA/SUB-TI/Geo (2013).

O mapa de densidade demográfica foi confeccionado a partir dos dados populacionais e setor censitário fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) para cada bairro da área em estudo.

5.4 Mapa Hipsométrico

O Mapa hipsométrico foi gerado a partir da criação do Modelo Digital de Elevação do Terreno (MDE), permitindo entender a topografia do sítio, contribuindo para o conhecimento do comportamento das variáveis atmosféricas no local.

Para gerar o mapa hipsométrico do Município de Vitória foi necessário realizar a aquisição das imagens de satélite do projeto SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), juntamente a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) através do site <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/>. O arranjo do radar foi projetado para coletar medidas tridimensionais da superfície terrestre através de interferometria conhecido como MNT (Modelo Numérico do Terreno) (COELHO, 2007). Também foram adquiridos dados das curvas de nível do município juntamente ao GeoWeb/Vitória no site <http://geoweb.vitoria.es.gov.br/>.

As imagens de satélite SRTM possuem formato GEOTIFF (16 bits); resolução espacial de 90 metros; unidades de altitude em metros e Sistema de Coordenada Geográfica Datum WGS - 84. Para a composição da área em estudo foi adquirido o seguinte arquivo de MNT: SE-24-Y-D. Posteriormente criou-se uma base de dados topográficas em malha triangular, arquivos do tipo *.tin* (*triangulação irregular network*) no software ArcGis 10.1. Tal procedimento possibilitou gerar o MDE e o mapa hipsométrico de Vitória, conforme apresentado na Figura 04, seção 2.4.

5.5 Campo térmico e higríco da Regional Praia do Canto

A representação cartográfica do campo térmico e higríco da RPC foram realizadas com o objetivo de representar o comportamento diário e médio da temperatura e umidade relativa do ar. Para delimitação das unidades foi necessário sobrepor e realizar a fusão das informações obtidas em trabalhos de campo com as geradas em ambientes de SIG.

5.5.1 Trabalho em Campo

Na busca por identificar a interferência dos diferentes tipos de uso e ocupação da terra e da topografia sobre o campo térmico e higríco da RPC, foram monitorados a temperatura do ar e a umidade relativa do ar para os horários de 09h, 15h e 20 horas. A decisão pelos horários de observação seguiu recomendação de Fialho (2009) e Sant'Anna Neto e Amorim (2009).

Para Fialho (2009) a escolha por esses horários deve-se à dinâmica urbana e a trajetória aparente do sol. Segundo Sant'Anna Neto e Amorim (2009) o horário mais adequado para a medição de ilhas de calor nas latitudes tropicais é às 20 horas, pois, a temperatura do ar não experimenta alterações rápidas e, com o pôr do sol, os materiais da superfície liberam o calor conservado.

Para analisar as variáveis do clima urbano da área em estudo foram escolhidos dois períodos durante o ano de 2013. O período de verão foi composto por três dias e de inverno por dois dias, conforme também realizado por Fialho (2009).

O primeiro considerado ocorre durante o mês de fevereiro, que representa a estação chuvosa e também o verão no hemisfério sul. A coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar em campo deu-se nos dias 19, 20 e 21 de fevereiro nos horários de 09 horas, 15 horas e 20 horas, por meio de transectos móveis.

O segundo período, refere-se ao mês de julho, caracterizando o período seco da região e também o inverno, quando os principais componentes atmosféricos que influenciam os efeitos de ilha de calor, como inversão térmica, estagnação atmosférica e altas concentrações de poluentes, são mais frequentes (LOMBARDO, 1985). A coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar¹⁴ em campo deu-se nos dias 27 e 28 de junho nos horários de 09 horas, 15 horas e 20 horas, por meio de transectos móveis.

5.5.2 Transectos Móveis

Segundo Assis (2010), não existe uma quantidade específica de pontos amostrais para coleta das informações em estudos de clima urbano. De acordo com autor as informações dependem de uma série de fatores, dentre eles: características e dimensão da cidade, quantidade de equipamentos e corpo técnico para realização do experimento.

Uma das maneiras de investigação é a utilização de transectos móveis, cuja operacionalização é econômica, facilitando o estudo e a análise do clima urbano. As medidas podem ser feitas na direção vertical ou horizontal.

Independentemente do critério utilizado, Monteiro (1990c) destaca que em um estudo de clima urbano deve-se levar em consideração:

- As unidades morfológicas distintas, ou seja, o caráter geoecológico do sítio sobre o qual assenta-se a cidade, independentemente de serem naturais ou não (aterro, represa, arrasamento de morro, etc.);
- Estrutura urbana (morfologia e funções) de forma integrada;
- Dinâmica urbana (fluxo de veículos, atividades industriais, centro, etc.).

A escolha dos pontos amostrais foi pautada nas considerações apresentadas.

A distribuição dos pontos amostrais realizados está indicado na Figura 14, para os dois campos, bem como, o trajeto dos transectos móveis. A área em estudo apresenta 29 pontos amostrais dividido em 5 trajetos, todos saindo de oeste para leste, conforme observados no mapa.

¹⁴ Todos os dados observados em campo, bem como, as estatísticas empregadas encontram-se registradas no Anexo 1

Cada transecto feito a pé levando 01: 15 horas para concluí-lo. O intervalo de coleta entre os pontos é de 15 (quinze) minutos. A caracterização de todos os 29 pontos de observação, nos cinco transectos estabelecidos está resumida no Quadro 2.

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

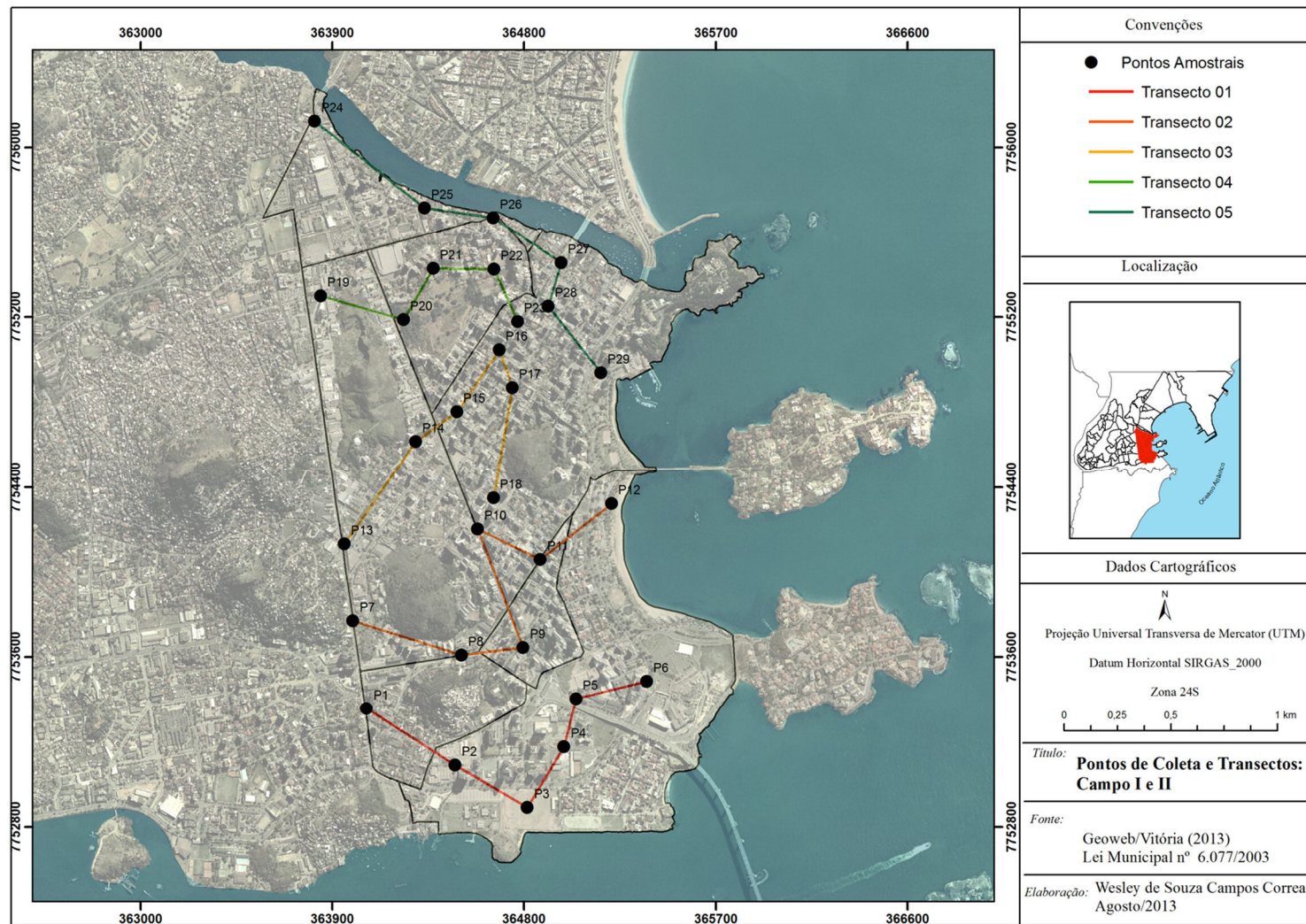


Figura 14: Localização dos pontos e transectos realizados nos experimentos de campo I e II.

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

Número	Ponto	Caracterização	Foto	Coordenadas	Altitude (m)
1	1º Transecto, ponto 1 – Bifurcação a Avenida Leitão da Silva com a Rua Arnold Neves.	- Local com intenso fluxo de veículos; - Ruas asfaltadas; - As construções possuem fachadas de alvenaria e também de vidro; - Há árvores e vegetação herbáceas no canteiro central e árvores isoladas nas laterais.		X = 364063 Y= 7753357	4,8
2	1º Transecto, ponto 2 – Rua Treze, em frente a unidade de saúde “Lucilo Borges Sant’Anna”.	- O fluxo de veículo no local é pequeno, a rua é asfaltada; - Há árvores nos canteiros laterais da rua; - As edificações variam entre horizontal e vertical; - As fachadas dos prédios são predominantemente de vidro, com algumas exceções de alvenaria.		X = 364478 Y= 7753090	5,5
3	1º Transecto, ponto 3 – Praça do Papa.	- Pouca vegetação, margeado pelo litoral, o calçamento da praça é de blocos; - Em frente há prédios com fachadas totalmente de vidro e na via há fluxo constante de veículo.		X = 364817 Y= 7752891	4,4

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

4	1º Transecto, ponto 4 – Praça em frente ao palácio de justiça.	• A vegetação é espaçada; • O local é próximo a uma área de estacionamento; • Há vários prédios ao redor,		X= 364989 Y= 7753175	3,0
5	1º Transecto, ponto 5 – Em frente ao Corpo de Bombeiros do Espírito Santo e Terceira Ponte.	• Local com pouca vegetação; • A rua é asfaltada e o fluxo de veículos é grande. • Os prédios que estão prontos ou estão sendo construídos, apresentam fachadas de Vidro.		X= 365045 Y= 7753403	3,0
6	1º Transecto, ponto 6 – Em frente à Assembleia Legislativa do Espírito Santo.	• Fachada do prédio varia entre vidro e cerâmica; • Há um grande fluxo de veículo e pessoas próximo ao local. • Do outro lado da Avenida Américo Buaiz há um grande Shopping.		X= 365377 Y= 7753486	3,9

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

7	2º Transecto, ponto 1 - Avenida Leitão da Silva com a Rua Misael Pedreira da Silva.	• Canteiro central entre a Avenida Leitão da Silva e a Rua Misael Pedreira da Silva; • Há fluxo intenso de veículos, • Os edifícios possuem padrão vertical e horizontal de uso comercial, • Atrás da avenida há um maciço (morro do jaburu).		X= 363998 Y= 7753770	5,8
8	2º Transecto, ponto 2 – Avenida Cesar Helal, Calçada em frente ao Selaro.	• Avenida asfaltada com fluxo intenso de veículos; • Em frente existe um maciço com bastante vegetação, • As edificações possuem o padrão vertical com dois ou mais pavimentos de uso comercial ou residencial.		X= 364508 Y= 7753609	10,7
9	2º Transecto ponto 3 – Avenida Nossa Senhora da Penha / Praça Cristóvão Jaques (Cauê).	• Praça com várias árvores e gramada; • Há vários prédios ao redor com fachadas de cimento e vidro; • Avenida ao redor possui um fluxo intenso de carro.		X= 364797 Y= 7753646	6,0

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

10	2º Transecto ponto 4 – Avenida Nossa Senhora da Penha / Próximo a Caixa Econômica e Shopping.	• Avenida asfaltada com fluxo intenso de veículos; • As construções são verticais e fazem sombreamento na avenida e as fachadas dos prédios variam entre vidros e cimento. • A circulação de pessoas é constante;		X= 364584 Y= 7754203	6,5
11	2º Transecto ponto 5 – Avenida Desembargador Santos Neves.	• Canteiro central da Avenida Desembargador Santos Neves que é asfaltada; • Existe bastante árvores no canteiro central e nas laterais; • As construções são verticais e fazem sombreamento na avenida e as fachadas dos prédios variam entre vidros e cimento.		X= 364878 Y= 7754059	9,0
12	2º Transecto ponto 6 – Praça na Avenida Saturnino de Brito.	• Praça é margeada pelo litoral (praia); • Há árvores, porém, bastante espaçadas; • O calçamento é de blocos; • De frente para Praça na Avenida, há fluxo intenso de veículo.		X= 364878 Y= 7754059	6,0

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

13	3º Transecto ponto 1. Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater.	• Há um intenso fluxo de veículos; • As construções são de caráter comercial, com algumas casas, há poucos prédios com dois pavimentos ou mais material de construção predominante é alvenaria e as fachadas de cimento, exceto, na Granmater e Todeschini que possuem fachadas predominantes de vidro; • Há árvores próximo ao local; • Atrás fica o morro do Gurigica;		X = 0363964 Y= 7754135	3,0
14	3º Transecto ponto 2 – Canteiro central da Avenida Reta da Penha.	• Avenida com intenso fluxo de veículos, uma das principais avenidas da cidade, • Os prédios são de uso comercial com dois ou mais pavimentos e os materiais de construção são de alvenaria e há fachadas de vidro e cimento; • Não há árvores. • Canteiro central com gramas e florido		X= 364294 Y= 7754617	6,0

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

15	3º Transecto ponto 3 - Esquina em Frente a Casa de Carne Frisa, cruzamento da avenida Rio Branco com a Rua João Silva Abreu.	• Construções Modernas, padrão vertical superior há 10 pavimentos com uso que varia para moradia e escritórios de empresas; • Há algumas casas próximo ao ponto de coleta de dados. • A pavimentação da via é de asfalto e há algumas arvores no canteiro central da Avenida Rio Branco.		X= 364486 Y= 7754756	10,5
16	3º Transecto ponto 4 – Bifurcação da Avenida Castelo Branco – Rua Chapot Presvot. Condomínio de Compras Solar da paria.	• O Padrão de construção dos edifícios é vertical com dois ou mais pavimentos os materiais utilizados nas fachadas dos prédios variam entre o cimento e vidro; • Cobertura da via é asfáltica e há muitas árvores nas calçadas laterais e nos canteiros centrais.		X= 364685 Y= 7755046	12,2
17	3º Transecto ponto 5 Rua Aleixo Neto, Rotatória no centro da Rua Aleixo Netto.	• Há árvores nos canteiros do lado esquerdo e direito da rua; • As edificações são de padrão vertical com dois ou mais pavimentos de uso residencial predominante, as fachadas variam entre de cimento e vidros; • Fluxo constante de veículos, rua asfaltada.		X = 364747 Y= 7754869	12,2

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

18	3º Transecto ponto 6 Rua Eugênio Neves.	• Construções de padrão vertical e horizontal, com comércios e residência; • Ruas asfaltadas com fluxo constante de veículo, porém pequeno; • Há árvores no canteiro central e nos laterais. Atrás há um maciço rochoso.		X= 364658 Y= 7754349	8,8
19	4º Transecto ponto 1: Rua Bernardino Monteiro com a Avenida Leirão da Silva.	• A via é pavimentada por asfalto, o fluxo de carro é constante, há árvores no canteiro. • Os prédios possuem padrão horizontal e vertical, as fachadas são alvenaria, com vidros e também há cerâmica em alguns e são usados para comércio.		X= 363847 Y= 7755298	3,0
20	4º Transecto ponto 2 -Avenida Nossa Senhora da Penha, em frente a Petrobrás.	• Área com pouca vegetação, na frente Avenida Nossa Senhora da Penha há um maciço; • O fluxo de veículos na avenida é intenso; • A maioria dos imóveis são para comércio, negócios. As construções possuem fachada de vidro, cerâmica, alvenaria.		X = 364236 Y= 7755188	5,5

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

21	4º Transecto ponto 3 – Rua José Luiz Gabera – Barro Vermelho, próximo ao Edifício Espaço Albert.	• Há médio fluxo de veículos; • Há árvores no local; • O calçamento da rua é de bloco; • Área de uso comercial e residencial. • As fachadas dos prédios são de vidro e de alvenaria.		X= 364376 Y= 7755428	14,3
22	4º Transecto ponto 4 – Rua Vila Lobos, em frente à loja impacto.	• Área de uso residencial, com casa e prédios; • Há poucas árvores no local, as fachadas dos prédios são de alvenaria; • A rua é asfaltada.		X= 364661 Y= 7755424	24,0
23	4º Transecto ponto 5 – Rua Celso Calmon com a Avenida Rio Branco.	• Há vários prédios no local, cujo as fachadas são de alvenaria e vidro; • O fluxo de veículo é intenso e constante.		X= 364771 Y= 7755179	9,0

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

24	5º Transecto ponto 1 – Bifurcação da Avenida Reta da Penha com a Avenida Serafim Derenze.	• Avenidas pavimentadas com asfalto, com intenso fluxo de veículos; • Próximo ao canal “de vitória”; • Não há árvores na proximidade; • Há predominância das edificações horizontais com algumas em verticais.		X= 363819 Y= 7756123	3,0
25	5º Transecto ponto 2 – Calçada da Empresa Vital Engenharia.	• O piso do pátio é de brita. • Local de depósito de material; margeado pelo canal “de vitória”; • Com algumas construções com padrão vertical superiores a 10 pavimentos.		X= 364335 Y= 7755715	3,0
26	5º Transecto ponto 3 – Rua Grécia. Comunidade Helênica do Espírito Santo.	• Há prédios no local com aproximadamente 15 andares, há também um afloramento rochoso; • Rua tem um fluxo pequeno, porém, constante de veículos; • O local é aberto e o solo é descoberto; • De frente para o ponto é o canal de Vitória.		X= 364657 Y = 7755668	5,2

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

27	5º Transecto ponto 4 – Em frente a ponte Airton Senna na avenida Rio Branco.	• Fluxo intenso e constante de veículos; • Avenida Pavimentada com asfalto; • Vários prédios próximo ao ponto, cuja fachada varia entre alvenaria e vidros; • Gramas sobre o canteiro central		X= 364976 Y= 7755455	3,0
28	5º Transecto ponto 5 Rua Afonso Claudio, próximo ao Maison Classic.	• Em ambos os lados da rua há prédios com 10 ou mais pavimentos de uso comercial e residencial; • A rua é asfaltada. • Há árvores nas laterais.		X = 364915 Y = 7755251	9,0
29	5º Transecto ponto 6 - Praça dos Namorados, próximo ao IATE CLUB.	• Calçamento da Praça é feito de blocos. • O local é margeado pelo litoral; • Possui árvores; • Em frente à praça há Avenida Saturnino de Brito, com fluxo intenso de veículos e vários prédios com a fachada de vidros.		X= 365163 Y= 7754939	4,1

Quadro 2: Caracterização dos pontos de coleta com o transecto móvel

5.5.3 Equipamentos utilizados em campo

A mensuração dos dados de temperatura e umidade relativa do ar foi realizada com Termo-higrômetro digital de leitura direta com *datalogger* IP-747 RH Temperatura e Umidade USB fabricados pela empresa IMPAC (Figura 15). As observações realizadas por este equipamento apresentam alta precisão, rápidas respostas e ótima estabilidade. A faixa de medição de temperatura varia de -40°C a 70°C , com resolução de $0,1^{\circ}\text{C}$ e precisão de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Quanto à umidade, a variação é de 0% a 100%, com resolução de 0,1% e precisão de $\pm 3\%$ a $\pm 5\%$ podendo armazenar até 32700 medições.

Como abrigo meteorológico móvel foi utilizado um tubo PVC com diâmetro de 100 cm de comprimento x 50 cm de diâmetro recoberto por papel alumínio, com aproximadamente dois metros de altura (Figura 15) conforme proposto por Fialho (2009). A porção superior do cano de PVC possui revestimento de papel alumínio para refletir a energia proveniente do Sol. O termômetro utilizado para o monitoramento fica alojado dentro do cilindro para não sofrer a interferência da radiação direta.



Figura 15: Tubo de PVC 100 cm x 50 cm para encanamento de água envolvido com papel alumínio e Datalogger IP-747 RH, Temperatura e Umidade USB.

5.5.4 Aferição dos Termo-Higrômetros Datalogger

A aferição dos termo-higrômetros *datalogger* ocorreu para tentar detectar possíveis falhas ou oscilações que o equipamento viesse a apresentar e, conseqüentemente comprometer a qualidade dos dados.

Os equipamentos foram arrumados em uma bancada de granito a aproximadamente 80 cm do chão, com portas e janelas fechadas e lâmpadas apagadas no Laboratório de Geografia Física da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

A coleta das amostras ocorreu no período de 11:45h às 15:15h, no dia 06 de fevereiro de 2013. Foram coletadas manualmente 8 amostras de temperatura do ar e umidade relativa do ar nos cinco aparelhos usados a cada 30 minutos. Os aparelhos foram programados para realizarem a coleta automaticamente a cada 10 segundos. Foram feitas 1302 observação de todos os aparelhos

O desvio padrão para os dados de temperatura foi de 0,2°C, para todos os aparelhos. As observações não apresentaram erro médio em relação ao observado manualmente.

Os desvios padrão para os dados de umidade relativa foram de 2,8% nos aparelhos 1 e 2, de 2,9% nos aparelhos 3 e de 5, 3,1% para o aparelho 4. O erro médio em todos os aparelhos para as observações de umidade relativa foi de 0,1.

Tais discrepâncias nos dados observados estão dentro do limite estabelecido pelo fabricante do aparelho, conforme descrito no item 5.5.3.

5.5.5 Correção da Defasagem de Tempo

Os dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar ao longo do período analisado, por meio da técnica do transecto móvel apresentam defasagem de tempo entre si. Em função disso os valores passam por uma correção temporal, visando calibrar os dados levantados, conforme metodologia proposta por Fialho (2009).

Para medidas que foram realizadas durante 03 vezes ao dia, utilizou-se a estação meteorológica automática localizada na Universidade Federal do Espírito Santo pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que acompanha a evolução horária dos parâmetros meteorológicos, no caso, temperatura do ar e umidade relativa do ar. Assim, toda mudança de temperatura e umidade, foi possível retirar o aquecimento, resfriamento da temperatura, bem como, o aumento e redução da umidade, respectivamente, das leituras. Como pode ser visto o exemplo na Tabela 03 o exemplo para correção da temperatura.

Tabela 2: Exemplo de correção da temperatura.

Ponto	Hora	Temp.	Temp.1	Dif.	Temp. Corrigida
1	9:00	20,0	21,0	0,0	20,0
2	9:10	21,0	21,3	0,3	20,7
3	9:20	21,2	21,6	0,6	20,6
4	9:30	21,8	22,0	1,0	20,8
5	9:40	21,6	22,3	1,3	20,3
6	9:50	22,0	22,6	1,6	20,4
7	10:00	21,8	23,0	2,0	19,8

Temp. – Temperatura observada em Campo.

Temp.1 – Temperatura da estação Automática.

Dif. – Diferença ao longo do tempo de 01:00 hora.

Temp. Corrigida: Subtrai a Dif. da Temp. para o caso das medidas diurnas, quando registra uma tendência de aumento de temperatura e inverso para à noite, quando verifica-se um resfriamento.

Fonte: Adaptado de Fialho (2009).

A umidade relativa do ar durante o dia tem o comportamento inversamente proporcional à temperatura, logo o procedimento para correção será o inverso ao aplicado à da temperatura do ar, tal como, exemplificado na Tabela 3.

5.5.6 Dinâmica Atmosférica

A atuação de um determinado sistema atmosférico de escala sinótica pode atuar na minimização ou intensificação do fenômeno ilha de calor atmosférica ou núcleos de aquecimento nas áreas urbanas. Os tipos de tempo são os principais fatores controladores da intensidade desse fenômeno, conforme destaca Assis (2010), Fialho (2009), Jardim (2007), Brandão (2003).

A velocidade de perda de energia de superfícies distintas depende diretamente da condição de tempo que, por vez, regula a entrada e saída de energia disponível no sistema urbano. Por isso, faz-se necessário no presente estudo o acompanhamento da dinâmica do tempo durante a semana e realização dos experimentos na área em estudo.

O acompanhamento da dinâmica atmosférica regional e da sequência dos tipos tempo foi realizado a partir de cartas sinóticas de superfície, de imagens de satélite e da análise sinótica, junto do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) no site <http://www.cptec.inpe.br/>, da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) / Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) – Serviço Meteorológico Marinho (CMM) no site <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm> e do Sistema de

Informações Meteorológicas do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) disponível no site <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/>.

No que se diz respeito às informações das variáveis meteorológicas da Estação Meteorológica, estas foram fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) obtidas na plataforma de Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) no site <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>.

5.5.7 Interpolação dos Dados

A caracterização e a quantificação de fenômenos espaciais, podem ser obtidas por métodos geoestatísticos, fato que permite o conhecimento do comportamento de determinadas variáveis em setores onde não existem amostras (CASTRO; LOPES, 2011).

Atualmente vários espacialização de dados são utilizados para cálculo e interpolação de variáveis correlacionadas espacialmente, dentre pode-se citar: Triangulação (com interpolação linear); “Kriging”; Radial Basis; Shepard; Inverso das Distâncias; Curvatura Mínima. Na Tabela 04 é realizado uma breve caracterização dos 6 (seis) métodos de interpolação citados:

Tabela 3: Breve caracterização dos seis métodos de cálculo e interpolação de variáveis correlacionadas espacialmente.

Método	Caracterização/Potencialidades
Interpolação	
1. Triangulação (com interpolação Linear)	- exequível para séries pequenas; - gera triangulações distintas para cada ponto de registro; - desde que exista um número de dados suficiente este método preserva as “descontinuidades” devidas a lacunas na série.
2. “Kriging”	- Sugerido como um dos procedimentos mais adequados para maioria das séries estatísticas; - evidência uma leitura e interpretação global da totalidade da informação; - tenta expressar a tendência sugerida pela série; - quando séries são muito extensas, o processo de informação pode ser bastante lento; - permite outras “leituras” de informação disponível
3. Radial Basis	- procedimento de cálculos semelhantes ao “Kriging”, os resultados finais são semelhantes; - como o “Kriging” gera excelentes interpretações da informação disponível para um número considerável de séries estatísticas.
4. Shepard	- procedimentos de cálculo de rápida execução, mas, com alguma insistência na criação de isolinhas concêntricas fechadas
5. Inverso das distâncias ao Quadrado	- processamento e interpretação da informação extremamente rápida - tendência insistente para criação de isolinhas concêntricas fechadas
6. Curvatura Mínima	- processamento e interpretação da informação extremamente rápido para maior parte das séries estatísticas; - gerador de superfície extremamente suavizado.

Fonte: Adaptado de Monteiro e Fernandes (1996).

O “Kriging” e o Radial Basis, permite a análise de toda informação antes de estimar os valores da variável nos pontos intermédios onde eventualmente não existem registros. Vários pesquisadores demonstraram uma excelente capacidade destes métodos para cálculo, interpretação e representação de diferentes tipos de variáveis (MONTEIRO; FERNANDES, 1996; ALCOFORADO et al., 2005; ASSIS, 2010; CASTRO; LOPES, 2011).

O Shepard e o Inverso das Distâncias ao Quadrado ou Inverse Distances Weigth (IDW), permitem modelar os dados de forma idêntica, sendo assim, os seus produtos finais muito

semelhantes. Entretanto, particularmente o Inverso da Distância, evidência uma tendência para gerar isolinhas concêntricas em torno dos pontos de registros disponíveis (MONTEIRO; FERNANDES, 1996).

O IDW é uma ferramenta de análise espacial que assume que cada amostra de ponto tem uma influência local que diminui com a distância. Este método admite que os pontos mais próximos de determinada célula influenciam mais fortemente suas características do que os mais afastados (MIRANDA, 2005).

Esse interpolador utiliza o modelo estatístico denominado “Inverso das Distâncias”¹⁵. O modelo baseia-se na dependência espacial, isto é, quanto mais próximo estiver um ponto do outro, maior deverá ser a correlação entre seus valores. Sendo assim é conferido maior peso para as amostras mais próximas. Diante do exposto, o modelo consiste na multiplicação dos valores das amostras pelo inverso de suas respectivas distâncias ao ponto de referência (VARELLA E JUNIOR, 2008), conforme expresso Equação (8) abaixo:

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i} z_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i}} \quad (8)$$

Em que:

z = valor estimado;

n = número de amostras;

z_i = valores conhecidos;

d_i = distâncias entre os valores conhecidos e estimados (z_i e z).

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possuem uma série de funções, entre elas, a análise e representação de dados sobre o espaço. Estas ferramentas, cruzando informações espacialmente georeferenciada, são capazes de modelar e projetar o comportamento de determinados fenômenos em dado território. Em conjunto, permitem definir padrões e comportamento espaciais passíveis de serem considerados com outros

¹⁵ Mais informações sobre os modelos de interpolação podem ser obtidas em Mirada (2005).

dados territoriais, como a ocupação do solo, natural e antrópica (MIRANDA, 2005; CASTRO; LOPES, 2011).

Neste estudo foram testados dois modelos de interpolação o IDW e a Krigagem. Após os testes verificou-se que o IDW que apresentou melhores resultados. Nos testes com o IDW verificou-se que os valores reais das amostras foram mantidos. Entretanto nos testes com a Krigagem, os valores máximos e mínimos foram subtraídos pelo próprio modelo (Anexo 2).

O uso da geoestatística, no caso o IDW, subsidiada pelas ferramentas de SIG (análise espacial), permite-nos modelar geograficamente o comportamento de diferentes fenômenos, no caso deste estudo, o comportamento térmico e higrício urbano da Regional V- Praia do Canto. Deste modo, torna-se possível definir padrões térmicos diferenciados no espaço, como a identificação de fenômenos de clima urbano, como específico das “ilhas de calor”, originadas, por um lado pela ação antrópica, que induz mecanismos específicos de escoamento de ar, por outro, por questões naturais, como a morfologia do terreno.

Inserido neste contexto, em um ambiente de SIG, no ArCGIS 10.1, foi realizado a aplicação do método geoestatístico IDW. Buscando modelar o comportamento térmico e higrício da área em estudo.

5.5.8 Unidades Topoclimáticas Urbanas da Regional Praia do Canto

As unidades topoclimáticas urbanas da Regional V Praia do Canto foram elaboradas com base nos dados obtidos no primeiro e segundo campo e na sobreposição dessas informações com os mapas de uso e cobertura da terra, densidade demográfica, seguindo orientação proposta por Brandão (1996; 2003).

O principal elemento para definição dos topoclimas foi o componente térmico, considerando as médias entre os dois campos. Todos os processos de sobreposição foram realizados manualmente observando o comportamento das isolinhas (isotérmicas), sobre os mapas de uso e cobertura da terra, densidade demográfica e hipsométrio. Sendo assim, após a sobreposição dessas informações todos os dados foram vetorizados para geração do mapa final.

Destaca-se que a transição entre os topoclimas não é absoluta nem rígida. Isto, se deve ao fato de que existem diversos gradientes térmicos entre os topoclimas que é o nível inferior e o clima local de nível superior, estes variam de acordo com o sistema sinótico atuante, com a hora do dia e do ano (ASSIS, 2010)

A chave de classificação que será empregada seguirá as utilizadas no trabalho de Alcoforado (2005), Assis (2010), Fialho (2010), Castro e Lopes (2011).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados a seguir foram divididos em quatro partes. Na primeira será analisado o uso e cobertura da terra e a densidade demográfica na Regional Praia do Canto. Na segunda e terceira parte serão analisado os dados observado nos dois campos realizado nos dias 19, 20 e 21 de fevereiro e nos dias 27 e 28 de junho de 2013 respectivamente. Por fim, na quarta parte, será realizado a classificação dos topoclimas da RPC

6.1 Uso e cobertura da terra e densidade Demográfica na Regional Praia do Canto

A confecção do mapa considerou uma cor e um código numérico para cada classe de uso e cobertura da terra, conforme pode ser descrito na Tabela 4, processo que facilitou a elaboração do mapa temático e forneceu informações para criação das unidades climática da RPC.

Tabela 4: Uso e Cobertura da terra na Regional Praia do Canto.

Tipos de Uso	Cor	Código
Sem Uso	Branco	0
Área Verde	Verde	1
Área comercial de 1 a 10 pavimento	Salmão	2
Área Comercial de 11 a 19 pavimentos	Rosa	3
Área Comercial > 20 pavimentos	Vermelho	4
Área Residencial Unifamiliar de 1 a 5 pavimentos	Azul Claro	5
Área Residencial Multifamiliar de 1 a 10 pavimentos	Azul Lago	6
Área Residencial Multifamiliar de 10 a 19 pavimentos	Azul Médio	7
Área Residencial Multifamiliar > 20 pavimentos	Azul Escuro	8
Área mista de 1 a 10 pavimentos	Amarelo Claro	9
Área Mista de 11 a 19 pavimentos	Amarelo	10
Área Mista > 20 pavimentos	Laranja	11
Outros	Marrom	12

Fonte: Tipos de usos classificados pela PMV. Organizado pelo autor.

Na Figura 16 é observado o mapa de uso e cobertura da terra no município de Vitória, para RPC. A análise permite inferir que a área é totalmente urbanizada com pouca área verde. Nos bairros Barro Vermelho e Praia do Canto há o predomínio de área Residencial Multifamiliar de 10 a 19 pavimentos e com mais de 20 pavimentos. Também há áreas de uso comercial com o predomino de 1 a 10 pavimentos e algumas áreas mistas. Em Santa Helena a maior parte da área é ocupada por residência multifamiliar com 11 a 19 pavimentos e também por área comercial com 1 a 10 pavimentos.

Nos bairros Santa Lúcia e Luíza (Figura 16) há o predomínio de área de uso comercial com 1 a 10 pavimentos e, algumas áreas de uso residencial multifamiliar. Na Enseada do Suá há grande concentração de área Comercial, com número de pavimento variando de 1 a mais de 20 pavimentos. Também há área de uso Residencial Multifamiliar com o predomínio de construções com 1 a 10 pavimentos. Na Praia do Suá há maior concentração de área de uso Residencial Unifamiliar, com 1 a 5 pavimentos, com algumas áreas comerciais, com construção de 1 a 10 pavimentos. Neste bairro também há algumas áreas mistas.

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

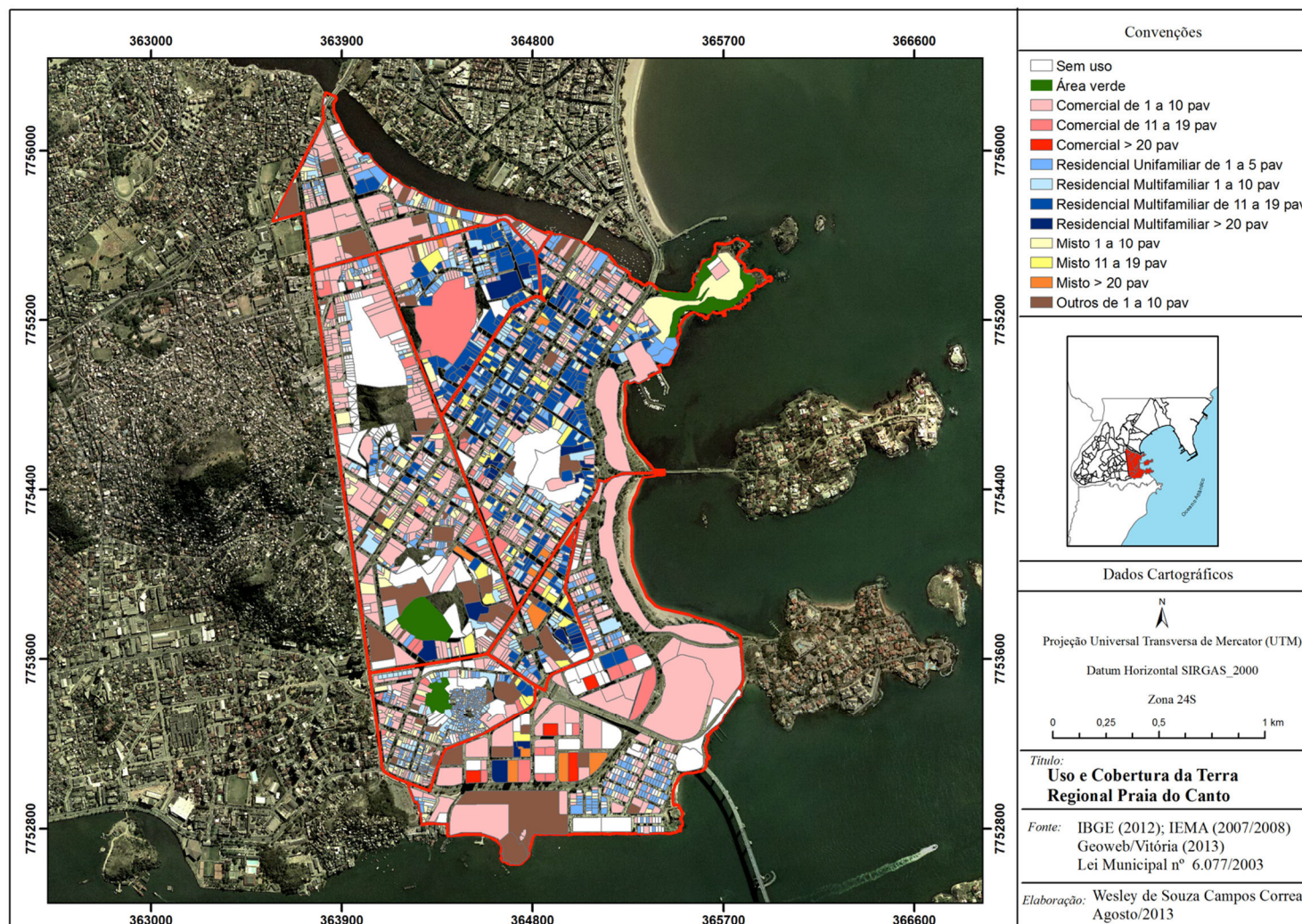


Figura 16: Mapa de Uso e Cobertura da Terra da Regional Praia do Canto, no município de Vitória (ES)

O mapa de densidade demográfica da RPC, em habitantes por metro quadrado é apresentado na Figura 17. Observa-se que o bairro que apresenta a maior densidade demográfica é o Barro Vermelho com $147,87 \text{ hab/m}^2$, em seguida, vêm os bairros Santa Helena e Praia do Canto com $140,84 \text{ hab/m}^2$ e $135,34 \text{ hab/m}^2$, respectivamente. Tal aspecto pode estar relacionado ao fato de que esses três bairros possuem a maior quantidade de área Residencial Unifamiliar e Multifamiliar e também Mista da RPC, conforme indicado na Figura 16, contribuindo para o grande contingente e circulação de pessoas nesses bairros.

A Enseada do Suá apresenta menor densidade demográfica, com $8,51 \text{ hab/m}^2$, condição que pode estar relacionada a própria extensão do bairro e também por ser um local de uso Comercial e Unifamiliar (Figura 17). Os bairros Santa Luíza, Santa Lúcia e Praia do Suá apresentam densidade demográfica de $36,25 \text{ hab/m}^2$, $42,19 \text{ hab/m}^2$ e $95,82 \text{ hab/m}^2$, respectivamente. Estes mesmos que possuem áreas de uso Residencial Unifamiliar e Multifamiliar, apresentam maiores áreas de uso Comercial, conforme observado na Figura 16.

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

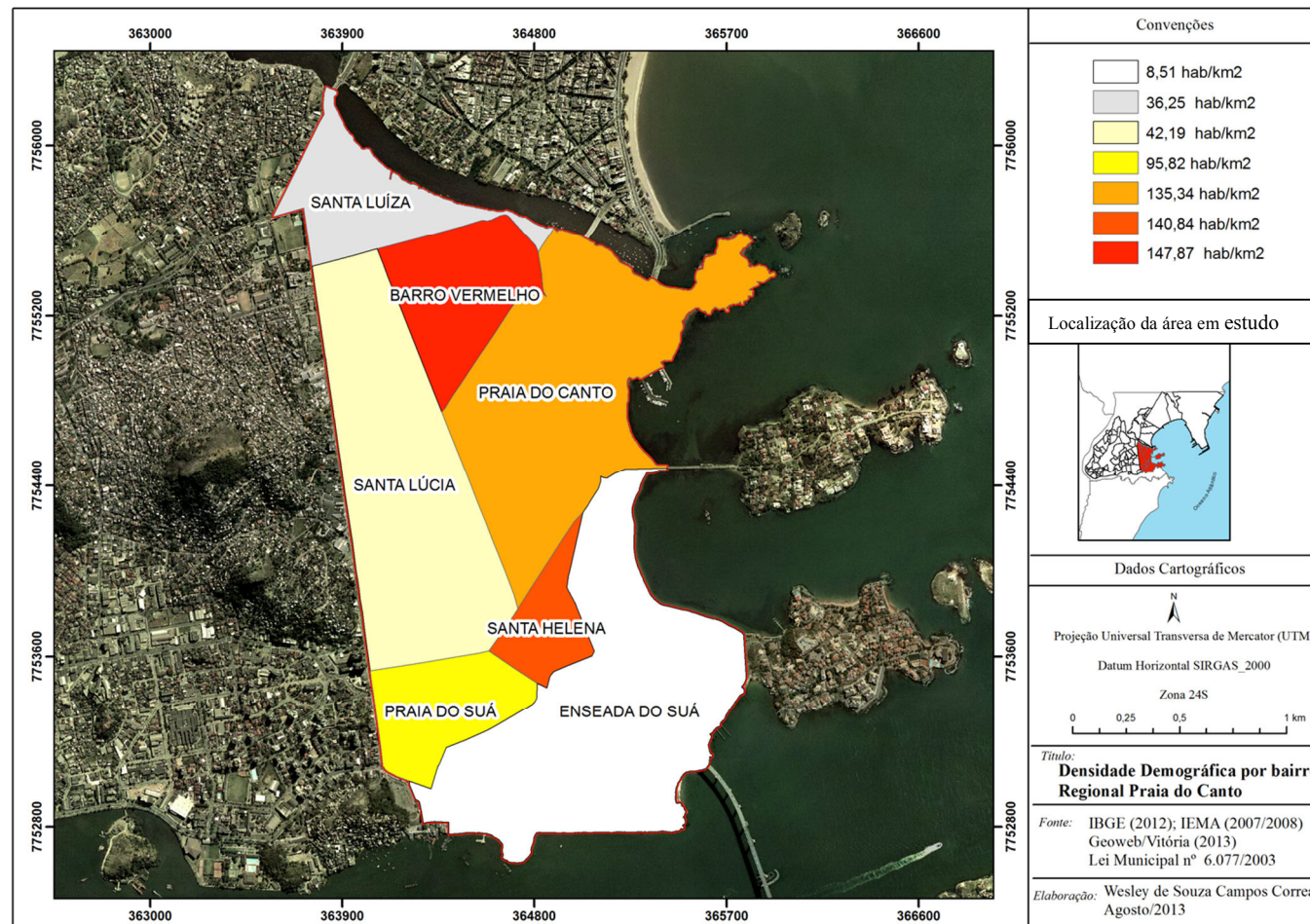


Figura 17: Mapa de densidade demográfica por bairro na Regional Praia do Canto, Vitória (ES).

6.2 Condições Atmosféricas - Campo I entre os dias 19 a 21 de fevereiro de 2013

As condições meteorológicas no município de Vitória, entre os dias 17/02/2013 a 22/02/2013 foram marcadas por atmosfera estável, com pouca nebulosidade e ventos fracos. Esta situação favoreceu a realização dos experimentos de campo nos dias 19/02/2013, 20/02/2013 e 21/02/2013.

As condições meteorológicas observadas nesse período foram influenciadas pela presença da ASAS, advecção de umidade marítima e pela circulação de brisa. O comportamento das variáveis meteorológicas pressão atmosférica, temperatura do ar, precipitação e umidade relativa do ar, registrados pela estação automática do INMET, localizada no *campus* da UFES pode ser observado na Figura 18. Segundo o CPTEC/INPE (2013), durante o mês de fevereiro, no Brasil, houve a atuação de cinco frentes frias, sendo que nenhuma atingiu o município de Vitória, a maioria foi deslocada para o oceano.

No domínio da ASAS, verificou-se condições meteorológicas com céu claro e poucas nuvens, na parte do dia, e aumento da nebulosidade, à noite e manhã seguinte. Neste período a pressão atmosférica manteve-se elevada, com média de 1009hPa. Os ventos predominantes foram de norte, nordeste, noroeste e oeste-noroeste. A umidade relativa do ar manteve-se elevada, com média de 72,8%.

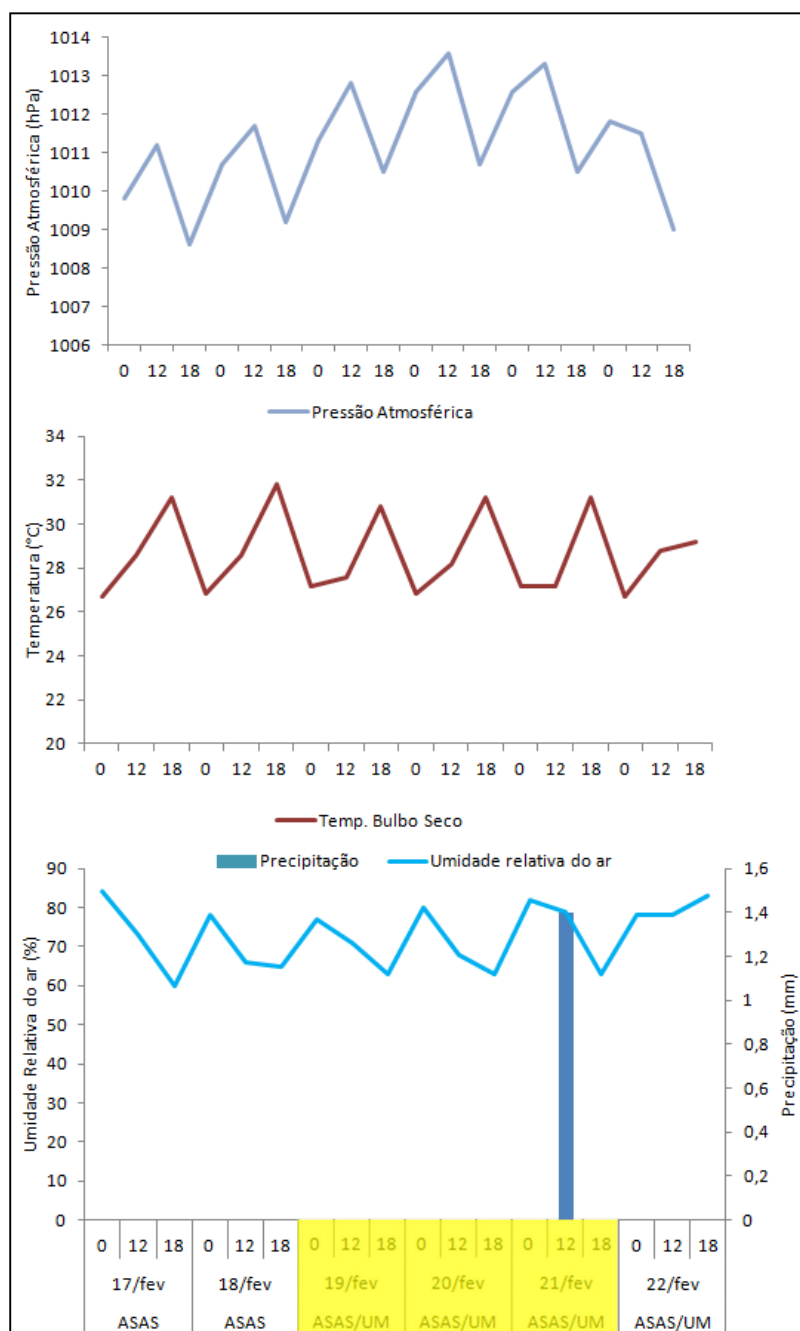
As cartas de pressão a nível do mar e imagens do satélite Goes-12 para os dias 19 a 21/02/2013 às 12Z que são apresentados na Figura 19, indicam o predomínio da ASAS sobre o estado do Espírito Santo, bem como, uma frente fria ao sul do Brasil. Nas imagens de satélite observa-se grande nebulosidade sobre o setor centro-norte da América do Sul em função da radiação solar que o continente recebe no verão, intensificando os processos evapotranspiração e convecção.

Segundo informações do INCAPER (2013), no dia 19/02/2013, a umidade marítima (UM) e a circulação de brisa (CB) contribuíram para formação de várias nuvens durante a madrugada e início da manhã. A nebulosidade, logo se dissipou pela manhã, com o predomínio de temperaturas superiores a 30°C, e direção predominante de vento norte.

As condições atmosféricas observadas no dia 20/02/2013 foram semelhantes ao dia anterior. Segundo o INCAPER (2013), a UM e a CB propiciaram a formação de várias nuvens durante a madrugada e em parte da manhã. Por volta das 09 horas local, iniciou-

se o processo de dissipação das nuvens. O calor neste dia predominou, com temperaturas altas, superiores a 30°C. A umidade relativa do ar esteve acima dos de 70% e a direção predominante de vento foi de norte.

Segundo a informação do INCAPER (2013), no dia 21/02/2013 a UM e a CB contribuíram para formação várias nuvens durante a madrugada e em parte da manhã. Observou-se chuva fraca em alguns pontos do município por volta das 06 horas local, com o acumulado diário de 1,4 mm (INMET, 2013). Por volta das 09:00 a nebulosidade, logo foi dissipada, com o predomínio de temperaturas altas, superior a 30°C, e direção predominante de vento norte.



Trabalho de Campo.

Figura 18: Evolução temporal da pressão atmosférica em superfície, da temperatura do ar e umidade relativa do ar no período de 17/02/2013 a 22/02/2013.
Fonte de dados: CPTEC (2013) e INMET (2013).

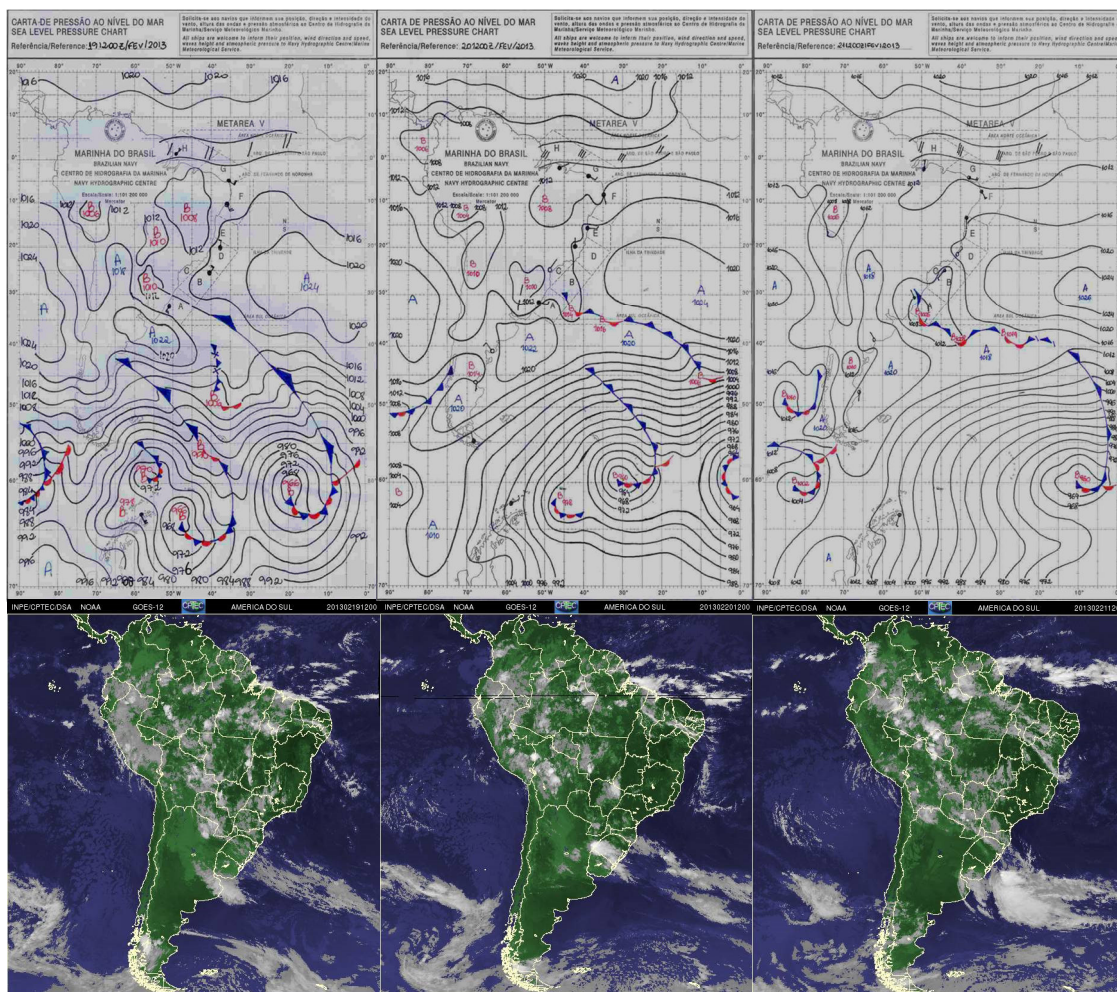


Figura 19: Cartas sinóticas da marinha às 12 Z (quadro superiores) e imagens do satélite GOES-12 às 12 Z (quadros inferiores) para os dias 19, 20 e 21 de fevereiro de 2013.

Fonte: CPTEC/INPE (2013) e DHN (2013).

6.2.1 Análise da temperatura do ar e umidade relativa do ar na RPC – Campo I

A comparação entre os dados observados nos dias 19 a 21 de fevereiro de 2013, certificou que a temperatura e umidade relativa do ar comportaram-se diferente forma ao longo dos cinco transectos analisados. Sob a mesma condição sinótica, as variáveis meteorológicas apresentaram variações horárias segundo as características do uso do solo e a morfologia urbana.

6.2.2 Temperatura do ar

A média de todos os dados de temperatura do ar durante os três dias do campo I é igual a 30,2°C, 2,5°C acima da média climatológica para o mês de fevereiro que é igual a 27,7°C.

Os maiores valores médios pontuais foram observados nos seguintes pontos: P25 (em frente ao pátio da empresa Vital Engenharia), com 31,2°C; no P23 (cruzamento da Rua Celso Calmon com a Avenida Rio Branco), com 31,0°C; no P26 (Rua Grécia. Comunidade Helênica do Espírito Santo) com 30,7°C; no P5 (Em frente ao Corpo de Bombeiros do Espírito Santo e Terceira Ponte), P21(Rua José Luiz Gabera – Barro Vermelho, próximo ao Edifício Espaço Albert) e; no P22 (Rua Vila Lobos) os três últimos com 30,6°C.

Os menores valores médios pontuais foram observados nos pontos: no P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva¹⁶, em frente à maternidade Granmater), com 28,6°C; no P1 (Bifurcação da Avenida Leitão da Silva com a Rua Arnold Neves), com 29,2°C; no P19 (Rua Bernardino Monteiro com a Avenida Leitão da Silva), com 29,3°C.

O mapa de temperatura média do ar para os três dias de experimento é apresentado na Figura 20. Nela é possível observar dois núcleos aquecidos¹⁷. O primeiro núcleo fica ao norte da área em estudo e concentra os pontos P21 (Rua José Luiz Gabera – Barro Vermelho, próximo ao Edifício Espaço Albert); P22 (Rua Vila Lobos); P23 (Rua Celso Calmon com a Avenida Rio Branco); P25 (em frente ao pátio da empresa Vital Engenharia); P26 (Rua Grécia. Comunidade Helênica do Espírito Santo); P27 (Em frente a ponte Airton Senna na avenida Rio Branco); P28 (Rua Afonso Claudio, próximo ao Maison Classic). O segundo núcleo aquecido é observado ao sul da área em estudo e concentra os pontos P3 (Praça do Papa); P4 (Praça em frente ao palácio de justiça); P5 (em frente ao Corpo de Bombeiros do Espírito Santo e Terceira Ponte) e P9 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Praça Cristóvão Jaques - Cauê). A temperatura média em ambos os núcleos aquecidos variou entre 30,40°C e 31,19°C no primeiro campo.

Os dois núcleos aquecidos (Figura 20), apresentam uma relação direta com as características de uso e cobertura da terra (Figura 17) e densidade demográfica (Figura 18). Nestes dois núcleos há um alto índice de impermeabilização, elevada densidade demográfica, acentuada verticalização e alto fluxo de circulação de veículos, fatos que contribuem para que as temperaturas fiquem acima da média geral dos pontos, monitorados.

¹⁶Mapa com todas as avenidas da RPC pode ser observada no Anexo 3.

¹⁷Nesta pesquisa atribuiu-se o termo núcleo aquecido, para descrever a região com os maiores valores térmicos dentro de uma mesma realidade urbana.

No primeiro núcleo, ao norte da área em estudo, a concentração de edificações verticalizadas contribuem para o aprisionamento do ar dificultando a ventilação e renovação do ar, conseqüentemente há a manutenção de valores térmicos mais altos, devido à inércia térmica e produção de calor pelos edifícios que possuem elevada capacidade de armazenamento e conservação de calor (Figura 20). Destaca-se que próximo área há uma colina onde situa-se o bairro Barro Vermelho, situação que também contribui para manutenção dos valores térmicos altos. Como resultado, esta área apresentou temperaturas mais elevadas que as adjacentes. No primeiro núcleo aquecido, o ponto P25 apresentou maior o valor de temperatura média, durante o campo I.

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

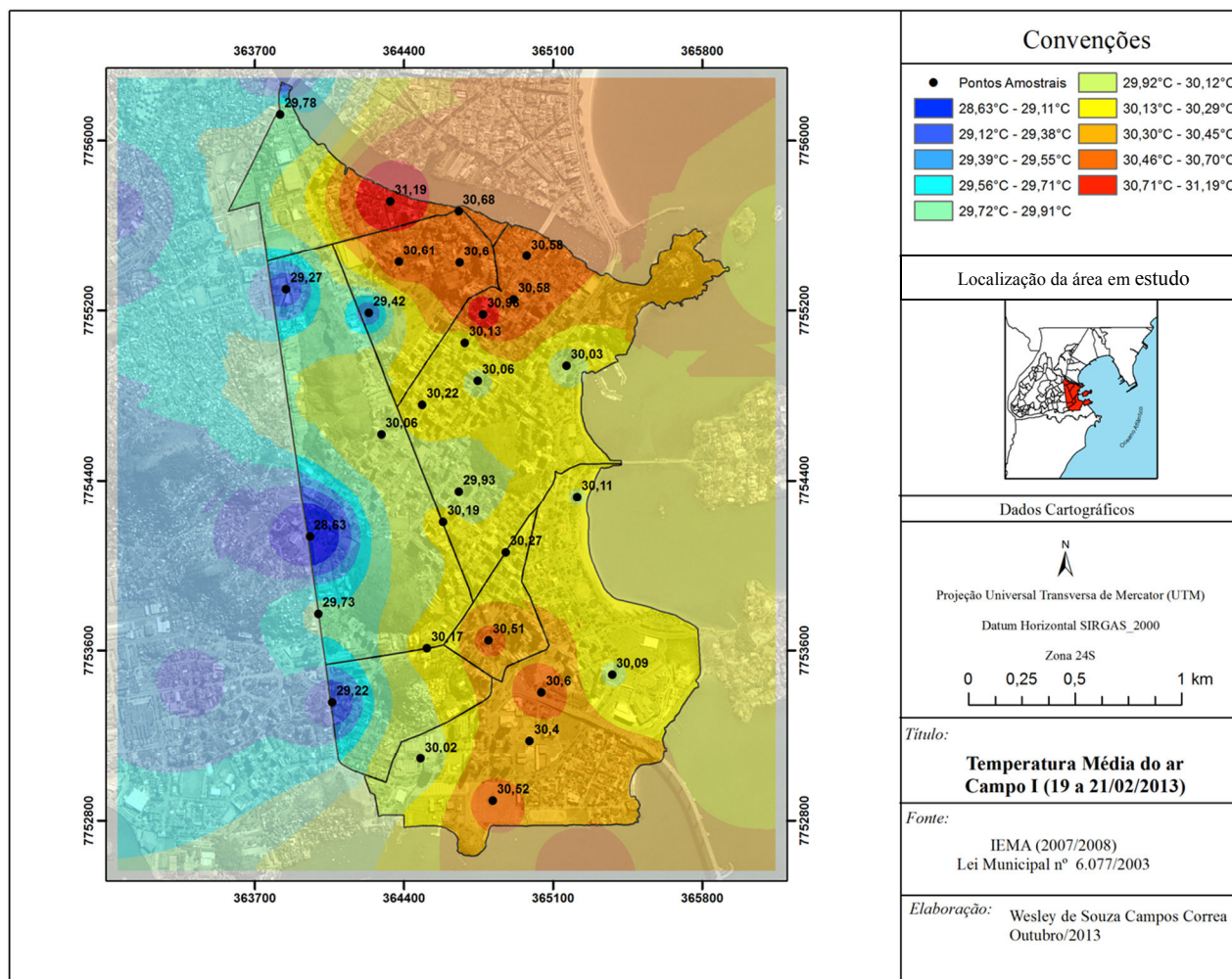


Figura 20: Temperatura média do ar durante os experimentos do Campo I de 19 a 21 de fevereiro de 2013.

O segundo núcleo aquecido, localizado ao sul, é influenciado pelas condições de geometria dos prédios, uso e cobertura da terra e intenso fluxo de veículos no entorno da 3ª Ponte que liga o município de Vitória ao de Vila Velha, situações que corroboram para elevada capacidade de armazenamento, conservação e produção de calor. Esta área apresentou temperatura do ar mais elevada que as adjacentes. Brandão (1996; 2003) no Rio de Janeiro, também observa que áreas, mesmo próximas ao litoral, que apresenta uma elevada taxa de densidade demográfica, padrão construtivo predominantemente vertical, constituem-se em ambientes quentes. Neste segundo núcleo aquecido, o ponto P5 apresentou maior temperatura média, durante o campo I.

Observa-se na Figura 20 áreas mais arrefecidas a oeste, com temperaturas do ar entre 0,9°C e 1,6°C abaixo da média geral de todos os dados do campo I. Estas áreas são compostas pelos pontos P1 (Bifurcação da Avenida Leitão da Silva com a Rua Arnold Neves); P7 (Avenida Leitão da Silva com a Rua Misael Pedreira da Silva); P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater); P19 (Rua Bernardino Monteiro com a Avenida Leitão da Silva). Apesar de urbanizadas, as áreas onde estão localizados estes pontos, não possuem grande quantidade de arranjo de prédios verticalizados que dificultem a passagem do vento; ademais, os afloramentos rochosos da região permitem sombreamento da área em parte do dia.

Na porção centro-leste da área em estudo, observou-se de temperaturas do ar com valores próximos a média geral da RPC. Esta área sofre influência direta dos efeitos da maritimidade e do arranjo dos prédios que formam sombreamento, fato que dificulta a formação de núcleo aquecido (Figura 20).

O desvio padrão da temperatura média do ar para toda a área da RPC é relativamente baixo, igual à 1,6°C. Os menores desvios localizam-se na porção centro-leste da área em estudo: no ponto P10 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Próximo à Caixa Econômica e Shopping), 0,8°C; P11 (Avenida Desembargador Santos Neves), 0,95°C; P12 (Praça na Avenida Saturnino de Brito), 0,81°C; P17 (Aleixo Neto, Rotatória no centro da Rua Aleixo Netto), 0,87°C; P18 (Rua Eugênio Neves), 0,86°C; P29 (Praça dos Namorados, próximo ao IATE CLUB), 1,2°C (Figura 21), área influenciadas pelo efeito de sombreamento pelos prédios e pela maritimidade.

Os maiores desvios (Figura 21) localizam-se ao sul e ao norte da RPC: nos pontos P2 (Rua Treze, em frente a unidade de saúde “Lucilo Borges Sant’Anna”), 2,2°C; P3 (Praça

do Papa), 2,4°C; P20 (Avenida Nossa Senhora da Penha, em frente a Petrobrás), 2,7°C; P21 (Rua José Luiz Gabera – Barro Vermelho, próximo ao Edifício Espaço Albert), 2,5°C; P22 (Rua Vila Lobos), 2,2°C; P23 (Rua Celso Calmon com a Avenida Rio Branco), 2,3°C; P25 (Em frente ao pátio da empresa Vital Engenharia), 2,4°C. Tal comportamento ocorre em função da elevada amplitude térmica diurna verificada nestes pontos ao norte e ao sul. As amplitudes térmicas diurnas verificadas para estes pontos são: 5,7°C (P2) e 5,8°C (P3); 7,2°C (P20), 6,7°C (P21), 6,2°C (P22). Destaca-se que esses pontos compõem totalmente ou parcialmente os dois núcleos aquecidos observados no Campo I na porção norte e sul da RPC, respectivamente. Sendo estas caracterizadas por alta densidade demográfica, maior verticalização e por intenso fluxo de veículos.

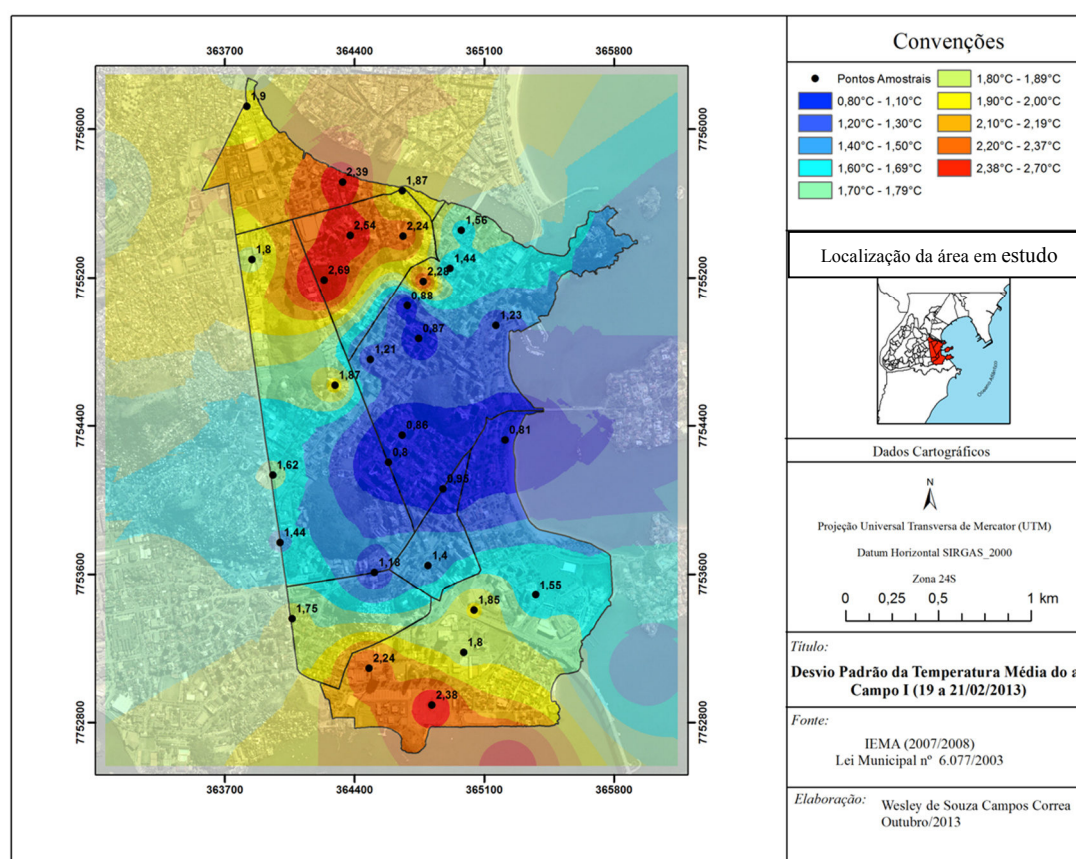


Figura 21: Desvio padrão da temperatura do ar durante o Campo I (19/02 a 21/02/2013).

Ao analisar a evolução diurna da temperatura média do ar às 9, 15 e 20 horas (Figura 22), observa-se a influência do uso e cobertura da terra no padrão diferencial de aquecimento e resfriamento superficial da área em estudo, além do movimento aparente do sol, do revelo e maritimidade.

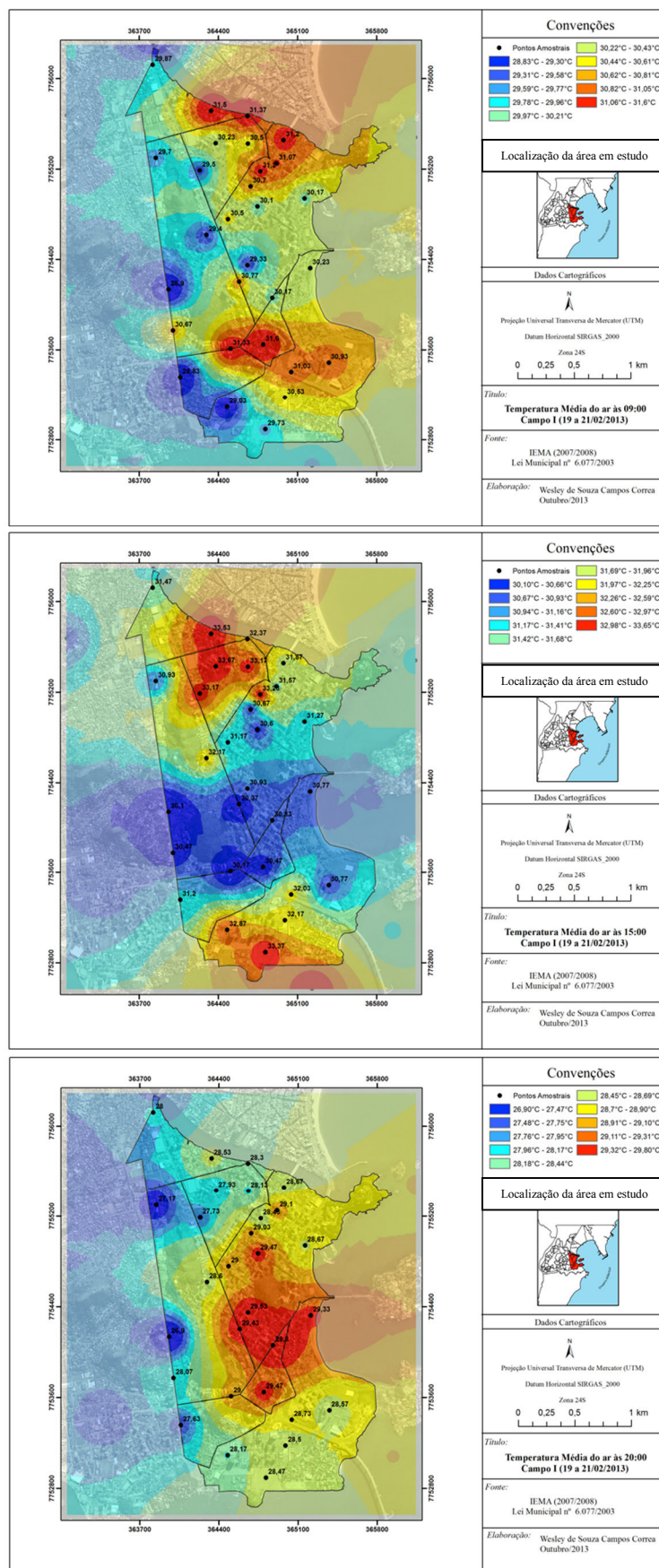


Figura 22: Evolução da de temperatura média do ar por períodos para o Campo I, de 19 a 21 de fevereiro de 2013.

Também, é possível observar a dinâmica dos dois núcleos aquecidos de acordo com o horário. Ambos são mais intensos e persistentes às 09 e 15 horas local, quando foram registrados os maiores valores.

Às 09 horas local, os pontos com menores temperaturas médias localizam-se na parte central da RPC. As menores temperaturas médias foram registradas por: P13(Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater), P14 (Canteiro central da Avenida Reta da Penha), P20 (Avenida Nossa Senhora da Penha, em frente à Petrobrás), P1(Bifurcação da Avenida Leitão da Silva com a Rua Arnold Neves) e P24 (Bifurcação da Avenida Reta da Penha com a Avenida Serafim Derenze) (Figura 22). Tal comportamento é influenciado diretamente pelo sombreamento dos afloramentos e dos prédios que existem no local, repercutindo em um ritmo de aquecimento mais lento. Na porção centro-leste da RPC, também há o registro de menores valores de temperatura do ar, estes influenciados pela proximidade com o mar e o efeito de sombreamento dos prédios.

O aquecimento do tecido urbano às 9 horas local é influenciado diretamente pelo posicionamento do sol e pelas características de uso e cobertura do solo o que acarreta no aquecimento mais acentuado dessas áreas, formando os núcleos aquecidos na parte norte

Os pontos com os maiores valores de temperatura média às 09 horas da manhã foram P9 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Praça Cristóvão Jaques), P25 (Em frente ao pátio da empresa Vital Engenharia), P26 (Rua Grécia. Comunidade Helênica do Espírito Santo), P8 (Avenida Cesar Helal, Calçada em frente ao Selaro), P27 (Rua Dom Pedro II, em frente ao condomínio Bernini), P23 (Rua Celso Calmon com a Avenida Rio Branco), P28 (Rua Afonso Claudio, próximo ao Maison Classic) (Figura 22).

A formação do núcleo aquecido em P8 e P9 pela manhã, ocorre devido ao posicionamento do sol e das características de uso e cobertura do solo. Além disso há enorme circulação de veículos nessa região pela manhã, emitindo calor e dificultando a dispersão térmica perto da superfície, contribuindo para o aumento de temperaturas. Em P25, P26, P27, P28 e P23 o aquecimento deve estar relacionados à geometria dos prédios do local, o que inibe a renovação do ar e dissipação do calor.

Às 15 horas local, segundo horário de registros, são observadas alterações no campo térmico médio sobre o tecido urbano em relação às 09 horas (Figura 22).

A temperatura média do ar às 15h esteve superior aos 29°C, em todos os pontos de observação. Os pontos com maiores temperaturas média do ar foram P20 (Avenida Nossa Senhora da Penha, em frente à Petrobrás), P21 (Rua José Luiz Gabera – Barro Vermelho, próximo ao Edifício Espaço Albert), P25 (Em frente ao pátio da empresa Vital Engenharia), P23 (Rua Celso Calmon com a Avenida Rio Branco) e P3 (Praça do Papa).

Em função das características de uso e cobertura da terra e pelo posicionamento do sol, os núcleos aquecidos às 15 horas local, porção norte e sul da RPC. O primeiro núcleo na porção norte estende-se na direção centro-leste até o ponto P15 (Esquina em Frente à Casa de Carne Frisa, cruzamento da Avenida Rio Branco com a Rua João Silva Abreu). Os pontos que apresentaram maiores valores de temperatura média foram P21, P23 e P25. O segundo núcleo aquecido, localiza-se ao sul da PRC, e é constituído pelos pontos P2, P3, P4, P5, sendo o ponto que apresentou maior temperatura média foi P3 (Praça do Papa).

As 15 horas local, na porção centro-oeste e centro-leste, há o registro dos menores valores médio de temperatura do ar (Figura 22). Estes locais são influenciados diretamente pelo sombreamento causado pelos afloramentos e pelos edifícios, dificultando que a radiação atinja a superfície em várias áreas, retardando o armazenamento de calor, formando “*Canyon Urbano*”

Os pontos com menores temperaturas do ar foram P8 (Avenida Cesar Helal, Calçada em frente ao Selaro), P9 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Praça Cristóvão Jaques - Cauê), P10 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Próximo à Caixa Econômica e Shopping), P12 (Praça na Avenida Saturnino de Brito), e P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater). Condição influenciada pelo efeito de sombreamento dos edifícios na localidade dos pontos.

Às 20 horas são observadas alterações no campo térmico médio em relação às 15h. No terceiro horário (20 horas), a porção centro-leste da área em estudo, que nos dois horários anteriores apresentava o registro de valores de temperatura média mais amena apresenta o registro de maiores valores de temperaturas do ar, mostrando boa correlação com uso e cobertura da terra.

Os pontos com maiores temperaturas médias às 20h foram: P9 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Praça Cristóvão Jaques - Cauê), P10 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Próximo a Caixa Econômica e Shopping), P11 (Avenida Desembargador Santos Neves),

P12 (Praça na Avenida Saturnino de Brito), P15 (Esquina em Frente à Casa de Carne Frisa, cruzamento da avenida Rio Branco com a Rua João Silva Abreu), P17 (Aleixo Neto, Rotatória no centro da Rua Aleixo Netto), P18 (Rua Eugênio Neves).

Na porção centro-leste, o núcleo aquecido noturno e consequentemente o aquecimento do local está relacionado às modificações do balanço energético no meio urbano, que pode ter sua evolução noturna dirigida de maneira mais preponderante pelas características e constituição química da atmosfera (MACHADO, 2011), conforme pode ser observado na Figura 22. Os pontos com maiores valores de temperatura do são caracterizados pelos pontos P9, P10, P11 e P18. Conforme as paredes esfriam, parte da energia radiativa perdida pode estar sendo absorvida pelo ar, devido à presença de poluentes e vapor d'água, por esse motivo, o ar que preenche o “*Canyon Urbano*” apresenta um resfriamento mais lento (MACHADO *op. cit.*).

As variedades da geometria dos prédios dessa área funcionam como obstáculo para o vento, modificando o seu fluxo natural, aumentando a turbulência do ar, dificultando a ação do vento na dispersão do calor para longe (Figura 22), também, nesse horário há grande circulação de veículos na região, consequentemente, emitem calor e contribuem para a turbulência dos níveis inferiores do ar (JUNIOR, 1976), contribuindo para o aumento de temperaturas do ar.

As porções oeste e sudoeste, conforme pode ser observado na Figura 22, apresentam as menores temperaturas médias às 20h. Os pontos com menores temperaturas foram: P1 (Bifurcação da Avenida Leitão da Silva com a Rua Arnold Neves), P7 (Avenida Leitão da Silva com a Rua Misael Pedreira da Silva), P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater), P19 (Rua Bernardino Monteiro com a Avenida Leitão da Silva), P20 (Avenida Nossa Senhora da Penha, em frente à Petrobrás), estes destituídos de áreas densamente verticalizadas, esse padrão facilita o escoamento do vento, favorecendo a renovação do ar e a redução dos valores térmicos nessa área.

O comportamento da temperatura do ar nos dias 19/02/2013 a 21/02/2013 às 09, 15 e 20 horas é mostrado na Figura 23. A exposição proporcionar melhor compreensão e exposição dos gradientes térmicos, além, do comportamento diário da variável e influência dos sistemas atmosféricos sobre o comportamento da variável em cada localidade.

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

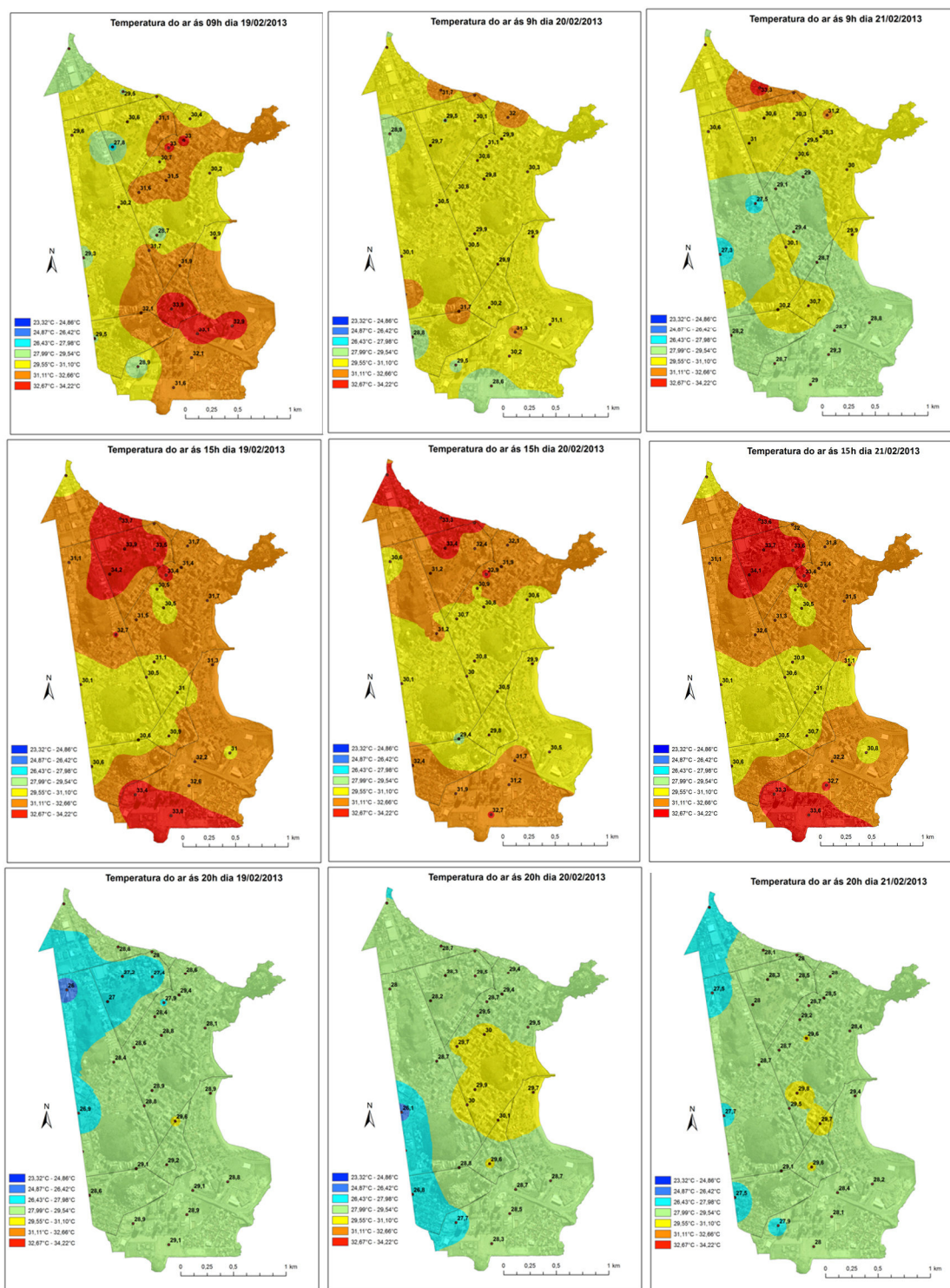


Figura 23: Variação espaço temporal da temperatura do ar durante o primeiro campo na RPC.

De modo geral ao analisar a Figura 23 é possível afirmar que as temperaturas do ar estiveram entre 26,0°C a 34,5°C na área em estudo, apresentando uma amplitude média de 8°C/dia. Os maiores valores de temperatura do ar foram registrados às 15h nos três dias de experimento, porém, no dia 19/2 foram observadas as temperaturas elevadas nas porções norte e sul da área em estudo.

Às 09h da manhã as menores temperaturas foram registradas no dia 21/02/2013. Os núcleos aquecidos ficaram mais caracterizados no primeiro dia, pois no dia 20/02/2013 a nebulosidade que estava sobre o município no momento das medições influenciou o comportamento da variável.

Devido à precipitação que ocorreu no início da manhã do dia 21/02 ocasionada pela circulação de Brisa Marítima, as temperaturas do ar ficaram mais baixas em quase todos os pontos inclusive no núcleo aquecido que situa-se na porção sul da área em estudo conforme pode ser observado na Figura 23, tal situação corrobora com as proposições de Assis (2010), Fialho (2009) e Brandão (2003) e alcança um dos objetivos desta pesquisa de que quando há atuação de sistemas atmosféricos instáveis (precipitações), neste caso circulação de brisa (umidade marítima), há amenização dos núcleos aquecidos.

Os núcleos aquecidos ficaram mais característicos às 15h nos três dias de experimento na porção norte e sul da área em estudo. Às 20h os núcleos dissiparam mais rapidamente do que os pontos situados na porção centro-leste, nos três dias de campo, tal comportamento é influenciado pelo padrão de uso e cobertura da terra, troca de calor com oceano, direção e velocidade do vento e maritimidade (Figura 23). A amplitude térmica nos três dias de experimento foi alta nos pontos que constituem os núcleos aquecidos comparado com os pontos situados na porção centro-leste, conforme já discutido no texto.

O maior valor de temperatura no verão (período chuvoso) foi registrado 34,2°C em P20 (Avenida Reta da Penha em Frente à Petrobrás) às 15h do dia 19/02/2013, tal característica está pode estar relacionado diretamente há alguns fatores, como, intenso fluxo de veículos na Avenida, ausência de vegetação no entorno, os prédios próximo ao ponto são de até 7 pavimentos e com fachadas que variam entre alvenaria, cerâmica e vidros, a exemplo, o prédio da empresa citada é todo de vidro, situação que corrobora para o aquecimento da atmosfera e elevação da temperatura do ar. É importante destacar que também em P20 foi registrado 34,1°C no dia 21/02/2013 às 15h, o segundo valor de temperatura do ar mais alta no verão.

Com resfriamento noturno mais lento e amplitude térmica menor que os demais pontos durante os três dias de experimento P9, P10, P11, P12, P15, P17 e P18 configuram-se em locais de formação de ilhas de calor.

Pela manhã o maior gradiente térmico entre os pontos ocorreu nos dias 19/02 com 6,1°C e 21/02 com 6,0°C. A diferença no dia 19/02 foi estabelecida por P9 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Praça Cristóvão Jaques - 33,9°C) e P20 (Avenida Nossa Senhora da Penha, em frente à Petrobrás - 27,8°C). No dia 21/02 foi estabelecido por P25 (Em frente ao pátio da empresa Vital Engenharia – 33,3°C) e P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater) (Figura 23).

Abaixo na Tabela 5 é possível observar os gradientes térmicos às 09h associado à velocidade e direção predominante do vento e sistema atmosférico nos dias do experimento do campo I.

O menor gradiente térmico no dia 20/02/2013, foi estabelecido por P27 (Em frente à ponte Ayrton Senna na Avenida Rio Branco) e P3 (Praça do Papa) e está relacionado a presença de nuvens no início da manhã oriundas do oceano e carregadas de umidade, ocasionado pelo efeito de maritimidade. Como as nuvens são bons refletores de radiação infravermelha (ondas curtas), no caso para o dia 20/02, tal processo também contribuiu para que a radiação não atingisse a superfície diretamente, cooperando para um aquecimento mais lento do tecido urbano.

Tabela 5: Gradientes térmicos às 9h associados à direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.

Dia	Gradiente Térmico	Direção do Vento ¹⁸	Velocidade do Vento	Sistema Atmosférico
19/02/2013	6,1°C	N, NO	2,7 – 5,8 m/s	ASAS
20/02/2013	3,4°C	NNO, NO, NE	0,9 – 4,0 m/s	ASAS
21/02/2013	6,0°C	O, NO, N	0,4 – 4,0 m/s	ASAS

Fonte: Pesquisa em campo nos dias 19,20 e 21/02/2013; CPTEC/INPE (2013); INMET (2013).

¹⁸ Os valores da direção e velocidade do vento são referentes à estação meteorológica do INMET (2013) localizado na UFES.

Destaca-se que os pontos que possuem elevado gradiente térmico compõem os núcleos aquecidos. Tal comportamento pode favorecer o desconforto térmico presente no verão em regiões de clima tropical (AMORIM, 2012).

Pela tarde às 15h os gradientes térmicos foram de 4,1°C, 4,2°C e 4,0°C, para os dias 19/02, 20/02 e 21/02/2013, respectivamente, sendo assim, ficando evidente que nestes horários não houve mudança significativa dos gradientes térmico no período vespertino sob a atuação da ASAS.

A diferença térmica no dia 19/02 foi estabelecida por P20 (Avenida Nossa Senhora da Penha, em frente à Petrobrás – 34,2°C) e P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater - 30,1°C). No dia 20/02 foi estabelecido por P24 (Bifurcação da Avenida Reta da Penha com a Avenida Serafim Derenze – 33,3°C) e P8 (Avenida Cesar Helal, Calçada em frente ao Selaro - 29,4°C). No dia 21/02 o gradiente térmico foi estabelecido por P20 (Avenida Nossa Senhora da Penha, em frente à Petrobrás – 34,1°C) e P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater- 30,1°C) (Figura 23).

Abaixo na Tabela 6 é possível observar os gradientes térmicos às 15h associados a velocidade e direção predominante do vento e sistema atmosférico nos dias do experimento do campo I.

Tabela 6: Gradientes térmicos às 15h associados a direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.

Dia	Gradiente Térmico	Direção do Vento	Velocidade do Vento	Sistema Atmosférico
19/02/2013	4,1°C	NE, NNE, N	6,3 – 7,6 m/s	ASAS
20/02/2013	4,2°C	NNE, NE, N	3,1 – 6,7 m/s	ASAS
21/02/2013	4,0°C	NE, ENE, NNE	2,7 – 4,2 m/s	ASAS

Fonte: Pesquisa em campo nos dias 19,20 e 21/02/2013; CPTEC/INPE (2013); INMET (2013).

À noite às 20h, o maior gradiente térmico entre os pontos ocorreu no dia 20/02 com 4,0°C. A diferença no dia 20/02 foi estabelecida por P11 (Avenida Desembargador Santos Neves – 30,1°C) e P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater - 26,1°C). Nos demais dias os gradientes térmicos foram: Para o dia 19/02, 3,6°C, diferença entre P11 (Avenida Desembargador Santos Neves – 29,6°C) e P19 (Rua

Bernardino Monteiro com a Avenida Leitão da Silva 26,0°C); Para o dia 21/02, 2,3°C, diferença entre P18 (Rua Eugênio Neves - 29,8°C) e P19(Rua Bernardino Monteiro com a Avenida Leitão da Silva).

Na Tabela 7 é possível observar os gradientes térmicos às 20h associado à velocidade e direção predominante do vento e sistema atmosférico nos dias do experimento do campo I.

Tabela 7: Gradientes térmicos às 20h associados à direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.

Dia	Gradiente Térmico	Direção do Vento	Velocidade do Vento	Sistema Atmosférico
19/02/2013	3,6°C	N, NE	1,3 – 2,7 m/s	ASAS
20/02/2013	4,0°C	NNE	0,4 – 1,8 m/s	ASAS
21/02/2013	2,3°C	N	2,2 – 3,1 m/s	ASAS

Fonte: Pesquisa em campo nos dias 19,20 e 21/02/2013. CPTEC/INPE (2013); INMET (2013). Organizado pelo autor.

Neste caso (Tabela 7) observa-se a relação direta entre a velocidade do vento e a redução dos índices térmicos, quanto maior a velocidade do vento no período noturno menor foram os gradientes térmicos. Observa-se que o dia com o maior gradiente térmico foi influenciado pela menor velocidade do vento e direção do vento nor-nordeste.

6.2.3 Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar média durante os três dias de experimento foi de 65,4%, um desvio de 9,6% abaixo da normal climatológica para o mês de fevereiro que é 75,0%. Apesar da atuação da ASAS na borda do litoral da região Sudeste do Brasil, a umidade relativa do ar média apresentou comportamento alto, isso devido à proximidade da área em estudo do litoral.

As áreas com os maiores e menores índices hídricos médio durante o primeiro experimento, é mostrado na Figura 24. Os maiores índices podem ser observados na porção leste da área em estudo, situado na borda do litoral e também em áreas com algum tipo de vegetação, dentre os pontos destacam-se: P6 (Em frente à Assembleia Legislativa do Espírito Santo), com 67,5%, P12 (Praça na Avenida Saturnino de Brito), com 66,5%, P16 (Bifurcação da Avenida Castelo Branco – Rua Chapot Presvot. Condomínio de

Compras Solar da paria), com 65,9%, P17 (Rua Aleixo Neto), com 66,4%, P28 (Rua Afonso Claudio, próximo ao Maison Classic), com 67,6% e P29 (Praça dos Namorados, próximo ao IATE CLUB), com 68,2%.

Os locais com os menores valores médios encontram-se próximo a locais densamente urbanizados e impermeabilizados, P7 (Avenida Leitão da Silva com a Rua Misael Pedreira da Silva) com 61,4%, P8 (Avenida Cesar Helal, Calçada em frente ao Selaro) com 63,3%, P9 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Praça Cristóvão Jaques – Cauê), com 63,2% P10(Avenida Nossa Senhora da Penha / Próximo a Caixa Econômica e Shopping) 63,4% (Figura 24).

É possível observar que os locais onde foram identificados os núcleos aquecidos na porção norte e sul da RPC, conforme apresentado na Figura 20, no item anterior sobre temperatura do ar, a umidade relativa do ar comportou-se menor do que na porção leste.

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

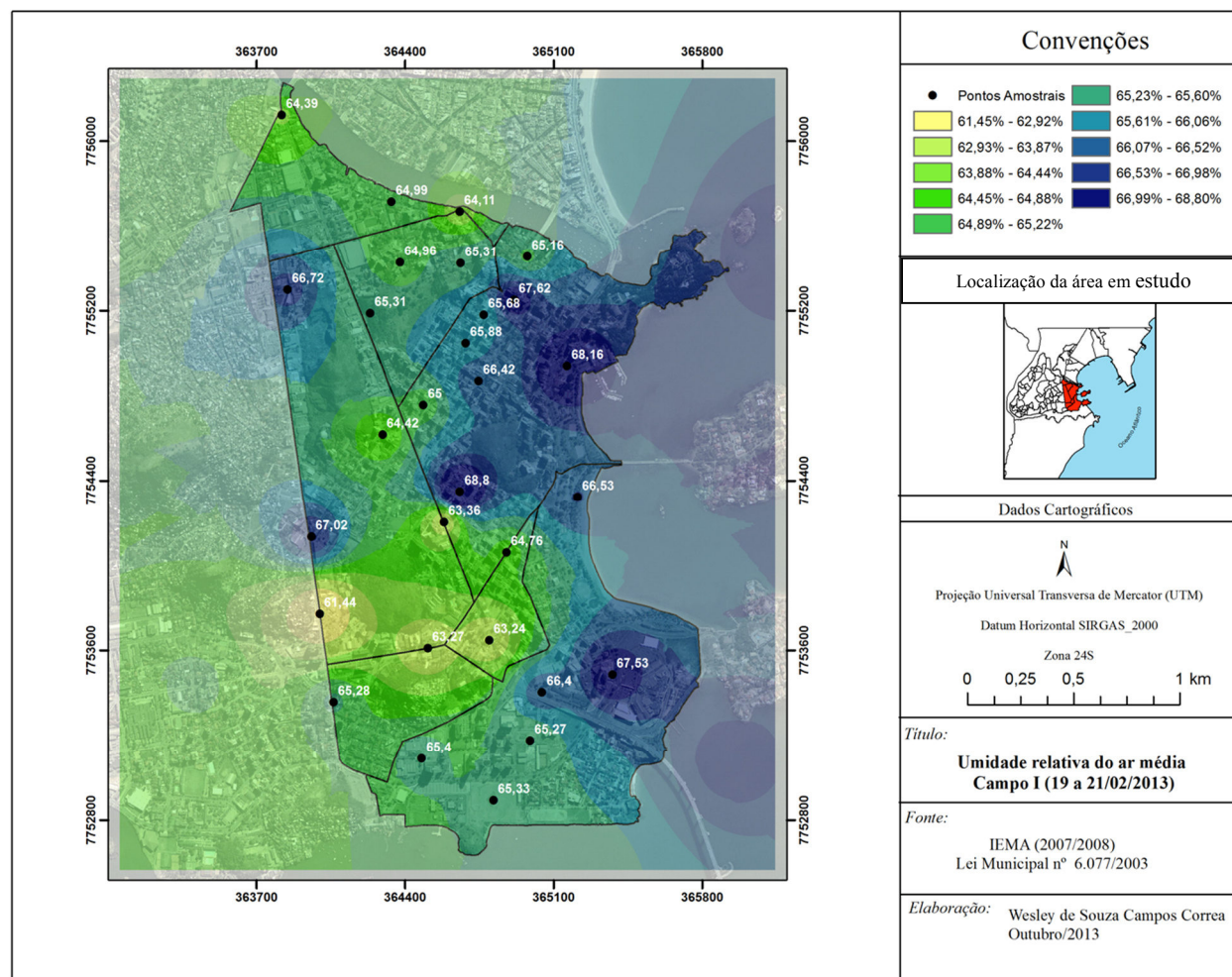


Figura 24: Umidade relativa do ar média durante o 1º trabalho de campo, entre os dias 19/02 a 21/02/2013.

Porém, cabe salientar, que há uma forte relação entre a temperatura do ar juntamente com o uso e cobertura da terra nos índices de umidade relativa, tal característica terá inferência direta nas medidas estatísticas, como por exemplo, o desvio padrão e amplitude. O mapa de desvio padrão médio para umidade relativa do ar para área em estudo, é apresentado na Figura 25.

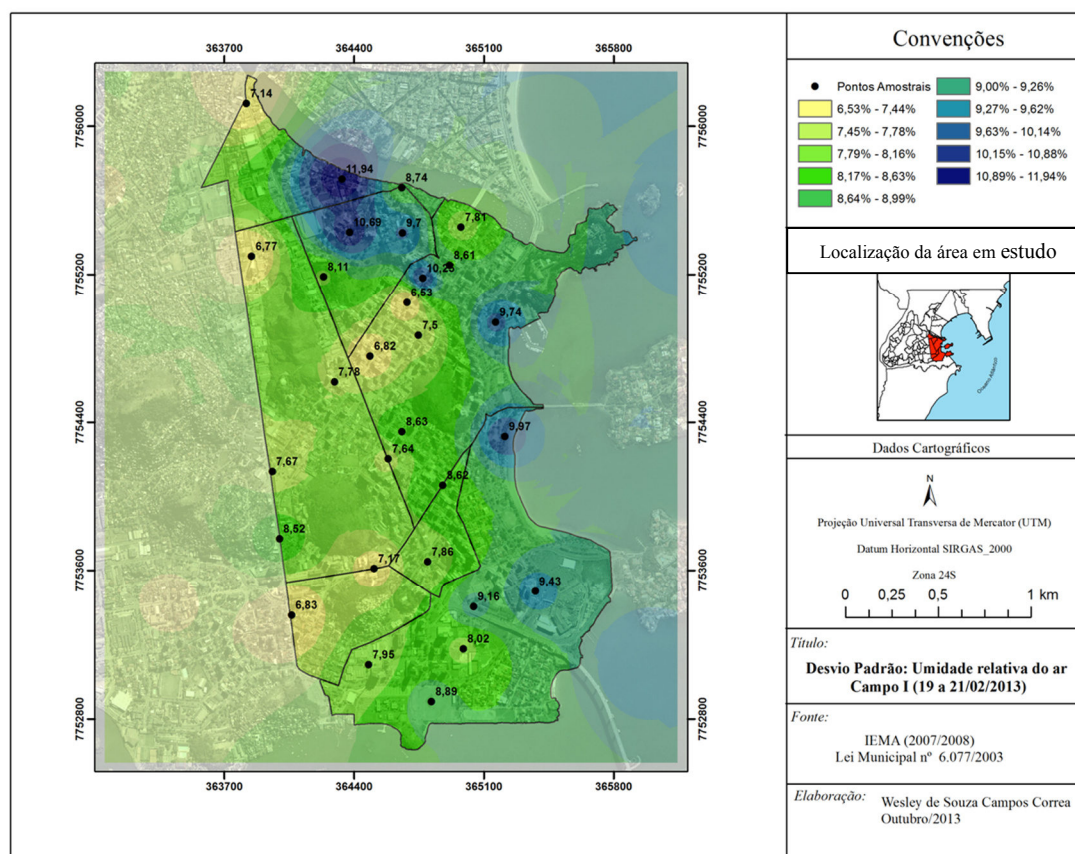


Figura 25: Mapa do desvio padrão da umidade relativa do ar Campo I (19/02 a 21/02/2013).

Os maiores desvios padrão (Figura 25) foram localizados em P12 (Praça na Avenida Saturnino de Brito) 9,96%, P21 (Rua José Luiz Gabera – Barro Vermelho, próximo ao Edifício Espaço Albert) 10,69%, P22 (Rua Vila Lobos) 9,69%, P23 (Rua Celso Calmon com a Avenida Rio Branco) 10,25%, P25 (Em frente ao pátio da empresa Vital Engenharia) 11,94%, P29 (Praça dos Namorados, próximo ao IATE CLUB) 9,74%. Logo, as maiores amplitudes foram registradas nos pontos P12 (27,9%), P21 (29,2%), P22 (28,7%), P25 (36,6%), P29 (30,1%). Destaca que elevado valor está relacionado a proximidade com corpos d'água e resquícios de vegetação nesses pontos.

Observa-se que os menores desvios padrão foram encontrados em P1 (Bifurcação da Avenida Leitão da Silva com a Rua Arnold Neves) 6,82%, P15 (Frente à Casa de Carne Frisa, cruzamento da Avenida Rio Branco com a Rua João Silva Abreu) 6,82%, P16

(Bifurcação da Avenida Castelo Branco – Rua Chapot Presvot. Condomínio de Compras Solar da paria) 6,52%, P19 (Rua Bernardino Monteiro com a Avenida Leitão da Silva) 6,77%, locais com pouca ou ausência de vegetação e com intenso padrão construtivo.

A evolução diurna da umidade relativa do ar média às 9, 15 e 20 horas entre os dias 19/02 e 21/02/2013 para RPC é exposto na Figura 26, onde é possível observar a influência do uso e cobertura da terra no padrão, configuração do relevo e posição do sol no comportamento da umidade relativa do ar.

Às 09 horas os pontos com menores valores de umidade relativa do ar localizam-se nos pontos: P5 (Em frente ao Corpo de Bombeiros do Espírito Santo e Terceira Ponte), P6 (Em frente à Assembleia Legislativa do Espírito Santo), P7 (Avenida Leitão da Silva com a Rua Misael Pedreira da Silva), P9 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Praça Cristóvão Jaques – Cauê) P17 (Rua Aleixo Neto), P23 (Rua Celso Calmon com a Avenida Rio Branco), área com pouca ou ausência de vegetação e bastante urbanizada. Os maiores valores de umidade relativa do ar são observados nos P12 (Praça na Avenida Saturnino de Brito), P18 (Rua Eugênio Neves), P25 (Em frente ao pátio da empresa Vital Engenharia), P28 (Rua Afonso Claudio, próximo ao Maison Classic), todos próximos a corpos d'água, neste caso o oceano (Figura 26).

O comportamento da umidade relativa média está diretamente relacionado com temperaturas médias às 9 horas entre os dias 19/02 a 21/02/2013. Nos locais onde foram localizados os núcleos aquecidos, a umidade relativa do ar foi menor em relação aos demais pontos, exceto, em P25 influenciado pelo canal de Vitória – Corpo Hídrico.

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

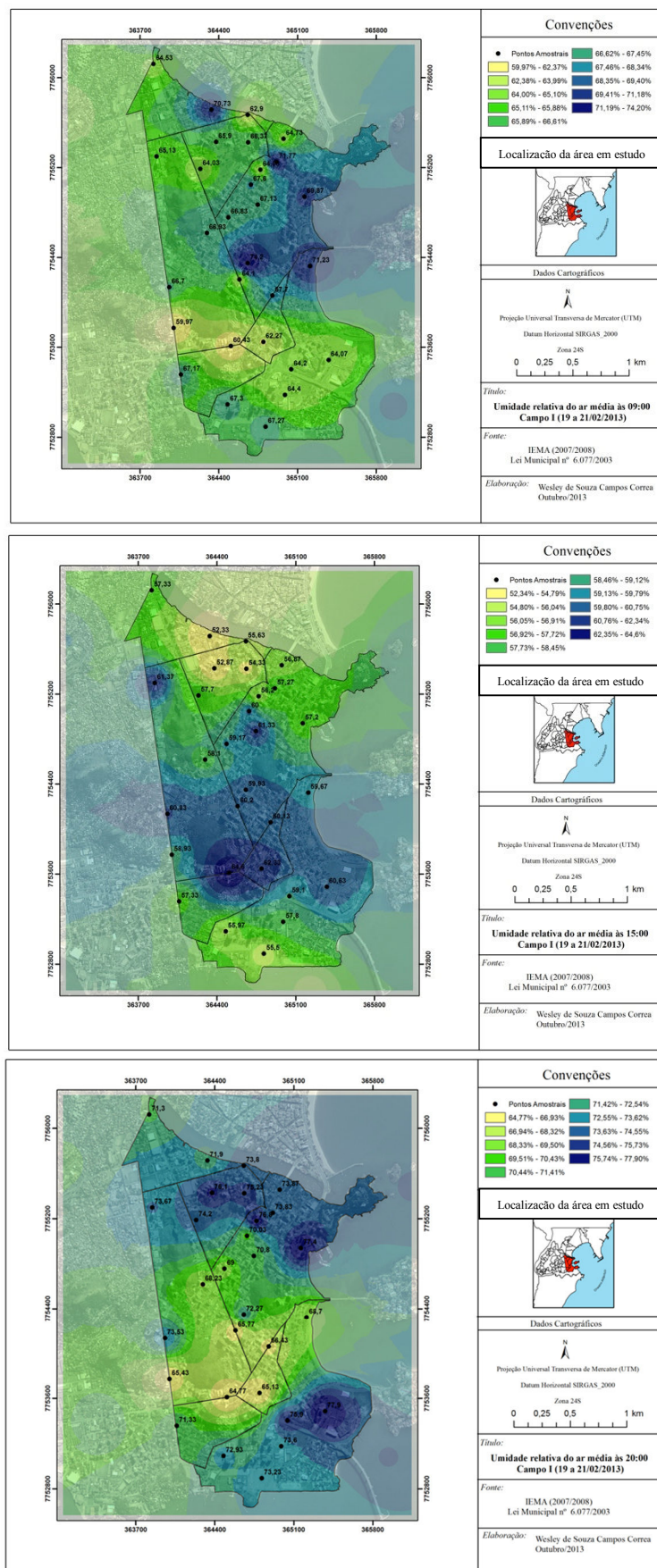


Figura 26: Evolução da umidade relativa do ar média por períodos para o Campo I, de 19 a 21 de fevereiro de 2013.

No segundo horário, às 15 horas, é observado alteração no campo higríco em relação às 09h, em função da topografia e dos prédios e do próprio aquecimento da superfície, conforme pode ser observado na Figura 29. Observa-se uma relação inversamente proporcional à temperatura. Os menores índices de umidade relativa do ar são observados nos dois núcleos aquecidos na porção norte e sul (Figura 26). Na porção centro-oeste e centro-leste, há o registro dos maiores valores, onde também foram registrados os maiores índices de temperatura, conforme descrito no item anterior.

Às 15 horas, os maiores valores higrícos foram encontrados em P8(Avenida Cesar Helal, Calçada em frente ao Selaro), P9 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Praça Cristóvão Jaques – Cauê) e P19 (Rua Bernardino Monteiro com a Avenida Leitão da Silva), comportamento diretamente influenciado pelo efeito de sombreamento dos prédios (*canyons urbanos*) e consequentemente menores temperaturas (Figura 26).

Os menores valores higrícos foram observados nos locais com maiores temperaturas e que fazem parte dos bolsões de calor na RPC, os pontos são: P3 (Praça do Papa), P7 (Avenida Leitão da Silva com a Rua Misael Pedreira da Silva), P20 (Avenida Nossa Senhora da Penha, em frente a Petrobrás), P21 (Rua José Luiz Gabera – Barro Vermelho, próximo ao Edifício Espaço Albert), P22 (Rua Vila Lobos) e P25 (Em frente ao pátio da empresa Vital Engenharia) (Figura 26).

Às 20h, há mudança no campo higríco. As áreas com menores índices higrícos apresentam maiores temperatura. Conforme descrito no item sobre temperatura do ar entre os dias 19/02 a 21/02/2013, a temperatura do ar pode ter sua evolução noturna dirigida de maneira mais preponderante pelas características e constituição química da atmosfera (MACHADO, 2011), Conforme as paredes esfriam, parte da energia radiativa perdida pode estar sendo absorvida pelo ar, devido à presença de poluentes e vapor d'água, por esse motivo, o ar que preenche o “*Canyon Urbano*” apresenta um resfriamento mais lento (MACHADO *op. cit.*), favorecendo o registro de menores valores higrícos.

A porção centro-leste apresenta os menores índices higrícos, conforme pode ser observado na Figura 26, bem como, os maiores valores de temperatura noturna que formam o núcleo aquecido descrito no item sobre temperatura do ar. Os pontos com menores índices higrícos foram: P7 (Avenida Leitão da Silva com a Rua Misael Pedreira da Silva), P8 (Avenida Cesar Helal, Calçada em frente ao Selaro), P9 (Avenida Nossa

Senhora da Penha / Praça Cristóvão Jaques - Cauê), P10 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Próximo a Caixa Econômica e Shopping), P11 (Avenida Desembargador Santos Neves), P12 (Praça na Avenida Saturnino de Brito).

Os pontos com os maiores índices higrícos médio às 20h foram: P6 (Em frente à Assembleia Legislativa do Espírito Santo - 80,4%) e P29 (Praça dos Namorados, próximo ao IATE CLUB – 82,5%), conforme pode ser observado na Figura 26.

O comportamento da umidade relativa do ar nos dias 19/02/2013 a 21/02/2013 às 09, 15 e 20 horas é mostrado na Figura 27. A exposição proporcionar melhor compreensão e exposição dos gradientes térmicos, além, do comportamento diário da variável e influência dos sistemas atmosféricos sobre o comportamento da variável em cada localidade

A análise dos valores umidade no primeiro campo evidenciam que as áreas mais verticalizadas, impermeabilizadas apresentam os menores valores higrícos em seus domínios do que as áreas arborizadas e próximas a corpos d'água, ou seja, as condições higrícas observadas são fruto das modificações no uso e cobertura da terra e consequentemente alterações no balanço de energia entre a superfície e atmosfera (Figura 27).

Os menores índices higrícos foram observados às 15h na porção norte e sul onde é localizado os núcleos aquecidos. Os maiores índices sempre foram encontrados à noite em função da diminuição da radiação e também pela proximidade da área em estudo do litoral. Às 20h os P8, P9, P10, P11 apresentaram índices higrícos abaixo da média nos três dias, destaca-se que estes pontos estão localizados dentro do núcleo aquecido noturno.

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

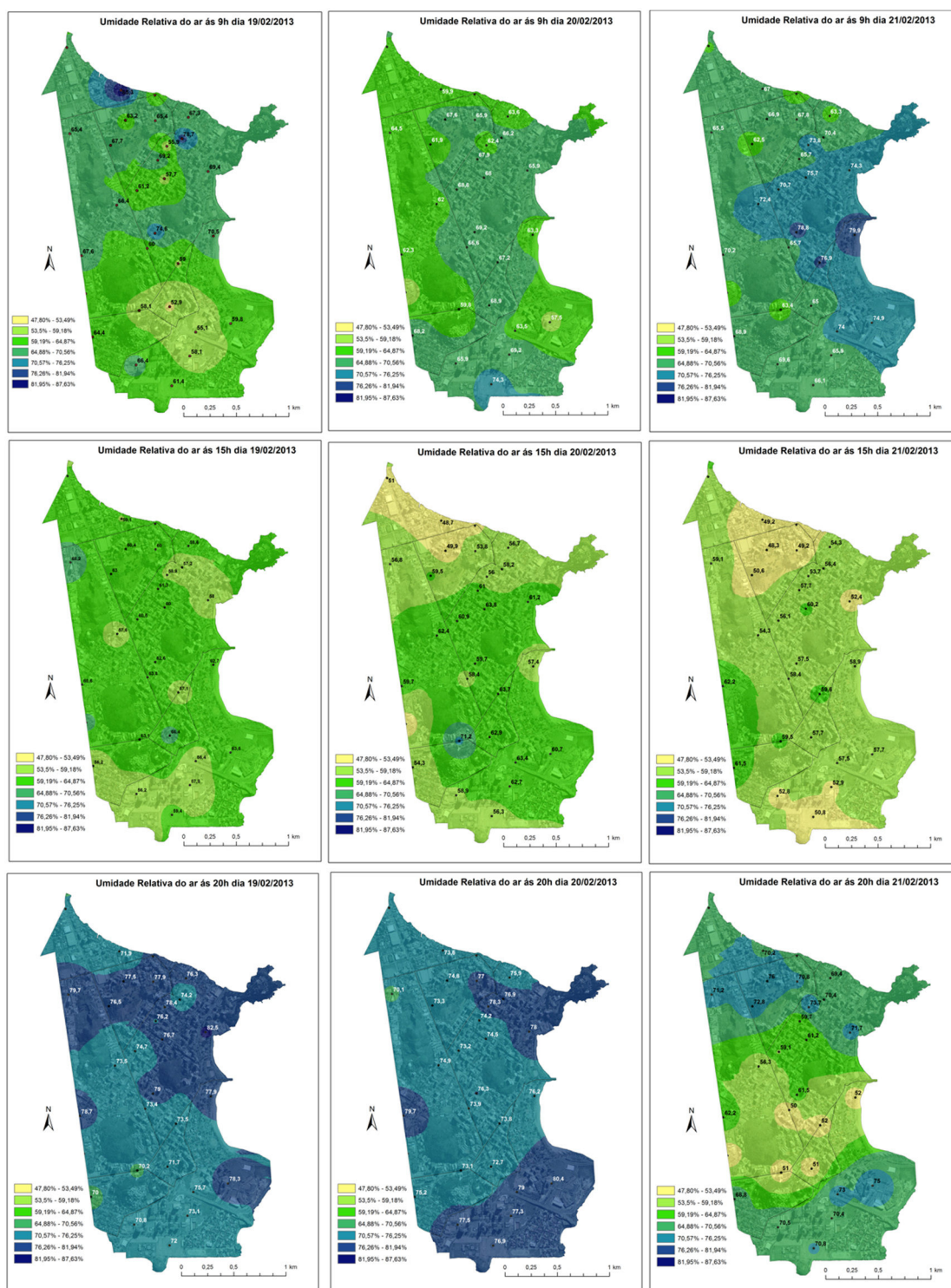


Figura 26: Variação espaço temporal da umidade relativa do ar durante o primeiro campo da RPC.

O maior gradiente higríco às 09 horas foi observado no dia 19/02/2013, 32,4%. A diferença no dia 19/02 foi estabelecida pelos P9 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Praça Cristóvão Jaques - 52,9%) menos úmido e P25 (Em frente ao pátio da empresa Vital Engenharia - 85,3%) mais úmido.

É possível observar os gradientes higríco às 09 horas associado à velocidade e direção predominante do vento e sistema atmosférico entre os dias 19/02 a 21/02/2013, conforme Tabela 8.

O menor gradiente higríco no dia 21/02/2013 está relacionado à precipitação que ocorreu logo pela manhã (efeito de maritimidade), situação que elevou os índices higrícos em quase todos os pontos. Nesse dia a umidade relativa do ar foi maior do que os dias anteriores nos dois núcleos aquecidos.

Tabela 8: Gradientes higríco às 09 horas associados à direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.

Dia	Gradiente Higríco	Direção do Vento ¹⁹	Velocidade do Vento	Sistema Atmosférico
19/02/2013	32,4%	N, NO	2,7 – 5,8 m/s	ASAS
20/02/2013	18,2%	NNO, NO, NE	0,9 – 4,0 m/s	ASAS
21/02/2013	17,8%	O, NO, N	0,4 – 4,0 m/s	ASAS

Fonte: Pesquisa em campo nos dias 19,20 e 21/02/2013; CPTEC/INPE (2013); INMET (2013).

O maior gradiente higríco às 15 horas foi encontrado no dia 20/02/2013 com 22,5%. Essa diferença foi observada entre os pontos P8 (Cesar Hilal, Calçada em frente ao Selaro - 71,2%) área influenciada pelo efeito de sombreamento dos prédios e P25 (Em frente ao pátio da empresa Vital Engenharia – 48,7%).

É possível observar os gradientes higríco às 15 horas associado à velocidade e direção predominante do vento e sistema atmosférico entre os dias 19/02 a 21/02/2013, conforme Tabela 9.

¹⁹ Os valores da direção e velocidade do vento são referentes à estação meteorológica do INMET (2013) localizado na UFES.

Tabela 9: Gradientes higríco às 15 horas associados à direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.

Dia	Gradiente Higríco	Direção do Vento	Velocidade do Vento	Sistema Atmosférico
19/02/2013	12,0%	NE, NNE, N	6,3 – 7,6 m/s	ASAS
20/02/2013	22,5%	NNE, NE, N	3,1 – 6,7 m/s	ASAS
21/02/2013	13,9%	NE, ENE, NNE	2,7 – 4,2 m/s	ASAS

Fonte: Pesquisa em campo nos dias 19,20 e 21/02/2013; CPTEC/INPE (2013); INMET (2013).

O maior gradiente higríco às 20 horas foi encontrado no dia 21/02/2013 com 26,0 %. O ponto mais úmido foi P21(Rua José Luiz Gabera – Barro Vermelho, próximo ao Edifício Espaço Albert) com 76% e P10 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Próximo a Caixa Econômica e Shopping) com 50%.

O alto índice em P21 foi influenciado pelo pouco de vegetação que há no local e a proximidade com o mar e o baixo índice em P10 por ser área bastante pavimentada e verticalizada, o que favorece a liberação de calor no período noturno, contribuindo para que haja menores registros higrícos. Tal comportamento da variável também é influenciado pela velocidade e direção do vento e ao sistema atmosférico no dia do experimento do campo I, conforme pode ser visto na Tabela 10.

Tabela 10: Gradientes higrícos às 20h associados a direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.

Dia	Gradiente Higríco	Direção do Vento	Velocidade do Vento	Sistema Atmosférico
19/02/2013	12,5%	N, NE	1,3 – 2,7 m/s	ASAS
20/02/2013	10,3%	NNE	0,4 – 1,8 m/s	ASAS
21/02/2013	26,0%	N	2,2 – 3,1 m/s	ASAS

Fonte: Pesquisa em campo nos dias 19,20 e 21/02/2013; CPTEC/INPE (2013); INMET (2013).

6.3 Condições Atmosféricas - Campo II entre os dias 27 e 28 de junho de 2013

O comportamento das variáveis meteorológicas, pressão atmosférica, temperatura do ar, precipitação e umidade relativa do ar entre os dias 23/06/2013 a 30/06/2013 de acordo com INMET para o município de Vitória, podem ser observadas na Figura 28. Segundo o CPTEC/INPE (2013), durante o mês de junho, no Brasil houve a atuação de onze frente fria e somente a nona atingiu o município de Vitória, as demais foram deslocadas para o oceano.

As condições meteorológicas no município de Vitória entre os dias 23/06/2013 a 24/06/2013 foram marcadas por tempos instáveis, muita nebulosidade, leve precipitação e queda de temperatura, devido à chegada da FF no dia 23/06/2013. No dia 24/06/2013 ocorreu o deslocamento da FF para o sul da Bahia, com isso, a massa de ar frio na retaguarda começou a topicalizar-se a partir do dia 25/05/2013 com o estabelecimento da ASAS, provocando aumento da temperatura do ar.

No domínio da ASAS verificou-se condições meteorológicas com céu claro e poucas nuvens durante o dia e noite, tempos estáveis e ventos fracos, situação que permitiu a realização dos experimentos em campo nos dias 27/06/2013, 28/06/2013.

Neste período a pressão atmosférica manteve-se elevada com média de 1014,4hPa. Ventos predominantes sul e sudoeste entre os dias 23/06/2013 a 24/06/2013, já entre os dias 25/06/2013 e 30/06/2013 ventos predominantes de norte, leste e oeste. A umidade relativa do ar manteve-se elevada com média de 72,8% (INMET, 2013), conforme mostrado na Figura 28.

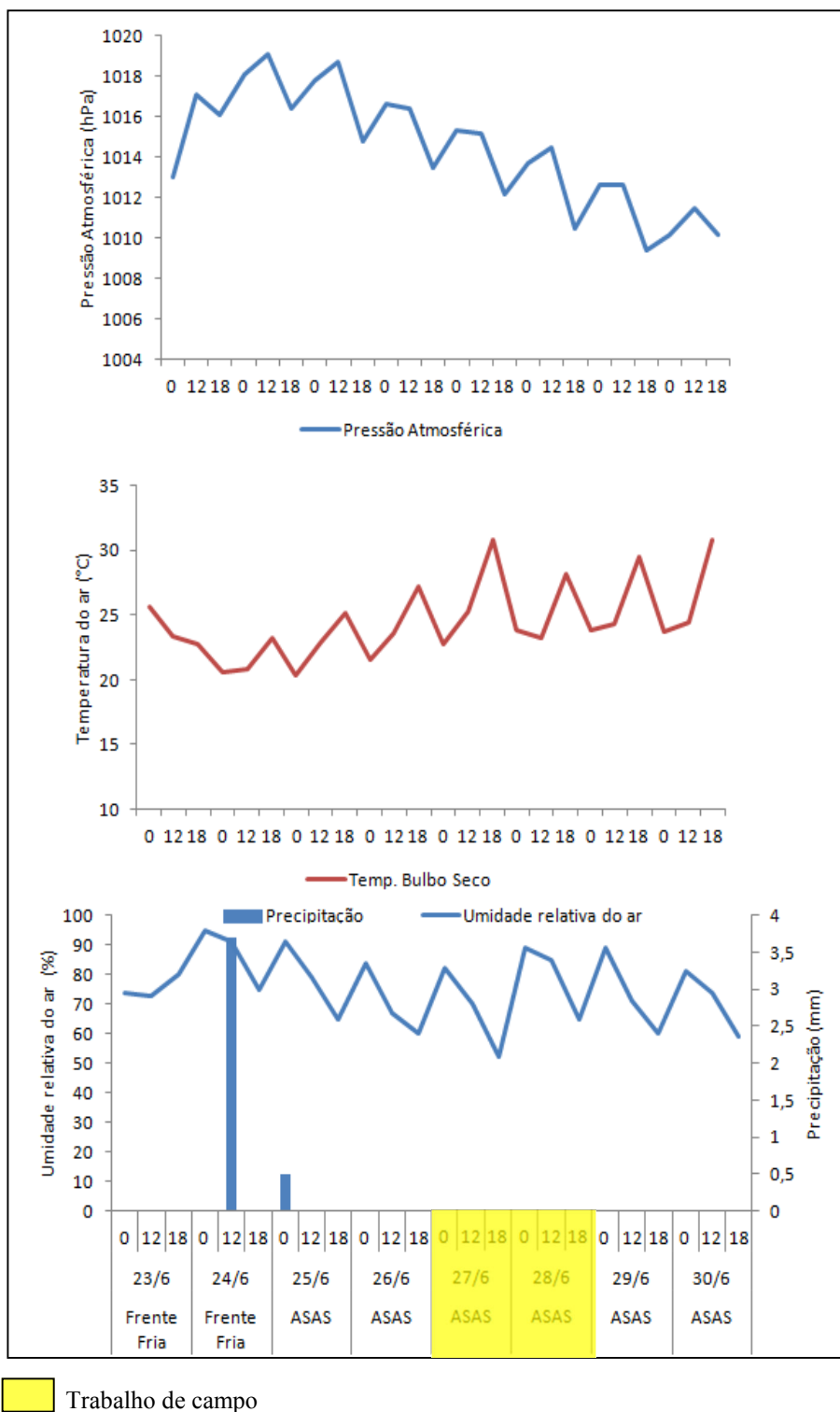


Figura 27: Evolução temporal da pressão atmosférica em superfície, da temperatura do ar e umidade relativa do ar entre os dias 23/06/2013 a 30/06/2013.
Fonte: CPTEC (2013) e INMET (2013).

No dia 27/06/2013 a atuação do sistema de alta pressão atmosférica (ASAS) dificultou a formação de nuvens. Neste dia a temperatura média foi igual a 26,3°C e a máxima, igual a 30,8°C, a umidade relativa do ar média foi de aproximadamente 68% e direção predominante de vento de norte, segundo observações do Inmet (2013).

No dia 28/06/2013 condições semelhantes ao dia anterior. Novamente à atuação do sistema de alta pressão atmosférica (ASAS) dificultou a formação das nuvens. Neste dia a temperatura média foi um pouco mais baixa que no dia anterior com 25,1°C e máxima de 28,2°C, sendo observada uma diferença térmica de 2,6°C em relação a máxima do dia anterior. A umidade relativa do ar média foi de aproximadamente de 79% e direção do vento variando entre norte, sul e leste. A mudança na direção do vento e queda das temperaturas registrada pela estação meteorológica está associada uma frente fria no atlântico aproximando-se do sul do estado do Espírito Santo, porém, esta não atingiu a área em estudo, devido ao estabelecimento da ASAS sobre o estado (CPTEC/INPE, 2013).

Na Figura 29 são apresentadas as cartas sinóticas da marinha e imagens do satélite Goes-12 para os dias 27/06/2013, 28/06/2013 às 12Z. Nas cartas sinóticas observa-se o predomínio da ASAS sobre a região sudeste do Brasil. Na imagem de satélite observa-se o avanço da frente fria pelo litoral e o deslocamento para o oceano devido ação da ASAS, bloqueando-a.

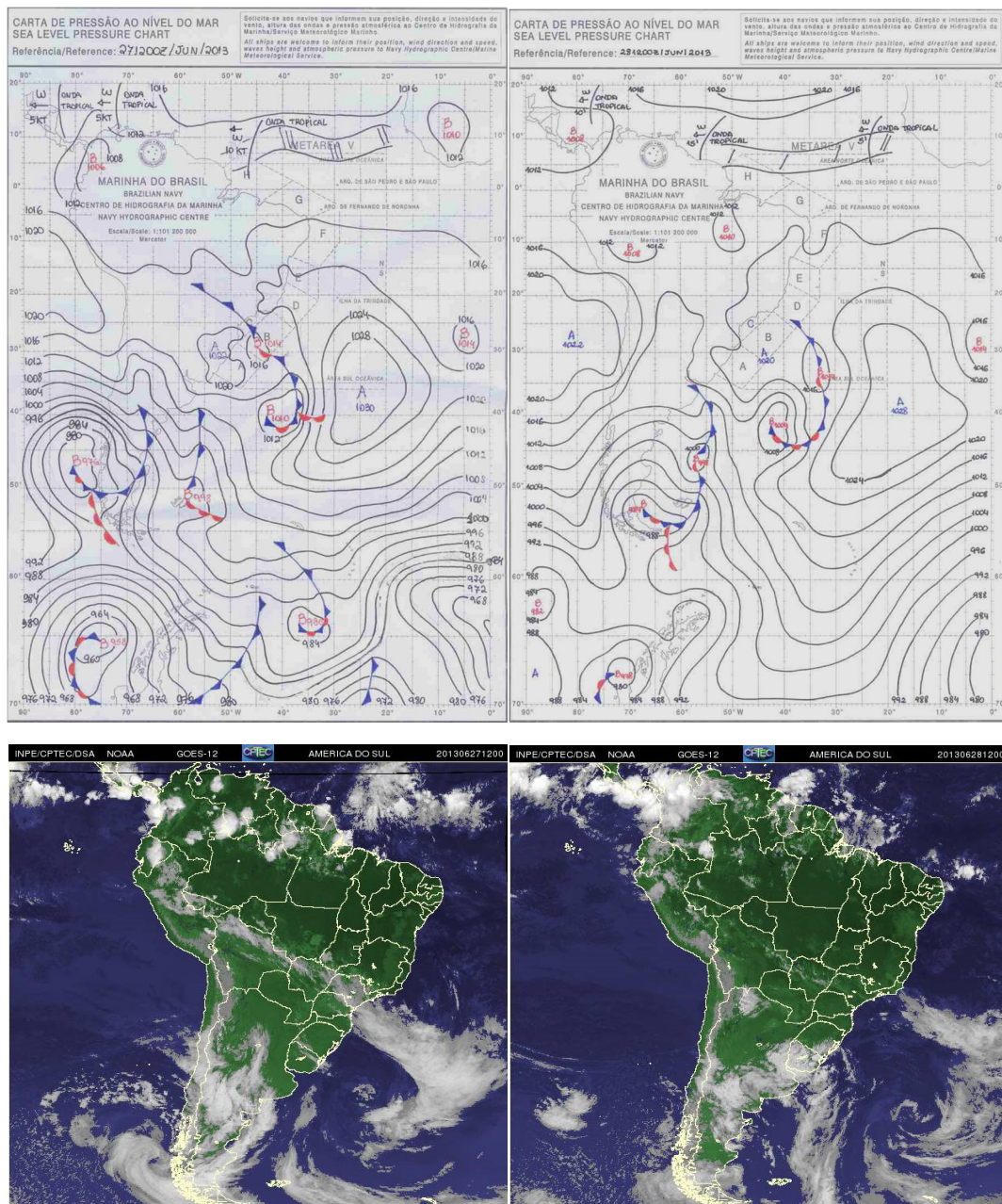


Figura 28: Cartas sinóticas da marinha às 12 Z (quadro superiores) e imagens do satélite GOES-12 às 12 Z (quadros inferiores) para os dias 27 e 28 de junho de 2013.
Fonte: CPTEC/INPE/DHN (2013).

6.3.1 Análise da temperatura do ar e umidade relativa do ar na RPC – Campo II

A comparação entre os dados no segundo trabalho de campo nos dias 27, 28 de junho de 2013, certificou que a temperatura e umidade relativa do ar comportaram-se diferente ao longo dos transectos. Sob a mesma condição sinótica, as variáveis apresentaram variações horárias segundo característica do uso do solo, morfologia urbana, influenciadas pela atuação do Anticiclone (Alta) Subtropical do Atlântico Sul (ASAS).

6.3.2 Temperatura do ar

A média de todos os dados de temperatura do ar durante os dias 27 e 28 do mês de junho de 2013 é igual a 27,3°C, 4,0°C acima da média climatológica para o mês de junho que é 23,3°C, porém, 2,9°C a menos do que a média do primeiro campo.

Os maiores valores médios pontuais foram observados nos seguintes pontos: P25(Em frente ao pátio da empresa Vital Engenharia), 28,0°C, P27 (Em frente a ponte Airton Senna na Avenida Rio Branco), 27,93°C, P2 (Rua Treze, em frente a unidade de saúde “Lucilo Borges Sant’Anna”), 27,88°C e P26 (Rua Grécia. Comunidade Helênica do Espírito Santo), 27,82°C. Respectivamente os menores valores médios de temperatura podem ser observados em P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater) 26,25°C, P19 (Rua Bernardino Monteiro com a Avenida Leitão da Silva) 26,90°C, P17 (Rua Aleixo Neto, Rotatória no centro da Rua Aleixo Netto) 26,93°C (Figura 30).

O mapa de temperatura média do ar durante os dias 27 e 28 de junho é mostrado na Figura 30. Na Figura é possível observa-se que há formação de um segundo núcleo aquecido na porção norte em relação ao primeiro campo entre os dias 19/02 a 21/02/2013 no período chuvoso.

O primeiro núcleo aquecido é localizado ao norte na área em estudo fica concentrado entre os P25 (Em frente ao pátio da empresa Vital Engenharia), P26 (Rua Grécia. Comunidade Helênica do Espírito Santo), P27 (Em frente a ponte Airton Senna na Avenida Rio Branco), P28 (Rua Afonso Claudio, próximo ao Maison Classic) (Figura 30).

O segundo núcleo aquecido ao norte estende-se centro-norte (Figura 30) constituído pelos pontos: P20 (Avenida Nossa Senhora da Penha, em frente à Petrobrás), P14 (Canteiro central da Avenida Reta da Penha), P15 (Esquina em Frente à Casa de Carne Frisa, cruzamento da avenida Rio Branco com a Rua João Silva Abreu) e P16 (Bifurcação da Avenida Castelo Branco – Rua Chapot Presvot. Condomínio de Compras Solar da paria).

O núcleo aquecido que fica na parte sul da área de apresentou mudança na configuração, no primeiro campo era constituído pelos pontos P9 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Praça Cristóvão Jaques), P5 (Em frente ao Corpo de Bombeiros do Espírito Santo e Terceira Ponte), P4 (Praça em frente ao Palácio de Justiça) e P3 (Praça do Papa), no

segundo campo núcleo aquecido é constituído pelos pontos P2 (Rua Treze, em frente à unidade de saúde “Lucilo Borges Sant’Anna”), P4, P5 e P6 (Em frente à Assembleia Legislativa do Espírito Santo) .

Ressalta-se mais uma vez que no primeiro núcleo e segundo núcleo ao norte na área em estudo, a concentração de edificações verticalizadas contribuem para o aprisionamento do ar dificultando a ventilação e consequentemente a manutenção de valores térmicos mais altos, devido à inércia térmica e produção de calor pelos edifícios que possuem elevada capacidade de armazenamento e conservação de calor, aliado a grande circulação de veículos (Figura 30), destaca-se também há existência de uma colina onde situa-se o bairro Barro Vermelho, situação que contribui para manutenção dos valores térmicos.

No núcleo aquecido ao sul, o surgimento está relacionado aos materiais utilizados na construção das edificações, a pouca quantidade de área verde e grande circulação veículos no entorno da 3ª Ponte que liga o município de Vitória com o de Vila Velha, condições que contribuem para a manutenção dos elevados valores de temperatura do ar.

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

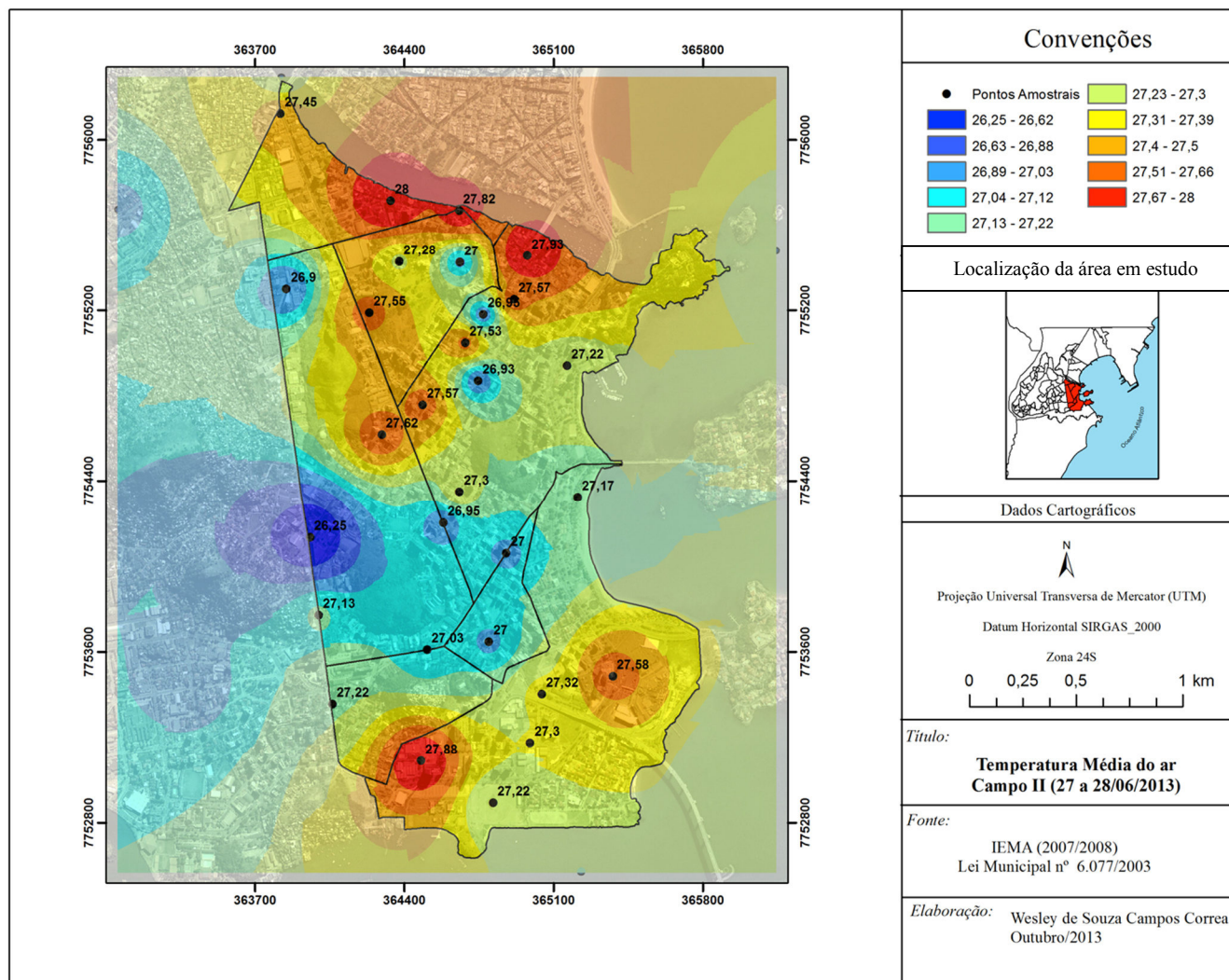


Figura 29: Temperatura Média do Ar Campo II (27/06 a 28/06/2013).

São observados áreas ou núcleos mais arrefecidos que estão ao oeste, com temperaturas entre 0,34°C e 1,04°C abaixo da média geral de todos os dados do campo II (Figura 30). Estas áreas são compostas por P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater); P19 (Rua Bernardino Monteiro com a Avenida Leitão da Silva); P17 (Rua Aleixo Neto); P10 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Próximo a Caixa Econômica e Shopping) P23 (Rua Celso Calmon com a Avenida Rio Branco). Constatase que P23 no campo I (19/02 a 21/02/2013) constituiu-se dentro do núcleo aquecido na porção norte, porém, neste experimento registrou menores índices térmicos, tal comportamento está relacionado ao fato de que há prédios formando sombreamento (índice de inclinação do sol é maior no inverno do que no verão) sobre a rua, contribuindo para o registro de menores índices térmicos.

Na porção centro-leste da área em estudo observou-se de temperaturas próximo a média. Estes pontos sofrem influência direta dos efeitos do oceano e o arranjo dos prédios que formam sombreamento (*Cânions Urbanos*), fato que dificultam o aumento de temperatura sobre esta porção (Figura 30).

Comparando o desvio padrão da temperatura do ar e os valores médios dessa variável, evidencia-se que o desvio padrão médio é de 2,2°C, sendo este valor 0,6°C superior ao observado no primeiro campo I para RPC.

Os menores desvios de temperatura do ar foram localizados na porção centro-leste da área em estudo, nos pontos P5 (Em frente ao Corpo de Bombeiros do Espírito Santo e Terceira Ponte), 1,32°C, P6 (Em frente à Assembleia Legislativa do Espírito Santo), 1,36°C, P18 (Rua Eugênio Neves), 1,68°C, P17 (Aleixo Neto, Rotatória no centro da Rua Aleixo Netto), 1,71°C, P19 (Rua Bernardino Monteiro com a Avenida Leitão da Silva), 1,76°C e P12 (Praça na Avenida Saturnino de Brito), 1,98°C (Figura 31). Ressalta que quase todos os pontos estão na borda do litoral exceto P19, logo, percebe-se a influência da maritimidade nos índices térmicos.

Os maiores desvios (Figura 31) foram localizados nos pontos P2 (Rua Treze, em frente a unidade de saúde “Lucilo Borges Sant’Anna”), 2,9°C, P20 (Avenida Nossa Senhora da Penha, em frente a Petrobrás), 2,8°C, P27 (Em frente a ponte Airton Senna na avenida Rio Branco), 2,8°C, P23 (Rua Celso Calmon com a Avenida Rio Branco), 2,7°C, P26 (Rua Grécia. Comunidade Helênica do Espírito Santo), 2,66°C, P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater), 2,62°C e P25 (Em frente

ao pátio da empresa Vital Engenharia), 2,57°C. Tal comportamento é em função da elevada amplitude térmica verificada nestes pontos durante os experimentos em campo, a saber: 7,7°C (P2); 7,7°C (P27), 7,6°C (P20), 7,5°C (P23), 7,3°C (P14), 7,1°C (P26), 7,0 (P13) e 6,9°C (P25). Destaca-se que esses pontos compõem totalmente ou parcialmente os dois núcleos aquecidos observado no campo II na porção norte, exceto P14.

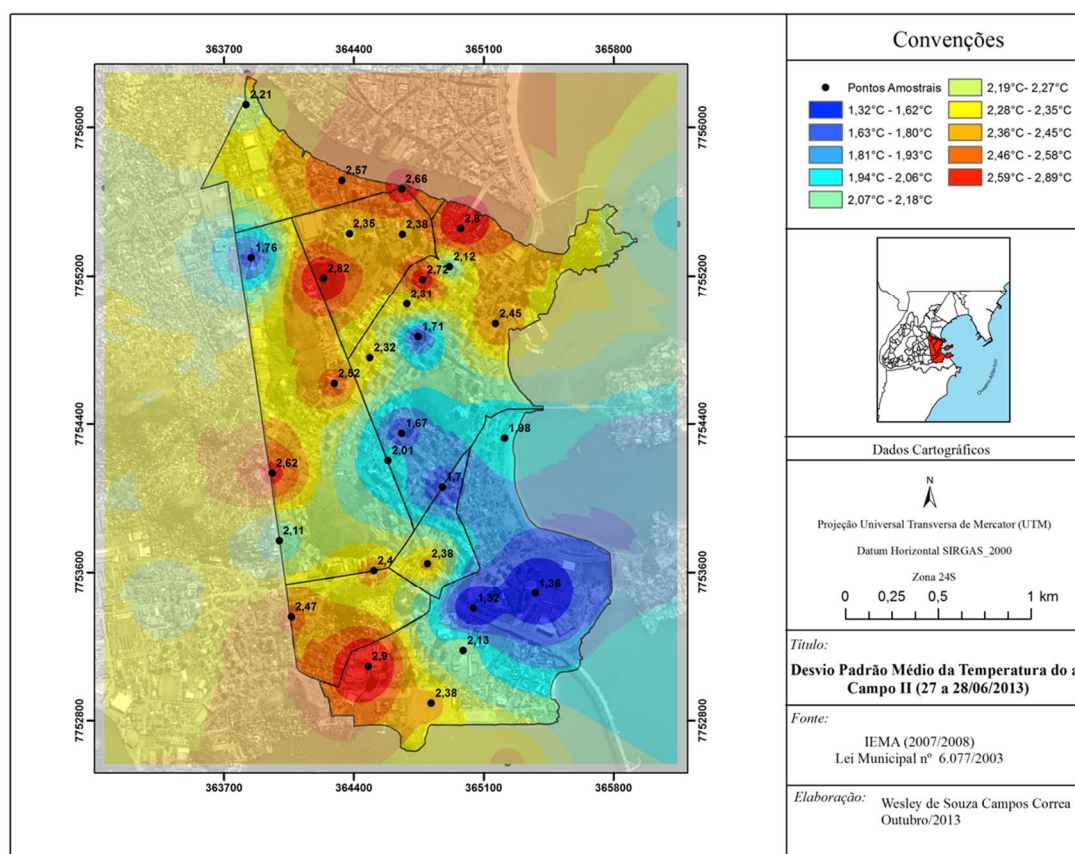


Figura 30: Mapa do desvio padrão da temperatura do ar Campo II (27/06 a 28/06/2013).

Ao analisar a evolução diurna da temperatura média do ar às 9, 15 e 20 horas (Figura 32), observa-se a influência do uso e cobertura da terra no padrão diferencial de aquecimento e resfriamento superficial da área em estudo, além do movimento aparente do sol, do relevo e maritimidade.

Também, é possível observar a dinâmica dos dois núcleos aquecidos de acordo com o horário. Ambos são mais intensos e persistentes às 09 e 15 horas local, quando foram registrados os maiores valores (Figura 32). Também observa-se a formação de núcleo aquecido às 20h na porção leste da área em estudo, fenômeno também observado no primeiro experimento.

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

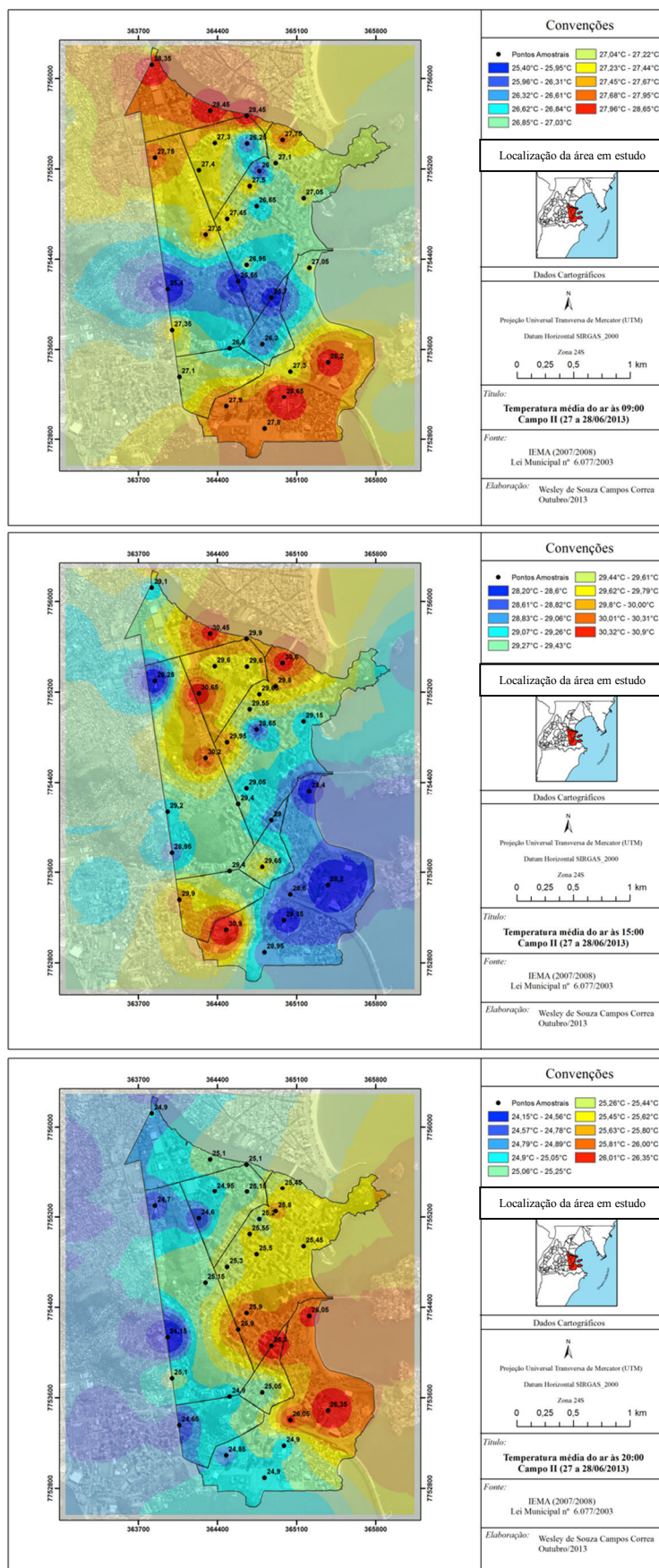


Figura 31: Evolução da de temperatura média do ar por períodos para o Campo II, de 27 a 28 de junho de 2013.

Às 09 horas local, os pontos com menores temperaturas médias localizam-se na porção central da RPC. As menores temperaturas médias foram registradas por: P13(Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater), P10 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Próximo a Caixa Econômica e Shopping), P11 (Avenida Desembargador Santos Neves), P23 (Rua Celso Calmon com a Avenida Rio Branco), P22 (Rua Vila Lobos, em frente à loja impacto), P9 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Praça Cristóvão Jaques - Cauê) (Figura 32) estes influenciados diretamente pelo sombreamento dos afloramentos e dos prédios, e posicionamento do sol, repercutindo em um ritmo de aquecimento mais lento. Na porção centro-leste da RPC, também há o registro de menores valores de temperatura do ar, estes influenciados pela proximidade com o mar e o efeito de sombreamento pelos prédios.

Os pontos com os maiores valores de temperatura média às 09 horas da manhã foram P4 (Praça em frente ao Palácio de Justiça), P26 (Rua Grécia. Comunidade Helênica do Espírito Santo), P25 (Em frente ao pátio da empresa Vital Engenharia), P24 (Bifurcação da Avenida Reta da Penha com a Avenida Serafim Derenze), P6 (Em frente à Assembleia Legislativa do Espírito Santo) P2 (Rua Treze, em frente à unidade de saúde “Lucilo Borges Sant’Anna”), P3 (Praça do Papa), P27 (Rua Dom Pedro II, em frente ao condomínio Bernini), P19 (Rua Bernardino Monteiro com a Avenida Leitão da Silva).

A formação dos núcleos aquecidos fora similar ao do primeiro experimento para às 09 horas, exceto pela composição. No primeiro experimento, o núcleo localizado ao sul da área estudo possuía P8 e P9 na sua composição, porém, no segundo experimento os núcleos foram P4 e P6 (Figura 32). Tal situação pode ser explicada pelo fato de que há sombreamento nesta época do ano no local, diferente do primeiro campo entre os dias 19 a 21 de fevereiro de 2013 (índice de inclinação do sol é maior no inverno do que no verão) sobre a rua, contribuindo para o registro de menores índices térmicos.

Às 15 horas, segundo horário de registro, são observadas as alterações no campo térmico médio em relação às 09 horas, conforme exposto na Figura 32.

Os núcleos aquecidos continuam na porção norte e sul. Porém, o primeiro que está situado ao norte amplia a sua extensão, para oeste até o P14 (Canteiro central da Avenida Reta da Penha) quase “conectando-se” com o segundo bolsão, porém, devido à presença do mato que faz sombreamento sobre P7 (Avenida Leitão da Silva com a Rua Misael Pedreira da Silva) o que infere diretamente sobre a temperatura do ar, a continuidade é

quebrada. O segundo núcleo localizado ao sul da RPC, é formado por P2 (Praça do Papa) e P1 (Bifurcação da Avenida Leitão da Silva com a Rua Arnold Neves).

A temperatura média do ar entre todos os pontos para às 15 horas entre os dias 27 e 28 de junho de 2013 para a RPC, foi de 29,5°C. Os pontos com maiores temperaturas médias foram: P2 (Praça do Papa), 30,9°C, P20 (Avenida Nossa Senhora da Penha, em frente a Petrobrás), 30,65°C, P27 (Em frente a ponte Airton Senna na avenida Rio Branco), 30,6°C P25 (Em frente ao pátio da empresa Vital Engenharia), 30,45°C e P14 (Canteiro central da Avenida Reta da Penha).

Os pontos com as menores temperaturas média para as 15 horas local foram: P6 (Em frente à Assembleia Legislativa do Espírito Santo), 28,2°C, P19 (Rua Bernardino Monteiro com a Avenida Leitão da Silva), 28,25°C, P4 (Praça em frente ao Palácio de Justiça), 28,35°C, P12 (Praça na Avenida Saturnino de Brito), 28,40°C, P5 (Em frente ao Corpo de Bombeiros do Espírito Santo e Terceira Ponte), 28,6°C, P17 (Rua Aleixo Neto), 28,65°C, P3 (Praça do Papa) 28,95°C.

No segundo horário, verificaram-se a leste da RPC os menores valores de temperatura do ar (Figura 30), exceto P19 que fica a oeste. Estes locais são influenciados diretamente pelo sombreamento causado pelos edifícios e os efeitos da maritimidade. O efeito do sombreamento dificulta que a radiação atinja a superfície completamente, retardando o armazenamento de calor, corroborando para que os índices térmicos seja menor, tal comportamento foi verificado na mesma região durante o campo I entre os dias 19 a 21 de fevereiro de 2013. Em relação ao padrão observado para região leste e parte da central, é notado que o oceano influencia diretamente na temperatura do ar, fazendo com que ela permaneça mais estável durante o dia, este comportamento foi observado nos dois campos.

Sobre o efeito de sombreamento causado por edifícios, Brandão (2003) afirma que a superfície que é sombreada depende da altura do edifício e do ângulo de inclinação, sendo este maior no inverno, assim, o tempo de sombreamento da superfície é sensivelmente aumentado, favorecendo o aumento de umidade local, condições que podem favorecer o surgimento de microrganismos causadores de doenças.

Às 20 horas local, são observadas alterações no campo térmico médio em relação às 15 horas na RPC. Tal processo é em decorrência das modificações do balanço energético no

meio urbano que pode ter sua evolução noturna dirigida de maneira mais preponderante pelas características e constituição química da atmosfera (MACHADO, 2011), conforme pode ser observado na Figura 32.

No terceiro horário, a porção leste da área em estudo, que anteriormente, nos dois horários apresentava o registro de valores de temperatura menor, às 20 horas, apresenta o registro de maiores temperaturas média do ar, mostrando boa correlação com uso e cobertura da terra. Essa porção é densamente ocupada, asfaltada e com padrão de construção predominante vertical dos edifícios, tal situação corrobora para que parte da energia radiativa perdida possa está sendo absorvida pelo ar, devido à presença de poluentes e vapor d'água (MACHADO, 2011), por esse motivo, essa porção da RPC, apresenta um resfriamento mais lento favorecendo o aumento da temperatura do ar (Figura 32).

O núcleo aquecido neste segundo campo foi localizado na mesma região (centro leste) do primeiro campo às 20 horas, exceto pela composição dos núcleos. No primeiro campo entre os dias 19 a 31 de fevereiro de 2013, o núcleo localizado a leste da área em estudo era constituído por P9, P10, P11 e P18 no segundo experimento, os núcleos foram P5 (Em frente ao Corpo de Bombeiros do Espírito Santo e Terceira Ponte), P6 (Em frente à Assembleia Legislativa do Espírito Santo), P11 (Avenida Desembargador Santos Neves), e P12 (Praça na Avenida Saturnino de Brito) as temperaturas nesses pontos variam entre 26,01°C a 26,35°C (Figura 32).

Conforme mencionado no item sobre temperatura do ar nos resultado do campo I, a geometria dos prédios dessas áreas podem funcionar como obstáculo para o vento, dificultando à ação do vento na dispersão do calor, também, nesse horário, há grande circulação de veículos na região, conseqüentemente, emitem calor e contribuem para a turbulência dos níveis inferiores do ar (Junior, 1976), dificultando a dispersão térmica perto do solo em direção às camadas superiores, podendo contribuindo para o aumento de temperaturas.

A porção oeste e sudoeste, conforme pode ser observado na Figura 32, apresenta as menores temperaturas médias às 20h. Os pontos com menores temperaturas médias foram: P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater) P20 (Avenida Nossa Senhora da Penha, em frente à Petrobrás), P1 (Bifurcação a Avenida Leitão da Silva com a Rua Arnold Neves), P19 (Rua Bernardino Monteiro com a Avenida Leitão da Silva), estes localizados em regiões do reverso dos

maciços ou próximos a corpos d'água (oceano) e destituídos de áreas densamente verticalizados, são próximos das Avenidas (Reta da Penha e Leitão da Silva), esse padrão reduz o efeito barreira e facilita o escoamento do vento, favorecendo a redução dos índices térmicos nessa área.

O comportamento da temperatura do ar entre os dias 27/06, 28/06 às 09, 15 e 20 horas, encontra-se na Figura 33. A exposição proporcionará melhor compreensão e apresentação dos gradientes térmicos, além, do comportamento diário da variável.

Ao analisar a Figura 33 é possível afirmar que as temperaturas do ar estiveram entre 23,3°C a 33,0°C na área em estudo, apresentando uma amplitude média de 9°C/dia. Os maiores valores de temperatura do ar foram registrados às 15h nos dois do segundo campo. A manhã do dia 28/06/2013 a apresentou as menores temperaturas do ar.

Os núcleos aquecidos foram mais intensos no primeiro dia em função das características do uso e cobertura da terra e da presença da ASAS sobre a área em estudo. No dia 28/06/2013 as temperaturas foram menores em função da mudança da direção do vento, situação corroborada por uma área alongada de baixa pressão (cavado) que estava associada a uma frente fria no Atlântico próximo ao sul do estado do Espírito Santo o que influenciou diretamente as temperaturas do ar no município de Vitória.

Com a condição sinótica apresentada no dia 28/06/2013, observa-se que os núcleos aquecidos às 9 horas e 15 horas na parte sul e norte são minimizados. Às 09 horas da manhã local da porção centro-leste na RPC, registrou as menores temperaturas diferentemente do primeiro dia que foi a porção centro-oeste. Os dois núcleos aquecidos observado às 15 horas no dia 27/02 “desaparecem” (Figura 33).

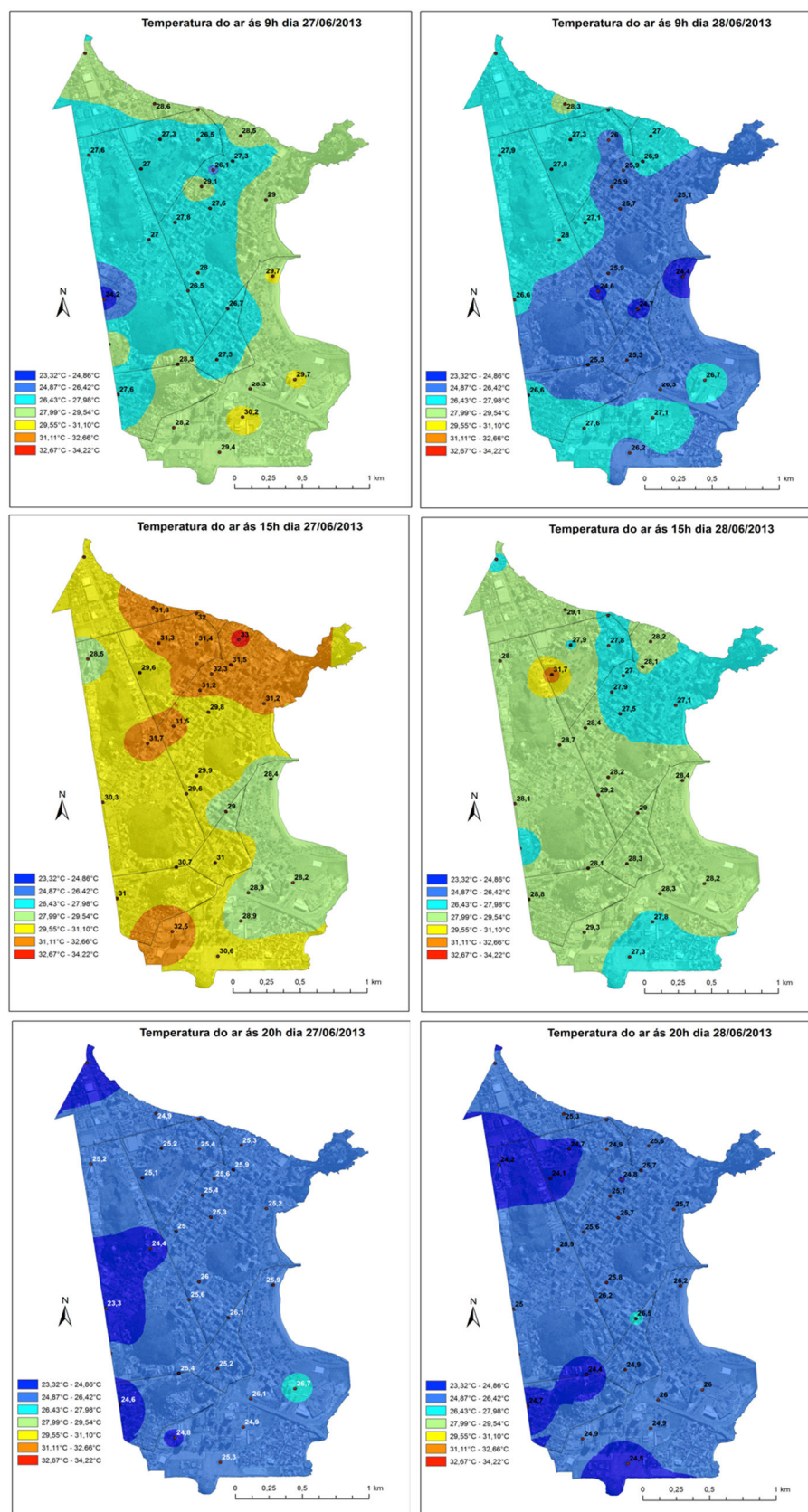


Figura 32: Variação espaço temporal da temperatura do ar durante o segundo campo na RPC.

O maior valor de temperatura no inverno foi 33,0°C em P27 (Rua Dom Pedro II, em frente ao condomínio Bernini) no dia 27/06/2013 às 15h. O comportamento da temperatura nessa localidade está relacionado à geometria dos prédios que há no local o que inibe a renovação do ar e dissipação do calor favorecendo o aumento de temperatura na localidade.

O gradiente térmico pela manhã no dia 27/06 foi de 6,0°C. A diferença no primeiro dia ocorreu entre os pontos por P4 (Praça em frente ao Palácio de Justiça - 30,2°C) e P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater- 24,2°C). No dia 28/06 o gradiente térmico constituiu em 3,9°C, situado por P25 (Em frente ao pátio da empresa Vital Engenharia – 33,3°C) e P12 (Figura 33).

Abaixo na Tabela 11 é possível observar os gradientes térmicos às 09h associados a velocidade e direção predominante do vento e sistema atmosférico nos dias do segundo campo II.

Tabela 10: Gradientes térmicos às 9h associados à direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante

Dia	Gradiente Térmico	Direção do Vento ²⁰	Velocidade do Vento	Sistema Atmosférico
27/06/2013	6,0°C	NNO, NO, ONO	0,9 – 4,5 m/s	ASAS
28/06/2013	3,9°C	SO, SSE, ENE, E,	0,9 – 1,8 m/s	ASAS/Frente Fria

Fonte: Pesquisa em campo nos dias 27/6 e 27/06/2013; CPTEC/INPE (2013); INMET (2013).

Sob a atuação da ASAS, com os ventos moderados, observa-se maior gradiente térmico às 9h, valor análogo ao observado durante o primeiro campo entre os dias 19 a 21 de fevereiro de 2013. Tal constatação evidência que na presença da ASAS a intensidade dos gradientes, nos núcleos aquecidos no período da manhã são maiores.

No período da tarde, às 15 horas, os gradientes térmicos foram de 4,8°C, 4,7°C os dias 27/06 e 28/06/2013, respectivamente. A diferença no dia 27/06 foi estabelecida por P27 (Em frente à ponte Airton Senna na avenida Rio Branco – 33,0°C) e P6 (Em frente à Assembleia Legislativa do Espírito Santo - 28,2°C). No dia 28/06/2013 foi situado por

²⁰ Os valores da direção e velocidade do vento são referentes à estação meteorológica do INMET (2013) localizado na UFES.

P20 (Av. Reta da Penha, em frente a Petrobrás – 31,7°C) e P23 (Rua Celso Calmon com a Avenida Rio Branco - 27,0°C) (Figura 33).

Abaixo na Tabela 12 é possível observar os gradientes térmicos às 15h associados a velocidade e direção predominante do vento e sistema atmosférico nos dias do segundo campo.

Tabela 11: Gradientes térmicos às 15h associados à direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.

Dia	Gradiente Térmico	Direção do Vento	Velocidade do Vento	Sistema Atmosférico
27/06/2013	4,8°C	NNE, NNO, N	3,6 – 5,8 m/s	ASAS
28/06/2013	4,7°C	SE, ESSE, SSE	1,3 – 3,1 m/s	ASAS/Frente Fria

Fonte: Pesquisa em campo nos dias 27/6 e 27/06/2013; CPTEC/INPE (2013); INMET (2013).
Organizado pelo autor.

Fica evidente que às 15h não há mudança significativa dos gradientes térmicos em condições sinóticas diferentes. Mesmo com a redução das temperaturas do ar o gradiente térmico foi alto no segundo dia de experimento, o que evidência relação com uso e cobertura da terra e o aquecimento da superfície.

O gradiente térmico às 20 horas no dia 27/06/2013 foi de 3,4°C. A diferença constituiu-se por P6 (Em frente à Assembleia Legislativa do Espírito Santo – 26,7°C) e P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater - 23,3°C). No dia 28/06 o gradiente térmico foi de 2,4°C que foi estabelecido entre P11 (Praça na Avenida Saturnino de Brito -26,5°C) e P20 (Av. Reta da Penha, em frente a Petrobrás - 2,4°C).

Abaixo na Tabela 13, é possível observar os gradientes térmicos às 20h associados a velocidade e direção predominante do vento e sistema atmosférico nos dias do segundo campo.

Tabela 12: Gradientes térmicos às 20h associados à direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.

Dia	Gradiente Térmico	Direção do Vento	Velocidade do Vento	Sistema Atmosférico
27/06/2013	3,4°C	N	0,4 – 1,3 m/s	ASAS
28/06/2013	2,4°C	SE, E	1,8 – 3,1 m/s	ASAS/Frente Fria

Fonte: Pesquisa em campo nos dias 27/6 e 28/06/2013; CPTEC/INPE (2013); INMET (2013).
Organizado pelo autor.

Neste caso (Tabela 12), observa-se relação direta entre a velocidade do vento e redução dos índices térmicos, quanto maior a velocidade do vento no período noturno menor foram os gradientes térmicos. Observa-se que o maior gradiente térmico às 20h foi influenciado pela menor velocidade do vento, direção de vento norte e sob atuação da ASAS.

Os gradientes observados nos dois experimentos, campo I entre os dias 19 a 21 de fevereiro de 2013 e campo II nos dias 27 e 28 de junho de 2013, seguem a dinâmica climática dos episódios sazonais analisados, sendo os sistemas atmosféricos de escala sinótica como, por exemplo, a ASAS, e a Maritimidade, fatores determinantes no comportamento térmico da área em estudo.

Em relação ao estudo de clima urbano em cidade litorânea: Brandão (2003) para o Rio Janeiro observou que às 15h e 21h os gradientes térmicos foram maiores, a autora também concluiu que durante a atuação da ASAS os gradientes térmicos são mais intensos, resultado também observado nessa pesquisa.

6.3.3 Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar média durante os três dias de experimento para RPC foi de 69,4%, um desvio de 7,6% abaixo da normal climatológica para o mês de fevereiro que é 77,0%. Apesar da atuação da ASAS na borda do litoral da região Sudeste do Brasil, a umidade relativa do ar média apresentou comportamento alto, isso devido à proximidade da área em estudo do litoral.

Na Figura 34 é possível observar às áreas com os maiores e menores índices higrícos durante o segundo campo entre os dias 27 e 28 de junho de 2013. A umidade relativa média do ar foi alta durante os dois dias. Constatou-se que os menores índices foram registrados na mesma localidade dos núcleos aquecidos ao norte e ao sul da RPC.

Os pontos que apresentaram os menores índices higrícos foram P27 (Em frente a ponte Airton Senna na avenida Rio Branco), P25 (Em frente ao pátio da empresa Vital Engenharia), P15 (Esquina em Frente à Casa de Carne Frisa, cruzamento da avenida Rio Branco com a Rua João Silva Abreu), P26 (Rua Grécia. Comunidade Helênica do Espírito Santo), P21(Rua José Luiz Gabera – Barro Vermelho, próximo ao Edifício Espaço Albert) e P14 (Canteiro central da Avenida Reta da Penha) com valores entre 66,86% e 67,96%.

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

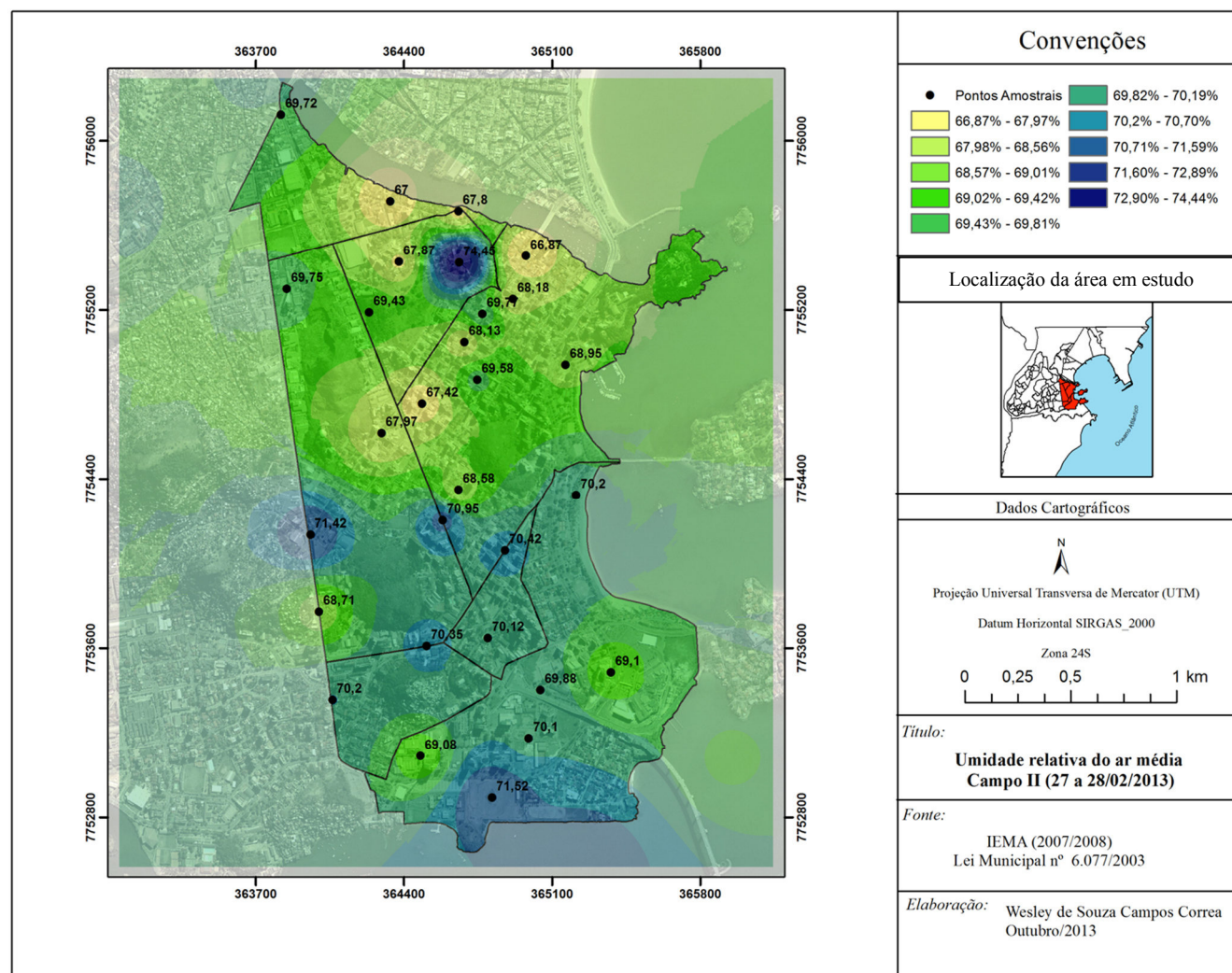


Figura 33: Umidade Relativa do ar os experimentos do Campo II de 27 a 28 de junho de 2013.

Respetivamente os pontos com os maiores registros higrícos foram P22 (Rua Vila Lobos, em frente à loja Impacto), P3 (Praça do Papa) e P13(Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater.) com índices entre 74,45% a 71,4%.

Abaixo na Figura 35 é possível observar o mapa de desvio padrão médio para umidade relativa do ar para área em estudo.

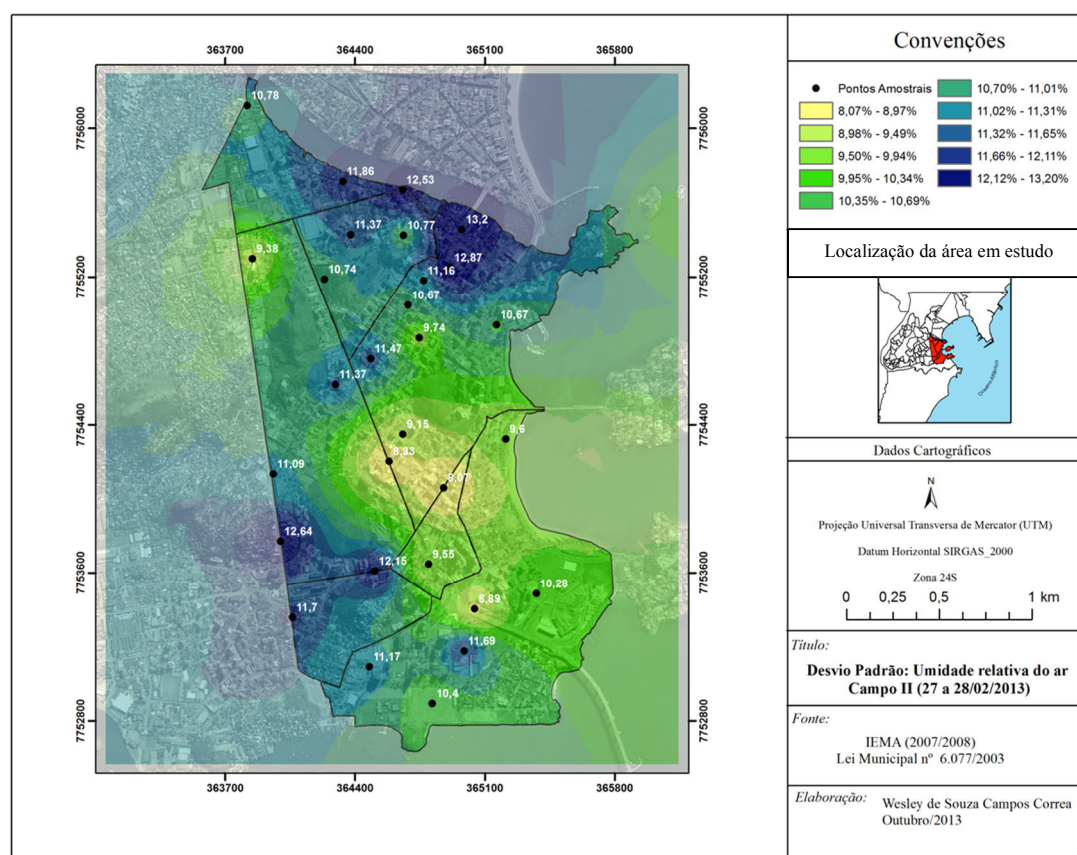


Figura 34: Desvio Padrão Médio da Umidade Relativa do ar durante o segundo campo.

Os maiores desvios padrão (Figura 35) foram localizados em P27 (Em frente a ponte Airton Senna na avenida Rio Branco), P28 (Rua Afonso Claudio, próximo ao Maison Classic) P7 (Avenida Leitão da Silva com a Rua Misael Pedreira da Silva) e P26 (Rua Grécia. Comunidade Helênica do Espírito Santo) com índices higrícos variando entre 13,20% a 12,53%. Logo, as maiores amplitudes também foram registradas nos mesmos pontos: P27 (25,4%), P28 (34,1%), P7 (32,7%) P26 (32,6%). Destaca-se que o elevado valor nesses pontos está relacionado com reduzido número de vegetação e com intenso padrão construtivo.

Observa-se que os menores desvios padrão foram encontrados em P11(Avenida Desembargador Santos Neves), P10 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Próximo a Caixa Econômica e Shopping) e P5 (Em frente ao Corpo de Bombeiros do Espírito Santo e Terceira Ponte) tal comportamento está relacionado a proximidade com corpos d'água e resquícios de vegetação nesses pontos (Figura 35).

Ao analisar os mapas com as médias horárias no período das 09, 15 e 20 horas na Figura 36 para RPC, é possível observar a influência do uso e cobertura da terra, configuração do relevo e posição do sol no comportamento da umidade relativa do ar.

Às 09 horas local, os pontos com menores índices de umidade relativa média do ar foram P6 (Em frente à Assembleia Legislativa do Espírito Santo), P4 (Praça em frente ao palácio de Justiça), P29 (Praça dos Namorados, próximo ao IATE CLUB) P5 (Em frente ao Corpo de Bombeiros do Espírito Santo e Terceira Ponte), P18 (Rua Eugênio Neves), P27 (Em frente a ponte Airton Senna na avenida Rio Branco), com valores entre 57,5% a 61,05%. Observa-se que os pontos mesmo próximos ao oceano ou canal de Vitória apresentam umidade relativa do ar média inferior, evidenciando que as estruturas urbanas influenciam diretamente no comportamento da variável (Figura 36).

Pela manhã os maiores índices de umidade relativa do ar média são observados nos P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater), P10 (Avenida Nossa Senhora da Penha / Próximo a Caixa Econômica e Shopping), P11 (Avenida Desembargador Santos Neves), P24 (Bifurcação da Avenida Reta da Penha com a Avenida Serafim Derenze), P1 (Bifurcação da Avenida Leitão da Silva com a Rua Arnold Neves) e P8 (Avenida Cesar Helal, Calçada em frente ao Selaro) com valores entre 71,9% e 67,0%, respectivamente áreas que apresentaram as menores temperaturas do ar na RPC.

O comportamento da umidade relativa média está diretamente relacionado com temperaturas e também ao uso e cobertura da terra às 9 horas. Nos locais onde foram localizados os núcleos aquecidos, a umidade relativa do ar foi menor em relação aos demais pontos.

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

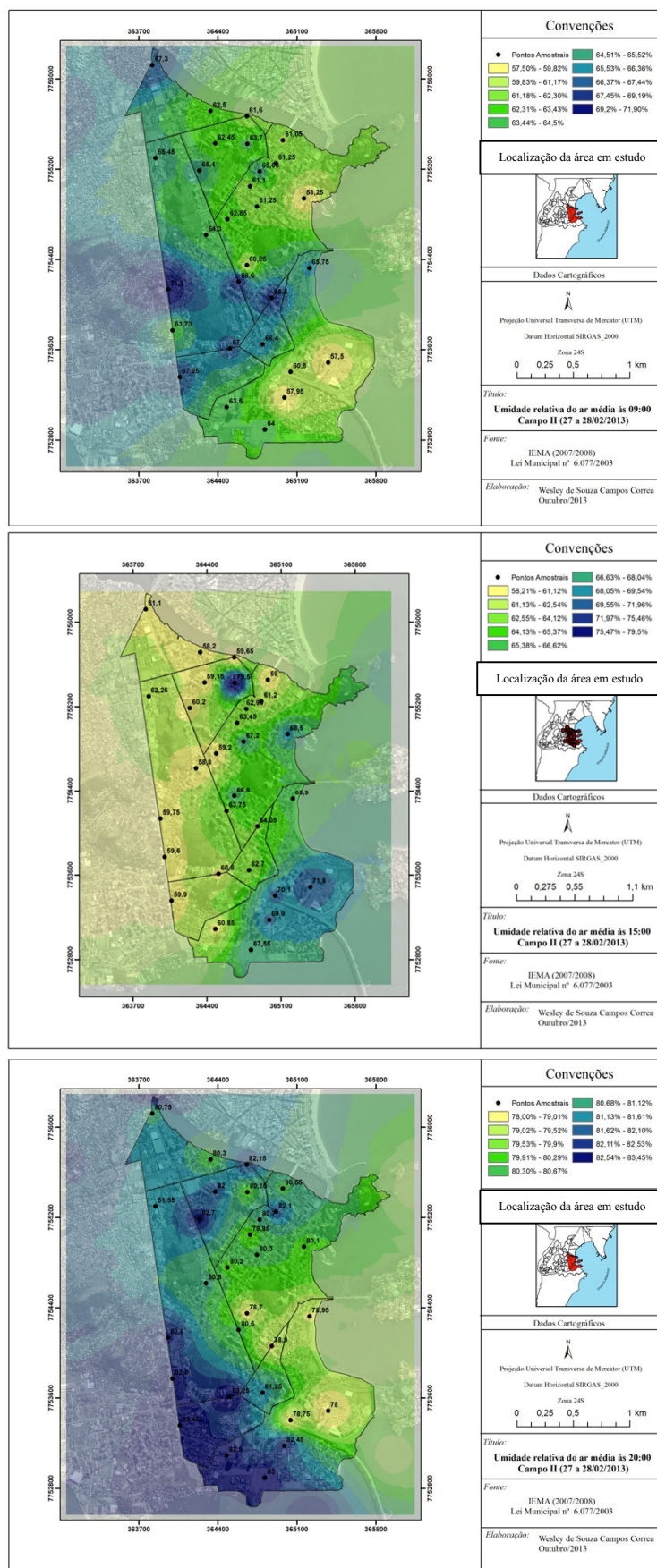


Figura 35: Conjunto de mapas de umidade relativa do ar média por períodos durante o 2º trabalho de campo.

No segundo horário, às 15 horas, foram observadas alterações no campo higríco em relação às 09 horas, em função da topografia e dos prédios e do próprio aquecimento da superfície, conforme pode ser observado na Figura 36. Observa-se relação proporcionalmente inversa à temperatura. Os menores índices de umidade relativa do ar são notados na porção centro-oeste e também ao norte e ao sul, simultaneamente onde foram observados os maiores valores de temperatura. Na porção leste, há o registro dos maiores índices higrícos.

O menores valores higrícos foram encontrados nos locais que fazem parte dos núcleos aquecidos na RPC, os pontos são: P25 (Em frente ao pátio da empresa Vital Engenharia), P14 (Canteiro central da Avenida Reta da Penha), P27 (Avenida Nossa Senhora da Penha, em frente à Petrobrás), P21 (Rua José Luiz Gabera – Barro Vermelho, próximo ao Edifício Espaço Albert), P15 (Esquina em Frente à Casa de Carne Frisa, cruzamento da Avenida Rio Branco com a Rua João Silva Abreu) (Figura 36) com índices variando entre 58,2% a 59,15%.

A tarde às 15 horas, os maiores valores higrícos médios foram encontrados em P22 (Rua Vila Lobos), P6 (Em frente à Assembleia Legislativa do Espírito Santo), P5 (Em frente ao Corpo de Bombeiros do Espírito Santo e Terceira Ponte), P4 (Praça em frente ao palácio de Justiça), os índices variaram entre 79,5% a 69,5%, nesses pontos também foram registradas menores temperaturas.

Às 20 horas, há mudança no campo higríco. As áreas próximas a corpos d'água apresentaram os maiores índices higrícos e menores temperaturas e as áreas com menores índices higrícos apresentam maiores temperatura.

A porção centro-leste da RPC, apresenta os menores índices higrícos, bem como, os maiores valores de temperatura às 20 horas. Condição semelhante ao averiguado no primeiro campo. Os pontos com menores índices higrícos estão localizados na porção que é configurado o bolsão, sendo assim, o que apresentaram menores índices foram: P6 (Em frente à Assembleia Legislativa do Espírito Santo), P18 (Rua Eugênio Neves) P11 (Avenida Desembargador Santos Neves), P12 (Praça na Avenida Saturnino de Brito) com índices entre 78,00% a 78,95% (Figura 36).

Os pontos com os maiores índices higrícos médio às 20h foram: P1 (Bifurcação a Avenida Leitão da Silva com a Rua Arnold Neves), P8 (Avenida Cesar Helal, Calçada em frente

ao Selaro), P3 (Praça do Papa), P2 (Rua Treze, em frente à unidade de saúde “Lucilo Borges Sant’Anna”), P7 (Avenida Leitão da Silva com a Rua Misael Pedreira da Silva), P20 (Avenida Nossa Senhora da Penha, em frente a Petrobrás) e P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater), conforme pode ser observado na Figura 36, apresentando índices térmicos entre 83,45% e 82,6%, ressalta que nestes pontos também são registrados as menores temperaturas (Figura36).

Na Figura 37 encontra-se o comportamento da umidade relativa entre os dias 27/06, 28/06 às 09h, 15h e 21h. A Figura 37 proporciona melhor compreensão e exposição dos gradientes hídricos que ora serão apresentados e discutidos no texto para o segundo campo, além do comportamento diário da variável.

O comportamento hídrico entre o primeiro e o segundo dia durante os experimentos foram diferentes. Os maiores índices hídricos foram registrados no segundo dia, tal comportamento é relacionado a uma área alongada de baixa pressão (cavado) associada à frente fria sobre o Atlântico próximo do sul do estado do Espírito Santo, o que acarretou na mudança da direção do vento e transporte de umidade para o continente. A umidade relativa do ar às 9, 15 e 20 horas do segundo dia foram superiores ao do primeiro dia.

Nos dois dias do segundo campo, o maior valor hídrico foi de 90,00% registrado em P22 às 15h no dia 27/06/2013, condição influenciada pelo sombreamento dos prédios na região, nesse mesmo ponto e horário a temperatura registrada foi de 31,4°C, concomitantemente, o menor registro durante os experimentos foi de 47,8% averiguado em P27 (Em frente à ponte Airton Senna na avenida Rio Branco) às 15 horas também do dia 27/06 onde evidenciou-se a maior temperatura do ar entre todos os pontos.

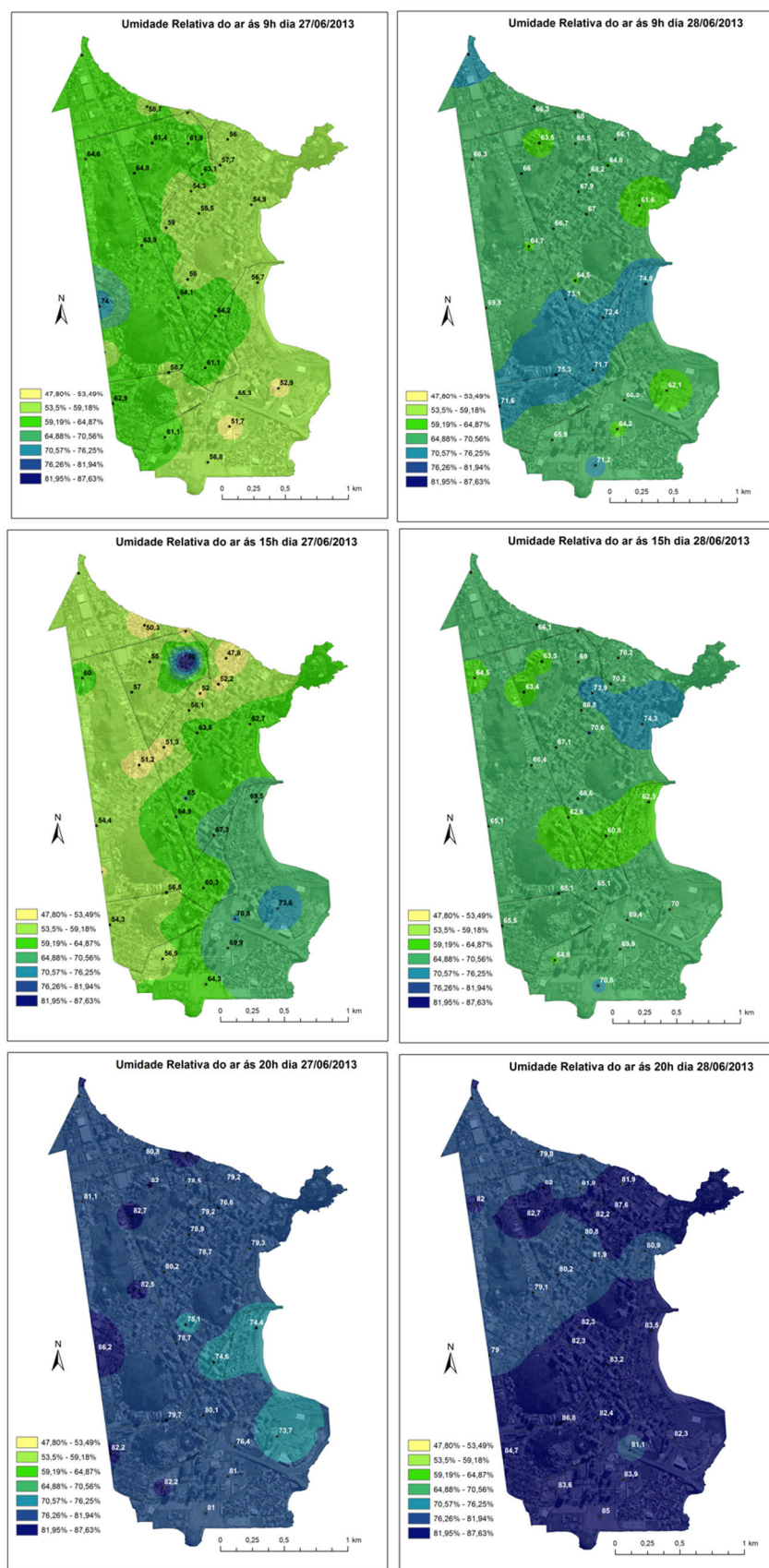


Figura 36: Variação espaço temporal da umidade relativa ar durante o segundo campo na RPC.

Os menores índices higrícos foram observados às 15 horas na porção norte e sul onde são localizados os núcleos aquecidos e na porção centro-oeste onde também foram registradas temperaturas elevadas. Os maiores índices sempre foram encontrados à noite em função da diminuição da radiação e também pela proximidade da área em estudo do litoral. No segundo dia às 20 horas a porção centro-leste e parte da porção norte da RPC, apresentaram menores índices higrícos em relação ao dia inferior, comportamento em função do sistema atmosférico que atuou na região, o que resultou em aquecimento diferenciado da superfície e consequentemente influenciou no comportamento higríco.

No dia 27/06/2013 foi observado às 09h gradiente higríco de 22,3%. A diferença foi estabelecida por P4 (Praça em frente ao palácio de justiça - 51,7%) menos úmido e local de maior temperatura e P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater – 74%) mais úmido e menor temperatura.

No segundo dia de experimento às 09h o gradiente higríco foi de 13,7%. Tal comportamento foi estabelecido pela diferença entre P8 (Avenida Cesar Helal, Calçada em frente ao Selaro -75,3%) ponto mais úmido com temperatura do ar abaixo da média entre todos os pontos e P29 (Praça dos Namorados, próximo ao IATE CLUB - 61,6%) menos úmido e temperatura do ar abaixo da média entre todos os pontos. Tal comportamento evidencia a relação direta com o sistema atmosférico atuante sobre os valores higrícos.

Abaixo na Tabela 14 é possível observar os gradientes higríco às 09h associados a velocidade e direção predominante do vento e sistema atmosférico nos dias 27 e 28 de junho de 2013.

Tabela 13: Gradientes higríco às 09h associados a direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.

Dia	Gradiente Higríco	Direção do Vento	Velocidade do Vento	Sistema Atmosférico
28/06/2013	22,3%	NNO, NO, ONO	0,9 – 4,5 m/s	ASAS
27/06/2013	13,7%	SO, SSE, ENE, E,	0,9 – 1,8 m/s	ASAS/Frente Fria

Fonte: Pesquisa em campo nos dias 27/6 e 28/06/2013; CPTEC/INPE (2013); INMET (2013).
Organizado pelo autor.

Pela tarde às 15 horas os gradientes higrícos foram de 42,2% e 13,5%, nos dias 27/06 e 28/06/2013, respectivamente. A diferença no dia 27/06 foi estabelecida por P22 (Rua Vila Lobos) – 90,00%) e P27 (Em frente a ponte Airton Senna na avenida Rio Branco), o comportamento nos dois pontos já foi explicado acima na página 123. No dia 28/06/2013 foi estabelecido por P29 (Praça dos Namorados, próximo ao IATE CLUB – 74,3%) e P11 (Avenida Desembargador Santos Neves - 60,8%).

Abaixo na Tabela 15 é possível observar os gradientes térmicos às 15h associados a velocidade e direção predominante do vento e sistema atmosférico nos dias 27 e 28 de junho de 2013.

Tabela 14: Gradientes higríco às 15h associados a direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.

Dia	Gradiente Higríco	Direção do Vento	Velocidade do Vento	Sistema Atmosférico
27/06/2013	42,2%	NNE, NNO, N	3,6 – 5,8 m/s	ASAS
28/06/2013	13,5%	SE, ESSE, SSE	1,3 – 3,1 m/s	ASAS/Frente Fria

Fonte: Pesquisa em campo nos dias 27/6 e 27/06/2013; CPTEC/INPE (2013); INMET (2013).

O gradiente higríco às 20h no dia 27/06/2013 foi de 12,5%. A diferença foi proporcionada por P6 (Em frente à Assembleia Legislativa do Espírito Santo – 86,2%) e P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater - 73,7%). No dia 28/06 o gradiente higríco foi de 8,6% que foi estabelecido entre P28 (Rua Afonso Claudio, próximo ao Maison Classic -87,6%) e P13 (Canteiro central da Avenida Leitão da Silva, em frente à maternidade Granmater – 79,0%).

Na Tabela 16 é possível observar os gradientes térmicos às 20h associados a velocidade e direção predominante do vento e sistema atmosférico nos dias 27 e 28 de junho de 2013.

Tabela 15: Gradientes higríco às 20h associados a direção e velocidade do vento e sistema atmosférico atuante.

Dia	Gradiente Higríco	Direção do Vento	Velocidade do Vento	Sistema Atmosférico
27/06/2013	12,5%	N	0,4 – 1,3 m/s	ASAS
28/06/2013	8,6%	SE, E	1,8 – 3,1 m/s	ASAS/Frente Fria

Fonte: Pesquisa em campo nos dias 27/6 e 27/06/2013; CPTEC/INPE (2013); INMET (2013).

Os gradientes higrícos foram menores no 28/06/2013 em relação ao primeiro dia 27/06/2013, tal comportamento estabeleceu-se de acordo com o sistema atmosférico

atuante. Porém de modo geral os gradientes são menores às 20h comprando com 9h e 15h.

6.4 Unidades Topoclimáticas urbana da Regional Praia do Canto

Os topoclimas foram elaborados a partir dos dados de temperatura do ar, desvios térmicos e umidade relativa do ar, e com a sobreposição dessas informações com os mapas de uso do solo e densidade demográfica, conforme mencionando anteriormente no Capítulo 5. A determinação das unidades Topoclimáticas urbana teve como elemento definidor o campo térmico (temperatura média), apesar da consideração das demais variáveis. Não foi aplicado algoritmo ou peso estatísticos. Tal procedimento permitiu identificar 3 unidades de topoclima na RPC, conforme pode ser observado na Tabela 17.

Destaca-se que os valores de temperatura do ar, desvios térmicos e umidade relativa do ar, considerados na elaboração dos topoclimas, constituem na média dos dois campos. É importante ressaltar que a categorização apresentada na Figura 38 é mais bem definida sob atuação de sistema atmosférico sinótico estável, por exemplo, a ASAS, com vento fraco e pouca nebulosidade, Assis (2010) e Fialho (2010) observaram comportamento semelhante para suas respectivas áreas em tais condições, na elaboração dos topoclimas para os municípios de Belo Horizonte e Rio de Janeiro, respectivamente.

Tabela 17: Unidades Topoclimáticas Urbanas da Regional Praia do Canto.

Topoclimas	Classificação
RPC1	AR ¹²³ C ¹² M ¹² D ³⁴² SUOV
RPC2	BR ¹²³ C ¹² M ¹² D ¹³⁴⁵⁶ OV
RPC3	CR ¹²³ C ¹² M ¹² D ²³⁴⁵⁷ SUOV

Chave de classificação			
Temperatura (°C) ²¹		Desvio Térmico (°C)	Umidade Relativa (%)
A	27,66 - 28,45	2,10 - 2,33	64,35 - 68,78
B	28,46 - 29,05	1,79 - 2,32	66,10 - 68,71
C	29,06 - 29,91	1,91 - 3,12	65,59 - 68,97

Uso do Solo Predominante	
Residencial - R	
1	Unifamiliar entre 1 e 5 pavimentos
2	Multifamiliar entre 1 e 10 pavimentos
3	Multifamiliar > 10 pavimentos
Comercial - C	
1	Comercial entre 1 e 10 pavimentos
2	Comercial >10 pavimentos
Misto	
1	Misto entre 0 e 10 pavimentos
2	Misto >10 pavimentos
Sem Uso - SU	
Área Verdes - V	
Outros - O	

Densidade Demográfica (hab/m2)	
1	0 - 8,51
2	8,52 - 36,25
3	36,25 - 42,19
4	42,20 - 95,82
5	95,83 - 135,34
6	135,35 - 140,84
7	141,0 - 147,87

²¹ Média dos dois campos.

Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

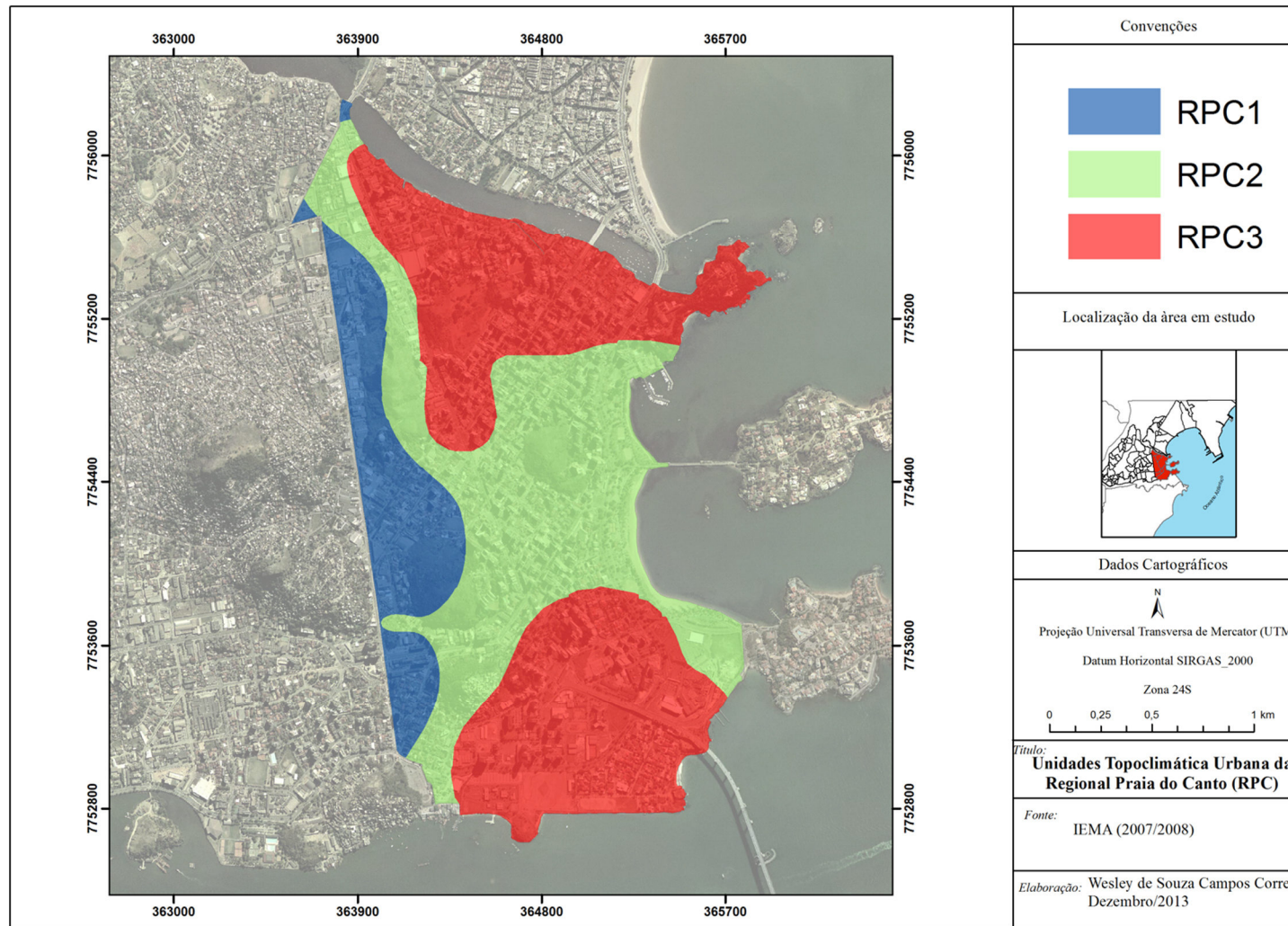


Figura 37: Unidades Topoclimáticas urbanas da RPC no município de Vitória (ES).

O topoclima RPC1 (AR¹²³C¹²M¹²D³⁴²SUOV) é a menor unidade, localizado pela Av. Leitão da Silva, apresenta valores térmicos menores e hídricos maiores. Sugere-se que os controladores sejam os afloramentos rochosos que existem nas proximidades e na construção prédios poucos verticalizados e espaçados. Esse padrão facilita o escoamento do vento, favorecendo a renovação do ar e a redução dos índices térmicos nessa área. Também, há no local fragmentos de vegetação.

O segundo topoclima RPC2 (BR¹²³C¹²M¹²D¹³⁴⁵⁶OV), apresenta a maior extensão dentre as três unidades compreendendo os parte dos bairros Praia do Canto, Santa Helena, Praia do Suá, Santa Luíza, Santa Lúcia e Enseada. As menores temperaturas são registradas pela manhã e no período vespertino. Sugere-se que esta situação seja controlada principalmente pelos efeitos de sombreamento dos prédios e efeito maritimidade, repercutindo em um aquecimento da superfície mais lento. No período noturno há registros dos maiores valores temperaturas do ar, sendo assim, há formação de bolsões de calor ao leste dessa unidade, principalmente influenciados pela geometria dos prédios que dificultam o escoamento do vento e das modificações do balanço energético, favorecendo a produção de calor e consequentemente o aumento da temperatura do ar. Este topoclima apresenta as menores taxas de resfriamento, beneficiando a formação de núcleos aquecidos.

O topoclima RPC3 (CR¹²³C¹²M¹²D²³⁴⁵⁷SUOV) apresenta elevadas temperaturas durante o dia com rápida dissipação térmica após o pôr-do-sol. É formado por parte dos bairros Santa Luíza, Barro Vermelho e Praia do Canto ao norte da área em estudo, e por partes dos bairros Enseada do Suá, Santa Helena e Praia do Suá ao sul. Ao norte a concentração de edificações verticalizadas contribui para o aprisionamento do ar dificultando a ventilação e consequentemente a manutenção de valores térmicos mais altos, devido a inércia térmica e produção de calor pelos edifícios que possuem elevada capacidade de armazenamento e conservação de calor. Ao sul é formado pela geometria dos prédios, uso e cobertura da terra e intenso fluxo de veículos, situações que contribuem para o aumento de temperatura.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa foi possível avaliar o comportamento térmico e higríco em diferentes pontos da Regional Praia do Canto no município de Vitória, tanto no período chuvoso quanto no seco por meio de observações por transecto móvel. As análises confirmaram as suposições dos modelos teóricos e empíricos, como os de Oke (1974), Alcoforado (1999), Andrade (2005), Alcoforado *et. al*, (2005), Monteiro (1976), Monteiro e Sezerino (1990), Brandão (1996; 2003), Sant'Anna Neto (2002), Sant'Anna Neto e Amorim (2009), Fialho (2009; 2010; 2012) e Assis (2010), onde são averiguados que as mudanças de uso e de cobertura da terra, associadas com as características do relevo, influenciam diretamente as variáveis meteorológicas, neste caso a temperatura e a umidade relativa do ar.

A técnica do transecto móvel mostrou-se aplicável para as duas variáveis, temperatura e umidade relativa do ar. A correção dos dados de temperaturas proposta por Fialho (2009) também foi aplicável para umidade relativa do ar. Contudo, há necessidade de atentar-se para o comportamento da umidade relativa que é inversamente proporcional ao da temperatura do ar.

Em relação à espacialização (interpolação) dos dados, o melhor modelo obtido para este estudo foi elaborado com o auxílio do *IDW*, pois, representou os valores verdadeiros observados em campo. A Krigagem também foi testada, porém, este método inferiu diretamente nos valores de temperatura e umidade relativa do ar, reduzindo os índices máximos e mínimos.

A análise das condições médias permitiu observar dois núcleos aquecidos ao norte e ao sul da Regional Praia do Canto. Durante o período seco, o núcleo localizado ao norte estende-se um pouco mais para o centro-oeste da área em estudo, em relação ao período chuvoso.

As maiores temperaturas médias foram registradas em P25, P26 e P27 na porção norte da RPC. As menores temperaturas médias foram observadas em P13, P19 e P1 na porção leste. Os menores índices higrícos foram registrados em P7, P26 e P25 e os maiores em P22, P13 e P18, respectivamente.

Os maiores registros de gradiente térmico foram observados às 9 horas e 15 horas. Os gradientes observados nos dois campos seguem a dinâmica climática dos episódios

sazonais analisados, sendo os sistemas atmosféricos de escala sinótica, como, por exemplo, a ASAS, e também o efeito de maritimidade, fatores determinantes no comportamento térmico da área em estudo.

O maior valor registrado de temperatura no verão (período chuvoso) foi de 34,2°C, em P20 (Avenida Reta da Penha em Frente à Petrobrás), às 15h do dia 19/02/2013. Tal comportamento devem estar relacionados, o intenso fluxo de veículos na referida avenida, a ausência de vegetação no entorno, aos prédios próximos ao ponto que são de até 7 pavimentos. Vale ressaltar que a utilização de diferentes materiais para a construção das fachadas, como cerâmica e vidros, por exemplo, pode corroborar para o aquecimento da atmosfera e elevação da temperatura do ar nas proximidades.

É importante destacar que também no P20 foi registrado o valor de 34,1°C, no dia 21/02/2013 às 15h, o segundo valor de temperatura mais alta no verão.

O maior valor de temperatura no inverno foi 33,0°C, no P27 (Rua Dom Pedro II, em frente ao condomínio Bernini), no dia 27/06/2013 às 15h. O comportamento da temperatura nessa localidade pode estar relacionado à geometria dos prédios que existem no local, o que dificultaria a renovação do ar e a dissipação do calor, favorecendo o aumento de temperatura no local.

Às 15 horas, a temperatura do ar atingiu seu valor máximo tanto no verão como no inverno (34,2°C, no verão e 33,0°C, no inverno), em ambos os recortes temporais, e as taxas de umidade relativa, o seu valor mínimo (48,3% - verão; 47,8 % - inverno), em consequência do maior valor de temperatura do ar e de radiação terrestre devolvida para a atmosfera nesse momento.

As maiores influências do “tecido urbano” nas variáveis meteorológicas foram verificadas sob influência da ASAS. Percebeu-se que o efeito da maritimidade têm um peso importante no comportamento topoclimático urbano, sobretudo na parte da manhã e da tarde.

De uma forma geral, a porção leste da área em estudo apresentou, às 20 horas, o registro dos maiores valores de temperaturas média do ar, mostrando boa correlação com uso e com a cobertura da terra. Essa porção é densamente ocupada, asfaltada e com padrão de construção predominantemente vertical, cujos edifícios obstruem a abóboda celeste, impossibilitando a saída de OL da superfície para atmosfera. Essas características

corroboram para que parte da energia radiativa perdida possa está sendo absorvida pelo ar, devido à presença de poluentes e vapor d'água, por esse motivo, essa porção da RPC, apresenta um resfriamento mais lento, favorecendo o aumento da temperatura do ar à noite.

O núcleo aquecido noturno esteve localizado na porção centro-leste nos dois recortes temporais. No primeiro experimento (verão) o núcleo aquecido ao centro foi constituído por P9, P10, P11 e P18 no segundo experimento (inverno), por P5, P6, P11 e P12.

Sobre a porção centro-leste da área em estudo no período noturno. É provável que os prédios dessas áreas funcionam como obstáculo para a circulação do ar, dificultando a ação de dispersão do calor. Também, nesse horário, há grande circulação de veículos na região que, conseqüentemente, emitem calor e contribuem para a turbulência dos níveis inferiores do ar, dificultando a dispersão térmica próxima ao solo em direção às camadas superiores, contribuindo para o aumento de temperaturas.

Na porção centro-leste da RPC observou-se até 3°C a menos nos períodos vespertinos em relação aos pontos localizados nas porções norte e sul. Os pontos da porção centro-leste sofrem influência direta dos efeitos da maritimidade (faz com que a temperatura seja mais estável durante o dia) e dos arranjos dos prédios que formam sombreamento (*Cânions Urbanos*), fatos que dificultam a formação de núcleos aquecidos e também das ilhas de calor durante o dia sobre esta porção.

Foram observados tanto no período chuvoso (verão), quanto no período seco (inverno), elevados gradientes térmicos. Os maiores valores estão localizados onde há intenso fluxo de veículos e áreas mais verticalizadas. A intensidade do gradiente térmico é maior quando há atuação da ASAS. Às 09 horas foram observados os maiores gradientes térmicos nos dois períodos analisados, condição gerada pelo posicionamento do sol e pelas características de uso e cobertura do solo o que acarreta no aquecimento mais acentuado dessas áreas. Com a precipitação ocorrida na manhã do dia 21/02 (um dos dias escolhidos para o campo de verão), o núcleo aquecido na parte sul da área em estudo desapareceu e na parte norte foi minimizado, porém as temperaturas permaneceram elevadas. Esse comportamento evidencia que as precipitações atuam como agentes mitigadores no desenvolvimento dos núcleos aquecido.

A umidade relativa do ar manteve-se elevada durante os dois experimentos (verão e inverno). Os menores valores de umidade foram registrados em P25 (48,7%) às 15h do dia 20/02/2013, e em P27 (47,8%), às 15h do dia 27/06/2013. Ambos os pontos compõem o núcleo aquecido verificado na parte norte da RPC. Tal resultado foi constatado durante a atuação da ASAS.

Os menores índices hídricos foram observados às 15h nas porções norte e sul da RPC, onde foram localizados os núcleos aquecidos. Os maiores índices sempre foram encontrados à noite em função da diminuição da temperatura e também pela proximidade com a linha de costa. Às 20h os pontos P8, P9, P10, P11 e P18 apresentaram índices hídricos abaixo da média para os dois experimentos (verão e inverno). Destaca-se que estes pontos estão localizados no núcleo aquecido noturno, situação que pode favorecer o desconforto térmico ao ser humano, sobretudo no verão.

Apesar de o município apresentar poucas áreas para expansão, deve ser levado em conta um planejamento urbano bem elaborado, sendo necessário que as condições ambientais geradas nos novos projetos sejam condizentes com a qualidade ambiental necessária para o desenvolvimento da vida da população urbana.

Propõe-se que haja um controle rigoroso da verticalização dos prédios, especialmente na borda da linha de costa. A construção intercalada de edifícios de porte diferentes incrementa a circulação local e facilita o escoamento superficial e a distribuição térmica por movimento turbilhonar.

Faz-se necessário, cada vez mais no município de Vitória (ES) e na própria RPC, a presença de áreas verdes, o plantio de árvores, o aumento dos parques municipais, com o fim de melhorar as condições climáticas intra-urbanas.

Sugere-se também uma política de mobilidade urbana que vise a melhoria dos transportes coletivos e uma maior utilização destes coletivos por todas as classes sociais. Essa pesquisa também sugeriu que o calor antropogênico gerado pela circulação de veículos, que em sua maioria emitem CO₂, pode contribuir para o aumento de temperatura na área em estudo. Uma possível diminuição dos veículos individuais seria uma medida que poderia ser incentivada pelos gestores e que teria alcance a médio prazo.

Sugere-se com esta pesquisa outros temas que venham a contribuir para o entendimento do clima urbano e seus fenômenos no município de Vitória e Região Metropolitana:

- Estudo do Sistema Clima Urbano de Vitória;
- Um grande projeto de pesquisa que estude o Sistema Clima Urbano da Região Metropolitana da Grande Vitória, uma vez que estes municípios possuem atributos geoecológicos que influenciam diretamente o comportamento das variáveis atmosféricas;
- Estudo dos impactos meteóricos sobre o município de Vitória, por ano e por estações do ano (verão e inverno);
- Estudo com modelagem para verificar a circulação na RPC;
- A divulgação das repercussões do clima na saúde física e psicossocial da população;
- Um estudo sobre os impactos das estruturas urbanas sobre a circulação dos ventos e sobre o balanço de radiação, buscando, à medida do possível, a utilização de materiais mais ecológicos, indo de encontro à “arquitetura verde – *green building*”;
- Um estudo sobre a interação entre os fenômenos responsáveis pela variabilidade climática e sua repercussão sobre as cidades da Região Metropolitana da Grande Vitória e, conseqüentemente, sobre o clima urbano.

Pretende-se que este estudo sirva de subsídio para os planejadores do município, que os mesmos analisem as condições do clima local antes de tomarem decisões que possam inferir no conforto térmico e na saúde da população, e também que sirva de orientação para a realização de novos empreendimentos imobiliários. Espera-se que a análise do clima urbano possa estar presente nos próximos planos diretor urbano do município de Vitória e também da Região Metropolitana.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M. L. de. **Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: de Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul**. Revista Geonomos, Vol. 06, nº 2, p.17-22, dez de 1998.
- ALCOFORADO, M.J. **Aplicação da climatologia ao planejamento urbano. Alguns apontamentos. Finisterra. Revista Portuguesa de Geografia**, 67-68, 1999, p. 83-94.
- ALCOFORADO, M. J.; LOPES, A.; ANDRADE, H.; VASCONCELOS, J.: **Orientações climáticas para o ordenamento em Lisboa**. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos – Área de Investigação de Geoecologia, Universidade de Lisboa, 2005.
- AMORIM, M. C. C. T. O. **Clima urbano de Presidente Prudente/SP**. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciência Humanas – USP. São Paulo, 2000. 378p.
- _____. **Climatologia e Gestão do Espaço Urbano**. Revista Mercator, Vol. 9, Nº 1, 2010.
- _____. **Aspectos conceituais e práticos nas pesquisas em clima urbano**. In: SILVA E FIALHO (Org.). **Concepções e Ensaio da Climatologia Geográfica**. Editora UFGD, Dourados, 2012.
- ANDRADE, H. **O clima urbano: Natureza, escalas de análise e aplicabilidade**. *Finisterra*, Lisboa, v. 50, n. 80, 2005. pp. 67–91.
- ANGEL, L.; RAMIREZ, A.; DOMÍNGUEZ, E.: **Isla de Calor y Cambios. Espacio – Temporales de la Temperatura em la Ciudad de Bogotá**. Revista Ciencias de la Tierra, V. XXXIV, Nº 131, 2010, p. 173 – 183.
- ASSIS, E. S.: **A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória**. In: ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Maceió. **Anais...**Maceió: ANTAC, p. 92-101, 2005.
- _____. **Aplicações da climatologia urbana no planejamento da cidade: Revisão dos estudos brasileiros**. Revista rua. Salvador, n. 9, p. 20–25, 2006b.
- ASSIS, W. L. **O sistema clima urbano do município de Belo Horizonte na perspectiva têmporo-espacial**. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010, 299f.
- _____. **Campo Térmico, Hígrico e Anemométrico do Hipercentro de Belo Horizonte**. In: SILVA E FIALHO (Org.). **Concepções e Ensaio da Climatologia Geográfica**. Editora UFGD, Dourados, 2012.
- AZEVEDO, T. R. **Distribuição espacial da ocorrência dos maiores totais diários de precipitação na RMSP e arredores em função da intensidade relativa da atividade urbana**. *GEOUSP – Espaço e Tempo*, São Paulo, n.12. 2002, p.89-104.
- AZEVEDO, T. S.; SANTOS, J. M.; PAGEL, E. C.; SARAIVA, A. L. B. C.; CORREA, W. S. C.; NASCIMENTO, F. H. **Partículas Totais em Suspensão e Partículas Inaláveis (MP10) na Região Metropolitana da Grande Vitória entre 2000 e 2009**. In: IV Congresso Internacional de Geografia da Saúde. Presidente Prudente, 2012.
- BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. **Atmosphere, weather and climate**. 8ª ed. London: Routledge, 2003. 421p.

BASTOS, C. C; FERREIRA, N. J. **Análise Climatológica da Alta Subtropical do Atlântico Sul**. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 11. Rio de Janeiro, 2000. Anais. SBMET, 2000.

BOURBIA, F.; BOUCHERIBA, F. **Impact of street design on urban microclimate for semi-arid climate (Constantine)**. Renewable Energy. Vol. 35. 2010, p. 343 – 347.

BRANDÃO, A.M de P.M. **O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado em Geografia). Departamento de Geografia, FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996. 362 p.

BRANDÃO, A. M. P. M. **O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro**. In: **Clima Urbano**. Org. Mendonça, F; Monteiro, C.A de F. São Paulo: Contexto, 2003, p 121 – 153.

BRASIL – Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAM BRASIL**, Folhas SF 23/24, Rio de Janeiro/ Vitória; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: MME, 1983, pp. 27-304

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 03, DE 28 DE JUNHO DE 1990**. Diário Oficial da União, 28 de 1990.

BRAZEL, A.; SELOVER, N.; VOSE, R.; HEISLER, G. **The tale of two climates — Baltimore and Phoenix urban LTER sites**. Climate Research 15: 123-135, 2000.

CAMMILONI, I.; BARRUCAND, M. **Temporal variability of the Buenos Aires, Argentina, urban heat island**. Theor. Appl Climatol. Vol. 107, 2012, p. 47-58.

CASTRO, E.; LOPES, A. **O Conforto Térmico Urbano e o Ordenamento do Território na Cidade da Guarda: Utilização dos Sistemas de Informação Geográfica e da Geoestatística**. Revista Engenharia Civil. Vol.40, 2011. P. 5-16.

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC. **Análise Sinótica de Superfície do dia 19/02/2013**. Acesso em 22 de fevereiro. 2013. Disponível em: <http://www7.cptec.inpe.br/~rupload/arquivo/analise_19022013.pdf>.

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC. **Análise Sinótica de Superfície do dia 20/02/2013**. Acesso em 22 de fevereiro de 2013. Disponível em: <http://www7.cptec.inpe.br/~rupload/arquivo/analise_20022013.pdf>.

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC. **Análise Sinótica de Superfície do dia 21/02/2013**. Acesso em 22 de fevereiro de 2013. Disponível em: <http://www7.cptec.inpe.br/~rupload/arquivo/analise_30082011.pdf>.

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC. **Análise Sinótica de Superfície do dia 27/06/2013**. Acesso em 01 de julho de 2013. Disponível em: <http://www7.cptec.inpe.br/~rupload/arquivo/analise_27062013.pdf>.

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC. **Análise Sinótica de Superfície do dia 28/06/2011**. Acesso em 01 de julho de 2013. Disponível em: <http://www7.cptec.inpe.br/~rupload/arquivo/analise_28062013.pdf>.

CLIMANÁLISE. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática** Aspectos climáticos e sinóticos no Brasil, Vol. 10. Ano 1995. Disponível em: <<http://www6.cptec.inpe.br/revclima/boletim/>> Acesso em 20 de junho, 2013.

COELHO, A. L. N. **Modelagem Hidrológica da Bacia do Rio Doce (MG/ES) com base em Imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)**. Caminhos de Geografia. V.8, N.22. Setembro/2007, p. 116 – 131.

_____. CORREA, W.S.C. **Temperatura de Superfície Celsius do Sensor TIRS/LANDSAT-8: Metodologia e Aplicações**. Revista Geográfica Acadêmica, v.7, n.1, dez.2013.

CORREA, W.S.C. **Comportamento dos elementos climáticos, temperatura e precipitação, no Município de Vitória (ES) no período de 1978 a 2007**. Monografia (Bacharelado em Geografia). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

CORREA, W. S. C.; GALVÃO, E. S.; AZAIS, C.; SANTIAGO, A.M.; ALBUQUERQUE, T.T.A. **Uso do modelo WRF para reprodução das variáveis atmosféricas na Região Metropolitana da Grande Vitória no período de 09 a 20 de junho de 2011**. In: Anais do XVII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Gramado, Rio Grande do Sul, 2012.

CORREA, W. S. C.; ALBUQUERQUE, T.T.A. **A influência da ZONA de Convergência do Atlântico Sul nas precipitações intensas no mês de novembro de 2008 e suas consequências sobre o município de Vitória/ES**. Revista GeoNorte, Edição Especial 2. V. 1, 2012, p 796-806.

COSTA, A. D. C. **O revestimento de superfícies horizontais e sua implicação microclimática em localidade de baixa latitude com clima quente e úmido**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2007. 242f.

COSTA, R. B. **Adversidades climáticas em Vitória?** Vitória, Instituto Histórico e Geográfico do Espírito Santo/ Prefeitura Municipal de Vitória, 1992.

Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa - **Imagens SRTM**. Disponível em:<<http://www.embrapa.br/>>, acesso em: 01 de agosto de 2013.

ESCOBAR, G. C. J. **Padrões sinóticos associados a ondas de frio sobre a cidade de São Paulo** *Revista Brasileira de Meteorologia*, 22, n. 2, 2007. pp. 241-254.

FARIAS, H. S; BRANDÃO, A. M. P. M. **Configuração da ilha de calor no Bairro Maracanã**. IN: Anais do 8º Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Alto Caparaó – MG, de 24 à 29 de agosto, 2008.

FENGER, J.: **Urban air Quality**. Atmospheric Environmet. Vol.33, 2010, p. 4877 – 4900.

FIALHO, E. S. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte: Caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira**. Tese (Doutorado em Geografia Física), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 2009, 248f.

_____. **Unidades Climáticas Urbanas: O caso da Ilha do Governador- RJ**. Revista de Ciências Humanas. Vol. 10, Nº 1, p. 26-46, jan./jun., 2010.

_____. **A pesquisa climatológica realizada por Geógrafos brasileiros**. In: Revista Brasileira de Climatologia. V. 6, 2010. pp.193-212.

_____. **Ilha de Calor. Reflexões acerca de um conceito**. ACTA Geográfica, Boa Vista, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, 2012. pp.61-76.

FIGUEROA, S.; SATYAMURTI, P.; SILVA DIAS, P. L. **Simulation of the summer circulation over the South American region with an Eta coordinate model**, J. Atmos Sci, 52, 1573-1584, 1995.

FITZ, P. R. Geografia Tecnológica. In: **Geoprocessamento sem complicação**, Ed. Oficina de Textos. São Paulo, 2008. p. 19-29.

FREITAS, M. K. **O aquecimento Urbano**. IN: Eco Terra Brasil, 03 de maio de 2009.

FREITAS, E. D.; SILVA DIAS, P. L. **Desenvolvimento da brisa marítima sob diferentes situações de grande escala: um estudo de caso**. Anais XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia. Fortaleza, 2004.

GARCÍA, F. F. **Manual de climatologia aplicada: clima, médio ambiente y planificación**. Madrid; Editorial síntese, S.A., 1996. 285p.

GARCÍA, M. C. M. **Unas notas Históricas Acerca de la Climatología Urbana. Notes de Geografia Física**, Barcelona, v. 20-21, 1991-1992. 58p.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 248 p.

GOLDREICH Y. The climate of Israel. Bar Ilan University, Ramat – Gan, 1995.

GÓMEZ, A. L., GARCIA, F. F. **La isla de calor en Madrid: avance de un estudio del clima urbano**. Estudios Geográficos, 45, n.174, p.5-34, enero-marzo 1984.1997.

GONÇALVES, N.M. **Impactos pluviais e a desorganização do espaço urbano de Salvador/BA Clima Urbano**. In: Mendonça, F; Monteiro, C.A de F. (Org.). São Paulo: Contexto, 2003, p 121 – 153.

GUAITOLINI, W. C. **Crescimento urbano e supressão das áreas verdes: considerações sobre os bairros Vila Velha sede e Praia da Costa e suas possíveis influências no microclima local**. Monografia (Bacharelado em Geografia). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.

HEAT ISLAND GROUP. Disponível em: <http://www.epa.gov/heatisland/>. Acessando em: 20/01/2013.

HOLZ, S.; LORENA, R. B.; MARCHIORO, E. **O uso de sensoriamento remoto para análise do campo térmico da superfície urbana completa do município de Vitória (ES)**. Revista GeoNorte, V. 2, 2012, p 1674-1682.

INOUE, R.T.; CAMARGO, R. **Análise da Brisa Marítima/Terrestre na região Costeiro/Oceânica do Espírito Santo para aplicação em estratégias para contingência de derramamento de Óleo**. In: 16º Simpósio Internacional de Iniciação Científica. Disponível em: <https://uspdigital.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=3859&numeroEdicao=16>. Acesso em 5 de agosto de 2013.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Censo 2002**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 20 de janeiro de 2013.

Censo 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 20 de janeiro de 2013.

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER. **Sistema de Informação Meteorológica (Previsão do Tempo)**. Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/>. Acesso em 22 de fevereiro de 2013.

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER. **Sistema de Informação Meteorológica (Previsão do Tempo)**. Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/>. Acesso em 29 de junho de 2013.

Instituto Jones dos Santos Neves – IJSN. **Maapeamento Geomorfológico do Espírito Santo**. Vitória/ES, 2012.

Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. **Banco de Dados Meteorológico para Ensino e Pesquisa**. Brasília, 2013.

IOCHINOSE, T., SIHIMODOZONO, K. H. **Impact of anthropogenic heat on urban climate in Tokyo**. Atmospheric Environment. V. 33. 1999, p.3897-3909.

JARDIM, C. H. **Proposta de síntese climática a partir do comportamento térmico e higrométrico do ar em áreas urbanas**. Tese (Doutorado em Geografia), Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007, 334f.

JAUREGUI, E. **The urban climate of Mexico City**. *Erdkunde*, Berlin, v. 27, p. 289–307, 1973.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**, Editora Parêntese, São José dos Campos, SP, 2009, 598p.

JUNIOR, E. P. **A ilha de calor das cidades: Fatores e Atributos**. Boletim Geográfico, ano 34, nº 249, IBGE, Rio de Janeiro, 1976.

KARACA, M.; TAYANCIM.; HUSEYIN, T. **Effects of Urbanization on Climate of Istanbul and Ankara**. Atmospheric Environment vol. 29, nº 23, pg. 3411 3422. 1995.

KODAMA, Y-M. **Large-scale common features of sub-tropical precipitation zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part I: characteristics of subtropical frontal zones**. Journal of Meteorological Society of Japan, 1992.

KOLOKOTRONI, M.; GIANNITSARIS, I.; WATKINS, R. **The effect of the London urban heat island on building summer cooling demand and night ventilation strategies**. Solar Energy, pg. 1-10. 2005.

LANDSBERG, H. E. **O Clima das Cidades**. Revista do Departamento de Geografia, Nº 18, 2006, p. 95-111.

LEE, D. O. **An analysis of recent trends in London's heat island**. Weather. 47, 50-56. 1990.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

LOPES, A.; VIEIRA, H. **A utilização de balões cativos para estudo microclimático do bairro Lisboeta de Telheiras**. Finisterra, XXXVII, 74, 2002, pp. 151- 160.

LISBOA, H. M. **Controle da Poluição Atmosférica**. Editora: UFSC, Santa Catarina, 2010.

LOWRY, W. P. **Empirical estimation of urban effects on climate: a problem analysis**. Journal of Applied Meteorology, 16, 1977: 129 – 153.

- LUCAS, T. de P. B. **Chuvas persistentes e ação da Zona de Convergência do Atlântico Sul na Região Metropolitana de Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
- MACHADO, A.J. **Fluxos radiativos da Av. Paulista, São Paulo – SP, discutidos a partir da análise das formas**. Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n.33, v.2, p.21-41, ago./dez.2011.
- MAITELLI, G.T. **Balanco de Energia estimado para cidade de Cuiabá: Uma abordagem de balanço de energia pelo método de Bowen**. FORUM PATRIMÔNIO: amb. constr. e patr. sust. Belo Horizonte, v. 4, n. 1, jan./jun. 2010.
- MARCHIORO, E. **A incidência de Frentes Frias no Município de Vitória (ES)**. Acta Geográfica, v. 7, p. 49-60, 2012.
- MATTIUZZI, H. V.; MARCHIORO, E. **O comportamento dos ventos em Vitória (ES): a gestão e interpretação dos dados climáticos**. Revista GeoNorte, V. 2, 2012, p. 983-993.
- MENDONÇA, F. de A. **O clima e o planejamento urbano de cidade de porte médio e pequeno: proposição metodológica para estudo e aplicação à cidade de Londrina, PR**. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1995. 322p.
- MENDONÇA, F. de A. **O estudo do clima urbano no Brasil – evolução, tendências e alguns desafios**. In: MONTEIRO, C. A. F.; _____. (Org.). *Clima urbano*. São Paulo: Contexto, 2003, p. 175-192.
- MENDONÇA, F., DANNI-OLIVERIA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. Editora Oficina de texto. São Paulo. 2007. 206p.
- MESQUITA, F.L.L. **Monitoramento do balanço de radiação na região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Ciências: área meteorologia). Instituto de Geociências do Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2012. 80p.
- MIRANDA, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.
- MONTEIRO, A.; FERNANDES, A. **A geoestatística – Uma incursão exploratória a considerar no domínio da climatologia urbana**. Cadernos de Geografia, Nº 15, 1996, Coimbra/F.L.U.C., pp. 61-73.
- MONTEIRO C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo, IGEOG/USP, 1976, 181p.
- _____. **Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos do clima urbano do Brasil**. GeoSul. Nº 9, 1990, p.7-140.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano – um projeto e seus caminhos**. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (Org.). *Clima urbano*. São Paulo: Contexto, 2003, p. 9-67.
- MOURA, R. **Arranjos Urbanos Regionais do Brasil: Uma Análise com foco em Curitiba**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009. 242p.

MORRIS, C.J.G.; SIMMONDS, I. **Associations between varying magnitudes of the urban heat island and the synoptic climatology in Melbourne, Australia.** International Journal Of Climatology 20: 1931-1954. 2000.

NASCIMENTO, F. H.; SARAIVA, A. L. B. C.; COELHO, A. L. N.; CORREA, W. S. C. **Espacialização e Análise das Temperaturas e Precipitações Médias Anuais do Estado do Espírito Santo com o uso de Geotecnologias.** Revista GeoNorte, Edição Especial 2. V. 1, 2012, p. 1328 – 1338.

NASCIMENTO, D.T.F. **Emprego de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento na análise multitemporal do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia-GO (1986/2010).** Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Estudos Socioambientais – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

NIMER, E. **Clima da Região Sudeste.** In: Geografia do Brasil. Rio de Janeiro/IBGE, 1971
Climatologia do Brasil. IBGE, Rio de Janeiro: 1979.

OKE, T. R. **Review of urban climatology: 1963-1973.** Thecnical Note, 1974 v.134.

_____. **Boundary Layer Climates.** Londres: Methuem & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1978, 372p.

_____. **Boundary Layer Climates.** Londres: Routledge, 2ed, 1987. 435 p.

_____. **Thermal remote sensing of urban climates. Remote sensing of environment,** New York. 86, n. 3, p. 371–384, 2003.

OLIVEIRA, A.P.; SILVA DIAS, P.L. **Aspectos observacionais da Brisa Marítima em São Paulo.** In: Anais do Congresso Brasileiro de Meteorologia, Campina Grande, 1980.

PEDROSA, E. B. **A espacialização e a sazonalidade da dengue no estado do Espírito Santo: uma contribuição da Geografia Médica.** Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2007.

PINHEIRO, C. A. K. **Contribuição Geográfica ao Estudo das Unidades de Conservação Sob o Enfoque Sistêmico: O Caso do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha (ES).** Dissertação (Mestrado em Geografia) Departamento de Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

POTCHTER, O. **Climatic Aspects in the Building of Ancient Urban Settlements in Israel.** Energy and Buildings, 15 - 16 (1990/91) 93 – 104.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA – PMV. **Lei Nº 6.077 “Lei de Bairros de Vitória”.** Disponível em: http://sistemas.vitoria.es.gov.br/webleis/Arquivos/2_003/L6077.PDF. Acesso em 06 de maio de 2013.

_____. **Base cartográfica de Vitória.** Disponível em: <http://geoweb.vitoria.es.gov.br/>. Acessado em 06/05/2013

QUADRO, L. F. M. **Estudo de Episódios de ZCAS sobre a América do Sul,** Dissertação de Mestrado, INPE, São José dos Campos, 1-90, 1993.

RAMOS, J.G.L. **Efeito da Inércia Térmica em Edifício de Escritórios: Estudo de Caso em Belo Horizonte (MG).** Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010. 161p.

REIBOTA, M. S.; GAN, M.A.; ROCHA, R.P.; AMBRIZZI, T. **Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica.** Revista Brasileira de Meteorologia. vol.25 n.2 São Paulo, 2010, p. 185 -204.

SANTOS, M.: **O território e o saber local: algumas categorias de análise.** Cadernos IPPUR. Rio de Janeiro: IPPUR, ano XIII, n. 2, 1999, p.7-12.

SANT'ANNA NETO, J. L. (Org.) **Os climas das cidades brasileiras.** Presidente Prudente, 2002, 227p.

SANT'ANNA NETO, J. L. **História da climatologia no Brasil – gênese e paradigmas do clima como fenômeno geográfico.** Cadernos Geográficos, Florianópolis, n. 7, maio 2004. 124 p.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Decálogo da climatologia do sudeste brasileiro.** In: Revista Brasileira de Climatologia, V.1, Nº1. Dezembro de 2005.

SANT'ANNA NETO, J.L.; AMORIM, M.C.C.T. O. **Clima e segregação sócio espacial em cidades tropicais de porte médio.** In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 12. 2009.Montevideo. Disponível em: http://egal2009.easyplanners.info/area07/7376_undefined_undefined.pdf. Acesso em: 01 de agosto de 2013.

SARAIVA, A. L. B. C.; CORREA, W. S. C.; NASCIMENTO, F. H.; AZEVEDO, T. S. **Qualidade do Ar no Município de Vitória entre 2000 e 2009.** Revista GeoNorte, Edição Especial 2. V. 1, 2012, p. 573 – 585.

SILVA, G.M. **A Zona de Convergência do Atlântico Sul e precipitação pluvial no município de Vila Velha (ES): Repercussões Sobre as Inundações.** Monografia (Bacharelado em Geografia). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

SILVA DIAS, P. L., ETCHICHURY, P., SCOBAR, J., PEREIRA FILHO, A. J., SATYAMURTI, P., SILVA DIAS, M. A. F., GRAMMELSABACHER, I. **As chuvas de março de 1991 na região de São Paulo.** IN: Climanálise, V.6, 5,44-59. 1991.

SIMÕES, A. S.; CORREA, W. S. C; MARCHIORIO, E. **Uso do modelo WRF para a simulação da direção e velocidade do vento incidente na região da Grande Vitória (ES).** In: Anais do Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Guarapari, 2012.

SOJA, E. **Posmetrópolis. Estudios Críticos sobre las ciudades y las regiones, Los Angeles.** Blackwell Publishing 2º ed., 2008 [2000].

SETTE, D. M. **O clima urbano de Rondonópolis-MT.** Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996. 137p.

STEWART, I.D. **Influence of meteorological conditions on the intensity and form of the urban heat island in Regina.** The Canadian Geographer. v. 44, n. 3, p. 271-285. 2000.

STEWART, I.D.; OKE, T. R. **Classifying urban climate field sites by “local climate zones”:The case of Nagano, Japan.** In: The seventh International Conference on Urban Climate, 29 June - 3 July 2009, Yokohama, Japan. Disponível em: http://www.ide.titech.ac.jp/~icuc7/extended_abstracts/pdf/385055-1-090515165722-002.pdf. Acesso em 10/01/2013.

- TARIFA, J. R. **Análise comparativa da temperatura e umidade na área urbana e rural de São José dos Campos (SP) Brasil.** *GEOGRAFIA*, Rio Claro, vol. 2, n. 4, p. 59-80, 1977.
- TORRES, F.T.P.; MACHADO, P.J.O. **Introdução à climatologia.** São Paulo (SP): Editora Cengage. São Paulo. 2011.
- VALE, C. C. **Séries geomórficas costeiras do Estado do Espírito Santo e os habitats para o desenvolvimento dos manguezais: uma visão sistêmica.** Tese (Doutorado em Geografia Física) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- VAREJAO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia.** Recife, 2005.
- VARELLA, C.A.A.; JUNIOR, D.G.S. **Estudo do interpolador IDW do Arcview para utilização em Agricultura de Precisão.** Notas de Aula: Princípio em Agricultura de Precisão. Departamento de Engenharia – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Seropédica, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT190_principios_em_agricultura_de_precisao/Aulas/Estudo%20do%20interpolador%20idw%20arcview.htm. Acessado em Janeiro de 2014.
- VIANA, S. S. M. **Caracterização do Clima Urbano em Teodoro Sampaio/ SP.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2006. 190 f.
- VIANA, S.S.M.; AMORIM, M.C.C.T. **Caracterização do clima urbano em Teodoro Sampaio/SP: Uma introdução.** *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, **20** (2): 19-42, DEZ. 2008.
- VOOGT, J. A.; OKE, T. R. **Compete urban surface temperatures.** *Journal of applied meteorology*, New York, v.36, n.9, p. 1117-1132, 1997.
- WENG, Q. **Remote sensing and GIS integration: theories, methods, and applications,** New York: McGraw-Hill, 2010.
- World Meteorological Organization. **Climate and Urban Development.** Geneva, n.844, 1996.
- XAVIER, T. B. S., XAVIER, A. F. S., SILVA DIAS, M. A. F. **Evolução da precipitação diária num ambiente urbano: o caso da cidade de São Paulo,** *Rev. Bras. Meteorologia*, V. 12, p. 347-349. 1994.
- YAMASHITA, S. **Detailed structure of heat island phenomena from moving observations from electric tram-cars in metropolitan Tokyo.** *Atmospheric Environment*, V. 30, n. 3, p. 429-435, 1996.
- YOSHINO, M.M. **Development of urban Climatology and problems today.** *Energy and Building*, 15-16, (1990-1991). p.1-10.
- ZAVATTINI, J.A. **Estudos do Clima no Brasil.** Ed. Alínea, Campinas, SP, 2004, 398p.

ANEXOS

ANEXO 1

Dados de Temperatura e Umidade Relativa do ar

Dados de Temperatura do ar: (19/02/2013 a 21/02/2013 E 27/06/2013 a 28/06/2013)																														
Data	Hora (BR)	Temperatura do Ar (°C)																												
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29
19/02/2013	09:00	29,5	28,9	31,6	32,1	33,1	32,9	29,9	32,1	33,9	31,7	31,9	30,9	29,3	30,2	31,6	30,7	31,5	28,7	29,6	27,8	30,6	31,1	33	28,3	29,5	31,1	30,4	33	30,2
	15:00	30,6	33,4	33,8	32,6	32,2	31	30,4	30,6	30,9	30,5	31	31,3	30,1	32,7	31,5	30,5	30,5	31,1	31,1	34,2	33,9	33,5	33,4	30,4	33,7	32,2	31,7	31,4	31,7
	20:00	28,6	28,9	29,1	28,9	29,1	28,8	28,4	29,1	29,2	28,8	29,6	28,9	26,9	28,4	28,6	28,4	28,8	28,9	26,0	27,0	27,2	27,4	27,9	28,2	28,8	28,0	28,6	29,4	28,1
20/02/2013	09:00	28,8	29,5	28,6	30,2	31,3	31,1	31,9	31,7	30,2	30,5	29,9	29,9	30,1	30,5	30,8	30,8	29,8	29,9	28,9	29,7	29,5	30,1	31,1	30,9	31,7	31,5	32	29,9	30,3
	15:00	32,4	31,9	32,7	31,2	31,7	30,5	30,6	29,4	29,8	30	30,5	29,9	30,1	31,2	30,7	30,9	30,8	30,8	30,6	31,2	33,4	32,4	32,9	33,6	33,3	32,9	32,1	31,9	30,6
	20:00	26,8	27,7	28,3	28,5	28,7	28,7	27	28,8	29,6	30	30,1	29,7	26,1	28,7	29,7	29,5	30	29,9	28	28,2	28,3	28,5	28,7	28,2	28,7	28,9	29,4	29,4	29,5
21/02/2013	09:00	28,2	28,7	29	29,3	28,7	28,8	30,2	30,2	30,7	30,1	28,7	29,9	27,3	27,5	29,1	30,6	29	29,4	30,6	31	30,6	30,3	29,5	30,4	33,3	31,5	31,2	30,3	30
	15:00	30,6	33,3	33,6	32,7	32,2	30,8	30,4	30,5	30,7	30,6	31	31,1	30,1	32,6	31,3	30,6	30,5	30,9	31,1	34,1	33,7	33,6	33,4	30,4	33,6	32	31,8	31,4	31,5
	20:00	27,5	27,9	28	28,1	28,4	28,2	28,8	29,1	29,6	29,5	29,7	29,4	27,7	28,7	28,7	29,2	29,6	29,8	27,5	28	28,3	28,5	28,7	27,6	28,1	28	28	28,5	28,4
28/06/2013	09:00	27,6	28,2	29,4	30,2	28,3	29,7	28,7	28,3	27,3	26,5	26,7	29,7	24,2	27	27,8	29,1	27,6	28	27,6	27	27,3	26,5	26,1	28,9	28,6	29,5	28,5	27,3	29
	15:00	31	32,5	30,6	28,9	28,9	28,2	30,3	30,7	31	29,6	29	28,4	30,3	31,7	31,5	31,2	29,8	29,9	28,5	29,6	31,3	31,4	32,3	30,4	31,8	32	33	31,5	31,2
	20:00	24,6	24,8	25,3	24,9	26,1	26,7	25,0	25,4	25,2	25,6	26,1	25,9	23,3	24,4	25,0	25,4	25,3	26,0	25,2	25,1	25,2	25,4	25,6	24,5	24,9	24,9	25,3	25,9	25,2
	09:00	26,6	27,6	26,2	27,1	26,3	26,7	26	25,3	25,3	24,6	24,7	24,4	26,6	28,0	27,1	25,9	25,7	25,9	27,9	27,8	27,3	26	25,9	27,8	28,3	27,4	27	26,9	25,1
	15:00	28,8	29,3	27,3	27,8	28,3	28,2	27,6	28,1	28,3	29,2	29	28,4	28,1	28,7	28,4	27,9	27,5	28,2	28	31,7	27,9	27,8	27	27,8	29,1	27,8	28,2	28,1	27,1
	20:00	24,7	24,9	24,5	24,9	26	26	25,2	24,4	24,9	26,2	26,5	26,2	25	25,9	25,6	25,7	25,7	25,8	24,2	24,1	24,7	24,9	24,8	25,3	25,3	25,3	25,6	25,7	25,7
Média		28,4	29,2	29,2	29,2	29,3	29,1	28,7	28,9	29,1	28,9	29,0	28,9	27,7	29,1	29,2	29,1	28,8	28,9	28,3	29,1	29,3	29,2	29,4	28,8	29,9	29,5	29,5	29,4	28,9
Erro Padrão		0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	2,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,7	0,8	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
Mediana		28,6	28,9	29,0	28,9	28,7	28,8	28,8	29,1	29,6	29,6	29,6	29,7	27,7	28,7	29,1	29,5	29,6	29,4	28,0	28,2	28,3	28,5	28,7	28,3	29,1	29,5	29,4	29,4	29,5
Modo		30,6	28,9	#N/D	24,9	28,3	28,8	30,4	29,1	29,6	30,5	29,0	29,9	30,1	28,7	31,5	30,6	29,8	29,9	31,1	27,8	28,3	28,5	28,7	30,4	33,3	28,0	#N/D	29,4	#N/D
Desvio Padrão		2,2	2,7	2,8	2,4	2,3	1,9	2,1	2,3	2,5	2,1	2,1	2,0	2,3	2,4	2,1	2,0	2,0	1,8	2,1	2,9	2,9	2,9	3,1	2,3	2,9	2,6	2,4	2,3	2,2
Variância		5,0	7,0	8,1	6,0	5,3	3,7	4,5	5,4	6,3	4,5	4,3	4,0	5,4	5,8	4,6	4,1	4,0	3,2	4,4	8,7	8,5	8,2	9,7	5,2	8,2	6,6	6,0	5,1	5,0
Curtose		-0,3	-0,4	-0,7	-0,4	-1,0	-0,4	-0,8	-0,2	-0,1	-0,3	-0,3	0,6	-0,9	-0,5	-0,6	-0,6	-0,8	-0,6	-0,4	-0,4	-0,9	-1,2	-1,6	0,6	-0,9	-1,0	-1,0	-1,0	-0,9
Assimetria		-0,2	0,3	0,2	0,3	0,8	0,4	-0,2	-0,2	-0,6	-1,0	-0,9	-1,1	0,0	0,5	0,1	-0,6	-1,2	-0,9	0,5	0,9	1,0	0,7	0,6	0,7	0,9	0,0	0,1	0,0	-0,8
Máximo		32,4	33,4	33,8	32,7	33,1	32,9	31,9	32,1	33,9	31,7	31,9	31,3	30,3	32,7	31,6	31,2	31,5	31,1	31,1	34,2	33,9	33,6	33,4	33,6	33,7	32,9	33,0	33,0	31,7
Mínimo		24,6	24,8	24,5	24,9	26,0	26,0	25,0	24,4	24,9	24,6	24,7	24,4	23,3	24,4	25,0	25,4	25,3	25,8	24,2	24,1	24,7	24,9	24,8	24,5	24,9	24,9	25,3	25,7	25,1
Amplitude		7,8	8,6	9,3	7,8	7,1	6,9	6,9	7,7	9,0	7,1	7,2	6,9	7,0	8,3	6,6	5,8	6,2	5,3	6,9	10,1	9,2	8,7	8,6	9,1	8,8	8,0	7,7	7,3	6,6
Contagem		15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0

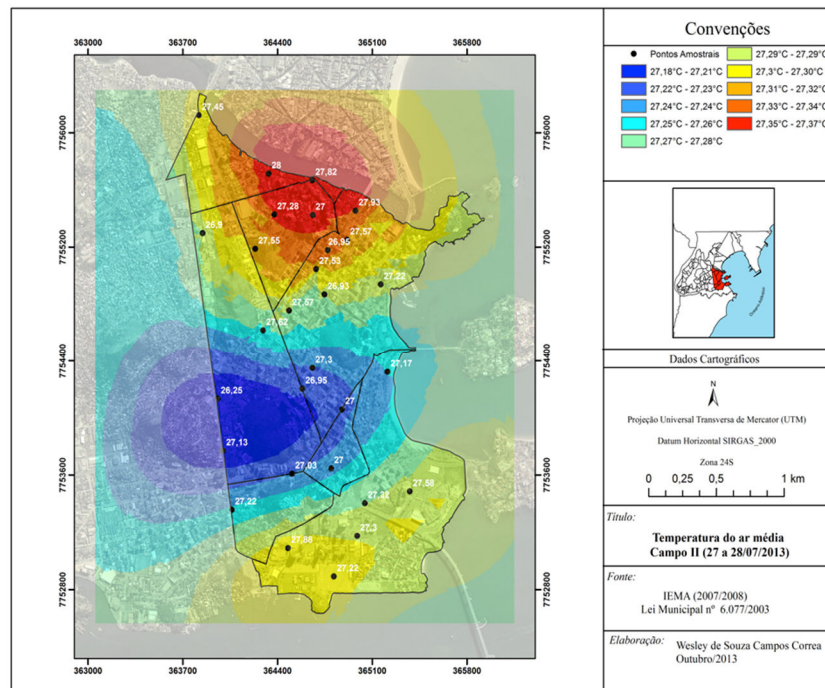
Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no Município de Vitória (ES)

Dados de Umidade Relativa do ar: (19/02/2013 a 21/02/2013 E 27/06/2013 a 28/06/2013)																														
Data	Hora (BR)	Umidade Relativa do Ar (°C)																												
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29
19/02/2013	09:00	64,4	66,4	61,4	58,1	55,1	59,8	61,1	58,1	52,9	60,0	59,0	70,5	67,6	66,4	61,2	69,2	57,7	74,6	65,4	67,7	63,2	65,4	55,9	68,6	85,3	62,3	67,3	78,7	69,4
	15:00	56,2	56,2	59,4	57,8	56,4	63,5	65,9	63,1	66,4	63,8	57,1	62,7	60,6	57,6	60,5	61,3	60,0	62,6	68,2	63,0	60,4	60,0	58,9	63,2	59,1	62,9	59,6	57,2	58,0
	20:00	70,0	70,8	72,0	73,1	75,7	78,3	71,1	70,2	71,7	73,4	73,5	77,9	78,7	73,5	74,7	76,2	76,7	79,0	79,7	76,5	77,5	77,9	78,4	73,3	71,9	76,7	76,3	74,2	82,5
20/02/2013	09:00	68,2	65,9	74,3	69,2	63,5	57,5	56,1	59,8	68,9	66,6	67,2	63,3	62,3	62,0	68,6	67,9	68,0	69,2	64,5	61,9	67,6	65,9	62,4	60,5	59,9	64,3	63,6	66,2	65,9
	15:00	54,3	58,9	56,3	62,7	63,4	60,7	50,7	71,2	62,9	58,4	63,7	57,4	59,7	62,4	60,9	61,0	63,8	59,7	56,8	59,5	49,9	53,8	56,0	51,0	48,7	52,7	56,7	58,2	61,2
	20:00	75,2	77,5	76,9	77,3	79,0	80,4	75,2	73,1	72,7	73,9	73,8	76,2	79,7	74,9	73,2	74,2	74,5	76,3	70,1	73,3	74,8	77,0	78,3	71,1	73,6	74,9	75,9	76,9	78,0
21/02/2013	09:00	68,9	69,6	66,1	65,9	74,0	74,9	62,7	63,4	65,0	65,7	76,9	79,9	70,2	72,4	70,7	65,7	75,7	78,8	65,5	62,5	66,9	67,8	73,8	64,5	67,0	62,1	63,3	70,4	74,3
	15:00	61,5	52,8	50,8	52,9	57,5	57,7	60,2	59,5	57,7	58,4	59,6	58,9	62,2	54,3	56,1	57,7	60,2	57,5	59,1	50,6	48,3	49,2	53,7	57,8	49,2	51,3	54,3	56,4	52,4
	20:00	68,8	70,5	70,8	70,4	73,0	75,0	50,0	51,0	51,0	50,0	52,0	52,0	62,2	56,3	59,1	59,7	61,2	61,5	71,2	72,8	76,0	70,8	73,7	69,5	70,2	69,8	69,4	70,4	71,7
28/06/2013	09:00	62,9	61,1	56,8	51,7	55,3	52,9	57,2	58,7	61,1	64,1	64,2	56,7	74,0	63,9	59,0	54,3	55,5	56,0	64,6	64,8	61,4	61,9	63,1	60,1	58,7	58,2	56,0	57,7	54,9
	15:00	54,3	56,9	64,3	69,9	70,8	73,6	53,3	56,5	60,3	64,9	67,3	69,5	54,4	51,2	51,3	58,1	63,8	65,0	60,0	57,0	55,0	90,0	52,0	55,1	50,3	51,5	47,8	52,2	62,7
	20:00	82,2	82,2	81,0	81,0	76,4	73,7	79,6	79,7	80,1	78,7	74,6	74,4	86,2	82,5	80,2	78,9	78,7	75,1	81,1	82,7	82,0	78,5	79,2	81,8	80,8	84,1	79,2	76,6	79,3
	09:00	71,6	65,9	71,2	64,2	66,3	62,1	70,3	75,3	71,7	73,1	72,4	74,8	69,8	64,7	66,7	67,9	67,0	64,5	66,3	66,0	63,5	65,5	68,2	74,5	66,3	65,0	66,1	64,8	61,6
	15:00	65,5	64,8	70,8	69,9	69,4	70,0	65,9	65,1	65,1	62,6	60,8	62,3	65,1	66,4	67,1	68,8	70,6	68,6	64,5	63,4	63,3	69,0	73,9	67,1	66,1	67,8	70,2	70,2	74,3
	20:00	84,7	83,6	85,0	83,9	81,1	82,3	86,0	86,8	82,4	82,3	83,2	83,5	79,0	79,1	80,2	80,8	81,9	82,3	82,0	82,7	82,0	81,8	82,2	79,7	79,8	80,2	81,9	87,6	80,9
Média		67,2	66,9	67,8	67,2	67,8	68,2	64,4	66,1	66,0	66,4	67,0	68,0	68,8	65,8	66,0	66,8	67,7	68,7	67,9	67,0	66,1	69,0	67,3	66,5	65,8	65,6	65,8	67,8	68,5
Erro Padrão		2,3	2,4	2,5	2,5	2,3	2,4	2,7	10,7	1,0	0,9	0,9	1,1	2,3	2,4	2,2	2,1	2,1	2,2	2,0	2,4	2,8	2,8	2,7	2,3	3,0	2,6	2,6	2,6	2,5
Mediana		68,2	65,9	70,8	69,2	69,4	70,0	62,7	63,4	65,1	64,9	67,2	69,5	67,6	64,7	66,7	67,9	67,0	68,6	65,5	64,8	63,5	67,8	68,2	67,1	66,3	64,3	66,1	70,2	69,4
Modo		54,3	65,9	70,8	69,9	#N/D	#N/D	65,9	#N/D	71,7	58,4	#N/D	#N/D	62,2	66,4	80,2	67,9	63,8	#N/D	64,5	82,7	82,0	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	70,4	74,3
Desvio Padrão		9,0	9,2	9,7	9,6	8,9	9,4	10,6	9,7	8,9	8,5	8,6	9,7	9,1	9,2	8,7	8,1	8,3	8,5	7,7	9,1	10,7	10,8	10,4	8,8	11,5	10,2	9,9	10,1	9,7
Variância		81,7	84,2	93,7	91,6	79,2	89,2	112,1	95,0	80,0	73,0	73,9	93,2	82,5	84,0	75,1	66,3	68,6	72,5	60,0	83,1	113,7	116,6	108,9	77,9	132,8	103,2	97,9	101,6	95,0
Curtose		-0,2	-0,5	-0,6	-0,6	-1,4	-1,4	-0,4	-0,1	-0,3	-0,1	-0,6	-1,2	-0,7	-0,7	-0,8	-1,0	-1,2	-1,4	-0,3	-0,3	-0,8	-0,1	-1,6	-0,6	-0,9	-0,7	-0,8	-0,7	-1,3
Assimetria		-0,3	0,3	-0,9	-0,6	-0,5	-0,6	0,5	0,8	0,3	0,5	-0,1	-0,5	0,4	0,4	-0,3	-0,4	0,2	0,0	0,9	0,7	0,7	0,3	-0,3	-0,2	-0,1	0,4	-0,1	-0,7	-0,3
Máximo		84,7	83,6	85,0	83,9	81,1	82,3	86,0	86,8	82,4	82,3	83,2	83,5	86,2	82,5	80,2	80,8	81,9	82,3	82,0	82,7	82,0	90,0	82,2	81,8	85,3	84,1	81,9	87,6	82,5
Mínimo		54,3	52,8	50,8	51,7	55,1	52,9	50,0	51,0	51,0	50,0	52,0	52,0	54,4	51,2	51,3	54,3	55,5	56,0	56,8	50,6	48,3	49,2	52,0	51,0	48,7	51,3	47,8	52,2	52,4
Amplitude		30,4	30,8	34,2	32,2	26,0	29,4	36,0	35,8	31,4	32,3	31,2	31,5	31,8	31,3	28,9	26,5	26,4	26,3	25,2	32,1	33,7	40,8	30,2	30,8	36,6	32,8	34,1	35,4	30,1
Contagem		15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0

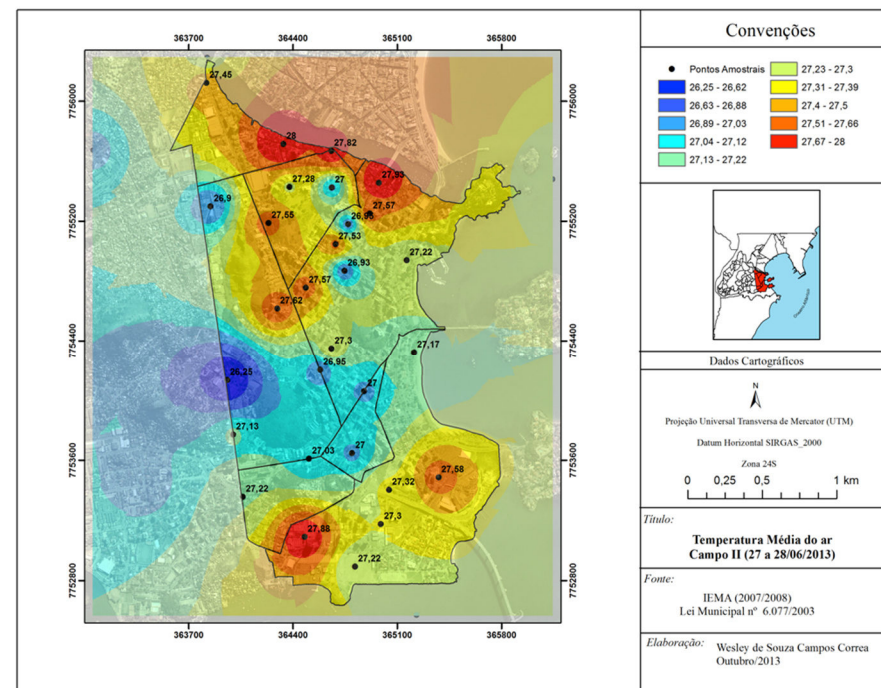
Anexo 2

Interpolação

KRIGAGEM



IDW



Anexo 3

