

O campo térmico do distrito de Carapina - Serra/ES: Análise de verão em uma cidade litorânea

The thermal field of Carapina district - Serra / ES: Summer analysis in a coastal city

Wemerson Diascanio Oliveira

Universidade Federal do Espírito Santo - Programa de Pós-Graduação em Geografia
wemersonoliveira.geo@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7463-428X>

Edson Soares Fialho

Universidade Federal do Espírito Santo - Programa de Pós-Graduação em Geografia
fialho@ufv.br
<https://orcid.org/0000-0002-1162-632X>

Artigo submetido a 15-02-2020 e aprovado a 02-06-2020

Resumo

As cidades possuem a capacidade de gerar o seu clima próprio, decorrente das transformações de sua superfície em consonância com seus atributos geoecológicos. Nesse contexto, o trabalho objetiva analisar se o processo de urbanização, associado às mudanças nos padrões de uso e ocupação da terra foram capazes de alterar as condições térmicas no distrito de Carapina - Serra/ES, ao ponto de caracterizar no mesmo a existência de uma ilha de calor atmosférica. Para isso, utilizou-se *transects* fixos e móveis realizados no verão, sob atuação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). Os resultados mostram que as áreas mais aquecidas ficaram bem definidas nos períodos matutinos e vespertinos. Na análise noturna, o campo termal apresentou comportamento homogêneo. A maior amplitude térmica foi observada às 16h00. De maneira geral, os pontos localizados na porção litorânea apresentaram temperaturas mais amenas em relação ao interior. O diagnóstico confirmou que as mudanças de uso e cobertura da terra, associadas às características do relevo local, bem como à dinâmica de brisas marítimas e terrestres, influenciam diretamente no comportamento térmico do ar atmosférico.

Palavras-Chave: clima urbano, ilha de calor, brisas marítimas e terrestres.

Abstract

The Cities have the capacity to generate their own climate, the result from the transformations of their surface in line with their geoecological attributes. In this way, the main aim this work it's is analyzed the whether the urbanization process, associated with changes in land use and occupation patterns was able to change thermal conditions in the district of Carapina - Serra/ES. Thus, to understand, characterizing and showed how these conditions contribute in existence of an atmospheric heat island. For this purpose, fixed and mobile transects carried out in the summer were used, under the action of the South Atlantic Subtropical Anticyclone (ASAS). The results show that the most heated areas were well defined in the morning and evening periods. In the night analysis, the thermal field showed homogeneous behavior. The greatest thermal amplitude was observed at 16h00. In general, the points located in the coastal area showed milder temperatures in relation to the interior. The diagnosis confirmed that changes in land use and coverage, associated with the characteristics of the local relief, as well as the dynamics of sea and land breezes, directly influence the thermal behavior of atmospheric air.

Keywords: urban climate, heat island, maritime and land breezes.

1. Introdução

Segundo o relatório *World Urbanization Prospects* (ONU, 2018), o número de pessoas vivendo no meio urbano saltou de 751 milhões em 1950, para 4,2

bilhões em 2011. A expectativa é que até 2050 68.0% da população mundial residam em cidades. Associado a isso, os centros urbanos são os locais de maior concentração comercial e industrial e, apesar de ocuparem apenas cerca de 2.0% da superfície terres-

tre, são responsáveis pela geração de mais de 70.0% do dióxido de carbono na atmosfera (ONU, 2012).

O crescimento das cidades gerou uma série de desafios, tanto de ordem socioeconômica, quanto ambiental. Os impactos das modificações do uso e cobertura da terra na saúde humana já são vastamente conhecidos (Silva, Ribeiro, & Santana, 2014). De acordo com Tarifa e Azevedo (2001), o aumento da temperatura do ar, nas áreas urbanas pode acarretar desconforto térmico, irritabilidade, desidratação, desmaios, exaustão e até a morte.

Segundo Roux (2014), com o passar dos anos estes problemas tendem a aumentar, impactando o conforto térmico e aumento da vulnerabilidade da população frente às altas temperaturas. As cidades, geradoras de seu clima próprio decorrentes das transformações de sua superfície e seus atributos geoecológicos, são muitas vezes entendidas como dispersora das mazelas ambientais. No entanto, o relatório da Rio + 20 “Fatos sobre a Cidade”, aponta que as cidades são as chaves para as soluções de inúmeros desafios mundiais.

Para que a cidade possa ser ocupada e planejada de maneira que privilegie as questões ambientais, é preciso que se tenha *a priori* conhecimento acerca do comportamento de alguns dos elementos que caracterizam a condição da atmosfera urbana, dentre eles a temperatura (Fialho, 2002; Landsberg, 2006) e a umidade atmosférica (Oliveira, 2019). Estes elementos climáticos são importantes, uma vez que podem interferir na qualidade de vida das pessoas.

Neste sentido, a grande importância socioeconômica do distrito de Carapina para o município de Serra, no Espírito Santo, assim como para toda a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) e seu alto grau de industrialização e urbanização, experimentado especialmente após a década de 1980, produziram mudanças nos padrões de uso e ocupação da terra. Tal fato, por sua vez já é capaz de alterar as condições térmicas da área urbanizada do distrito de Carapina - Serra/ES, ao ponto de caracterizar a existência do campo térmico com a presença de ilha de calor em situação sazonal de verão.

2. Área de estudo

O município de Serra integra a RMGV, está localizado na porção litorânea do estado do Espírito Santo, entre as coordenadas 20° 08' 45" e 20° 15'

38" sul e 40° 10' 57" e 40° 22' 10" oeste. Possui área territorial de 554,2 km², sendo 223,7 km² de área efetivamente urbanizada e 28 km de litoral. Limita-se ao norte e ao sul, respectivamente, com os municípios metropolitanos de Fundão, Vitória e Cariacica. A oeste faz divisa com o município de Santa Leopoldina e a leste com o Oceano Atlântico.

De acordo com o novo Plano Diretor Municipal da Serra (Lei 3820 de 24/01/2012), a organização do espaço territorial do município é dividida em 5 distritos administrativos e 127 bairros (Figura 1). A área de estudo, distrito de Carapina, localiza-se na porção sul do município de Serra, fazendo divisa com Vitória. Possui 152 km², sendo 46.0% de área urbanizada. É estruturado em 72 bairros e concentra o maior contingente populacional do município 251.967, sendo 99.99% vivendo na área urbana. Este distrito se apresenta como o núcleo do município, exercendo intensa centralidade de serviços, comércio e indústrias.

Na primeira metade do século XX, o atual distrito de Carapina era formado por grandes fazendas e um pequeno núcleo urbano, tendo a agricultura e a pecuária como atividades econômicas principais. As áreas mais urbanizadas do distrito estavam localizadas no litoral (Fioretti, 2014).

A partir da década de 1971 o município de Serra apresentou grande incremento populacional. Segundo dados do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010), entre os anos de 1970 e 2010 a população serrana passou de 17.286 habitantes para 417.893 habitantes, apresentando um crescimento superior a 2.417%.

Na porção urbana o crescimento populacional também foi intenso, no intervalo de apenas 40 anos a população cresceu 5.200% (Figura 2). Em 1970, do total de habitantes do município, apenas 7.967 (46.1%) residiam na cidade, enquanto no ano de 2010, dos 417.893 moradores de Serra, 415,076 ocupavam a área urbana, fazendo com que o município apresentasse uma taxa de urbanização de 99.8%.

O processo de urbanização de Serra se deu a partir dos vetores de expansão associados aos novos projetos industriais e aos grandes eixos viários (BR-101 e ES-010). Neste sentido, a malha urbana municipal e a distribuição demográfica são altamente desequilibradas. A porção oriental de seu território, especialmente o litoral, sudeste e centro, compreendendo os distritos de Serra Sede, Carapina e Nova Almeida possuem maior concentração populacional e urbana.

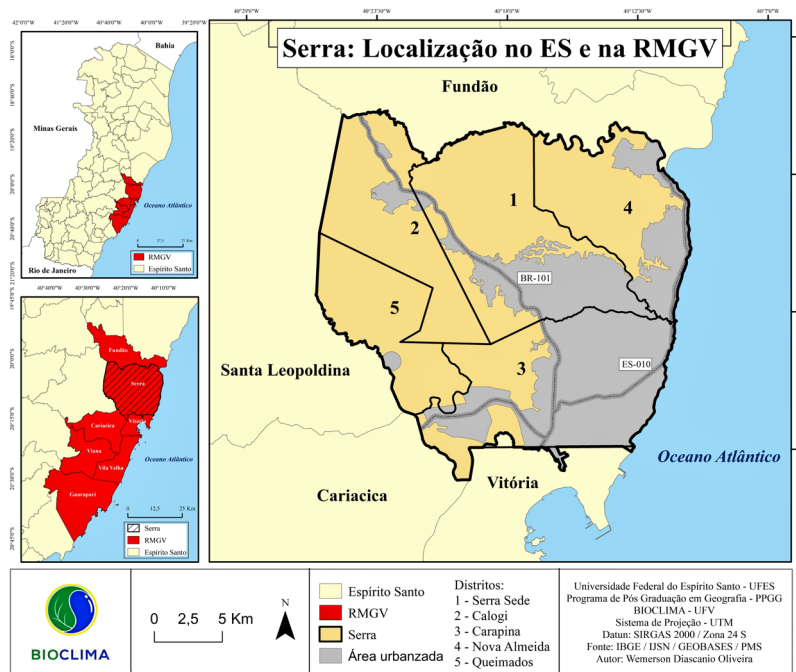


Figura 1
Localização do município de Serra e divisão distrital.
Organização: Wemerson Diascanio Oliveira, 2020.

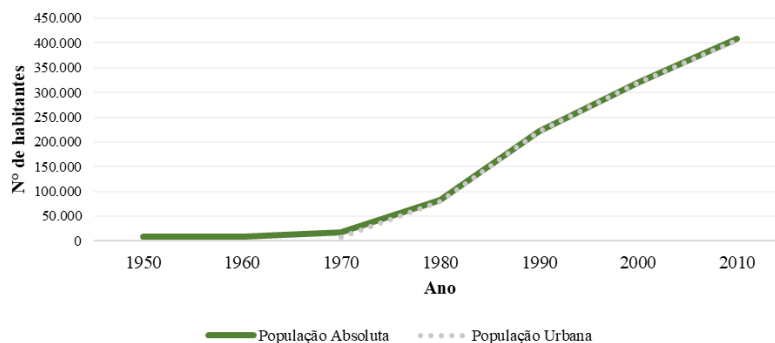


Figura 2
Crescimento populacional no município de Serra-ES (1950 - 2017).
Fonte: IBGE (2010). Organização: Wemerson Diascanio Oliveira, 2020.

Enquanto a leste, nos distritos de Queimados e Calogi, pouco se observa de área urbanizada e concentração populacional.

O distrito de Carapina concentra o maior contingente populacional do município, 60.3%. Nas últimas duas décadas do século XXI, o setor imobiliário tem atuado de maneira dinâmica, tornando o município uma das principais áreas de expansão imobiliária da RMGV. No distrito em particular, observa-se a implantação de condomínios multifamiliares horizontais e um intenso processo de verticalização. Estas novas formas de ordenamento territorial urbano convivem

lado a lado com loteamentos populares (legais e ilegais), ocupações (invasões) e conjuntos habitacionais (Campos Junior & Gonçalves, 2009).

O município, por apresentar uma expansão das atividades econômicas de Vitória e do Porto de Tubarão, foi o local de difusão da malha urbana da capital capixaba. Associado a isso, a Rodovia BR-101 favoreceu a expansão urbana da porção norte da RMGV e concentrou a ocupação às suas margens. Estes fatores repercutiram na maneira pela qual se ordenou o uso e cobertura da terra no distrito (Figura 4).

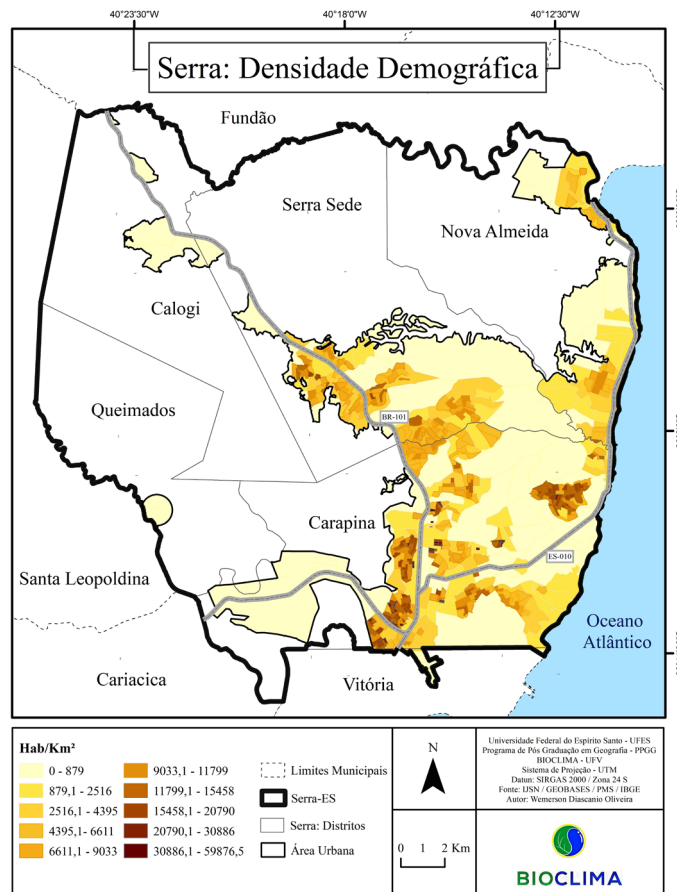


Figura 3
Densidade demográfica da área urbana do município de Serra- ES, 2010.
Fonte: IBGE (2010). Organização: Wemerson Diascanio Oliveira, 2020.

Ao longo das principais vias de acesso à praia no sentido leste-oeste, e da rodovia BR-101, no sentido norte-sul estão, respectivamente, às atividades comerciais e industriais, com muitas fábricas e galpões. A faixa residencial envolve as áreas industriais, que se localizam também próximo às áreas de cobertura vegetal.

O distrito se destaca na dinâmica urbana e populacional do município, concentrando a maior quantidade de indústrias, possui o maior contingente populacional e densidade demográfica em sua porção urbanizada. Os usos e cobertura da terra são variados, indo desde áreas com grandes concentrações industriais e logísticas, passando por áreas residências e possuindo ainda vazios urbanos propícios à expansão urbana (Figura 4).

Do ponto de vista geomorfológico, o município de Serra está inserido em dois grandes domínios morfoestruturais do Espírito Santo, sendo o Domínio

Depósito Sedimentares o principal. A maior parte do município, assim como toda sua área urbana, se encontra na faixa de 0m a 100m de altitude. A porção urbanizada do distrito de Carapina está assentada em uma área de relevo baixo, atingindo no máximo 50m de altitude.

No município de Serra a temperatura média é de 24,5°C, com mínimas de 21,6°C e máximas de 27,7°C. Os meses de janeiro, fevereiro e março apresentam-se como os mais quentes, enquanto as temperaturas mais amenas foram registradas nos meses de junho, julho e agosto (Bernardes, 1951). O vento predominante foi de nordeste, proveniente do oceano Atlântico. No inverno, com a atuação da Massa Polar Atlântica (mPa), observa-se predominância de ventos de sudoeste.

O município de Serra, por estar situado em uma região litorânea, sofre os efeitos das brisas marítimas e terrestres. Como o continente e o oceano

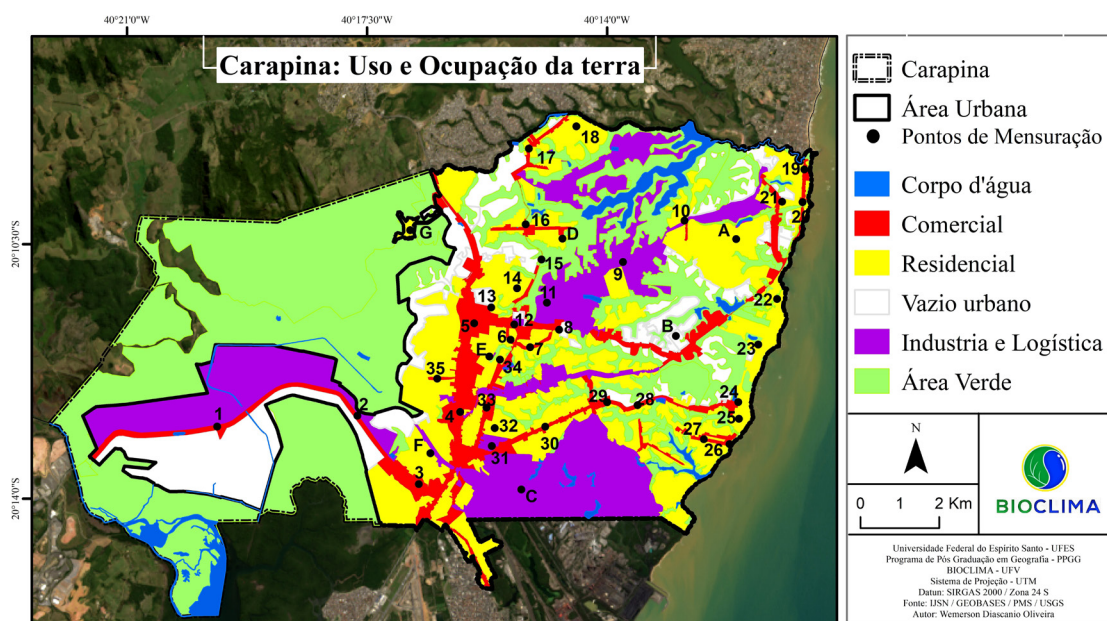


Figura 4

Usos e ocupação da terra no distrito de Carapina - Serra - ES.

Fonte: Prefeitura Municipal de Serra (2014). Organização: Wemerson Diascanio Oliveira, 2020.

possuem capacidades térmicas distintas, durante o dia, o continente apresenta maior aquecimento que a superfície oceânica, fazendo com que as brisas soprem em direção ao continente, este fenômeno é chamado de brisa marítima. Já no período noturno ocorre o inverso. O ar da camada adjacente ao continente se resfria de mais rápida do que o oceano. Assim, os ventos do continente rumam em direção ao oceano formando a brisa terrestre (Oliveira & Silva Dias, 1982).

3. Materiais e métodos

Os procedimentos e técnicas utilizados neste estudo se pautaram nas pesquisas desenvolvidas no âmbito do Laboratório de Biogeografia e Climatologia da Universidade Federal de Viçosa (BIOCLIMA). De acordo com as proposições de Fialho (2009, 2010, 2012 e 2019), Rocha e Fialho (2010), Ferreira (2015), Fialho, Quina, Alves, e Miranda (2015) Fialho e Quina (2016), Fialho, Celestino, e Quina (2016), e Allocca e Fialho (2019), para a realização do estudo do campo térmico do distrito de Carapina foi utilizada como técnica de coleta de dados os pontos fixos e os *transects* móveis. As informações acerca das principais características geourbanas e geológicas do

distrito de Carapina subsidiaram a escolha de 6 locais para instalação de miniabrigos meteorológicos fixos e a seleção de 35 pontos de coletas móveis ao longo de 2 *transects*. Além destes, utilizou-se nesta pesquisa dados meteorológicos da estação oficial da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar (rede RANQAr), totalizando assim 42 pontos de coleta (Figura 5).

O distrito de Carapina foi dividido em 5 setores, sendo eles: Setor Litoral Nordeste, Setor Litoral Leste, Setor Interior Norte, Setor Interior Centro e Setor Interior Sul. Em cada um dos setores foi instalado um miniabrigo meteorológico equipado com *dataloggers* de registro automático. Os equipamentos foram programados para aferirem a temperatura e a umidade do ar a cada 10 minutos. Além destes cinco, outro miniabrigo foi alocado no bairro Pitanga, localizado na porção interior do distrito.

Com intuito de assegurar a qualidade dos dados mensurados em campo, garantindo que as variações térmicas apresentadas durante as coletas fossem fruto exclusivamente das características geourbanas e geológicas da área de estudos, os *dataloggers* foram submetidos a procedimentos de calibragem e aferições em laboratório e em campo.

Durante as baterias de testes, os dados oriundos dos *dataloggers* foram analisados através de técnicas

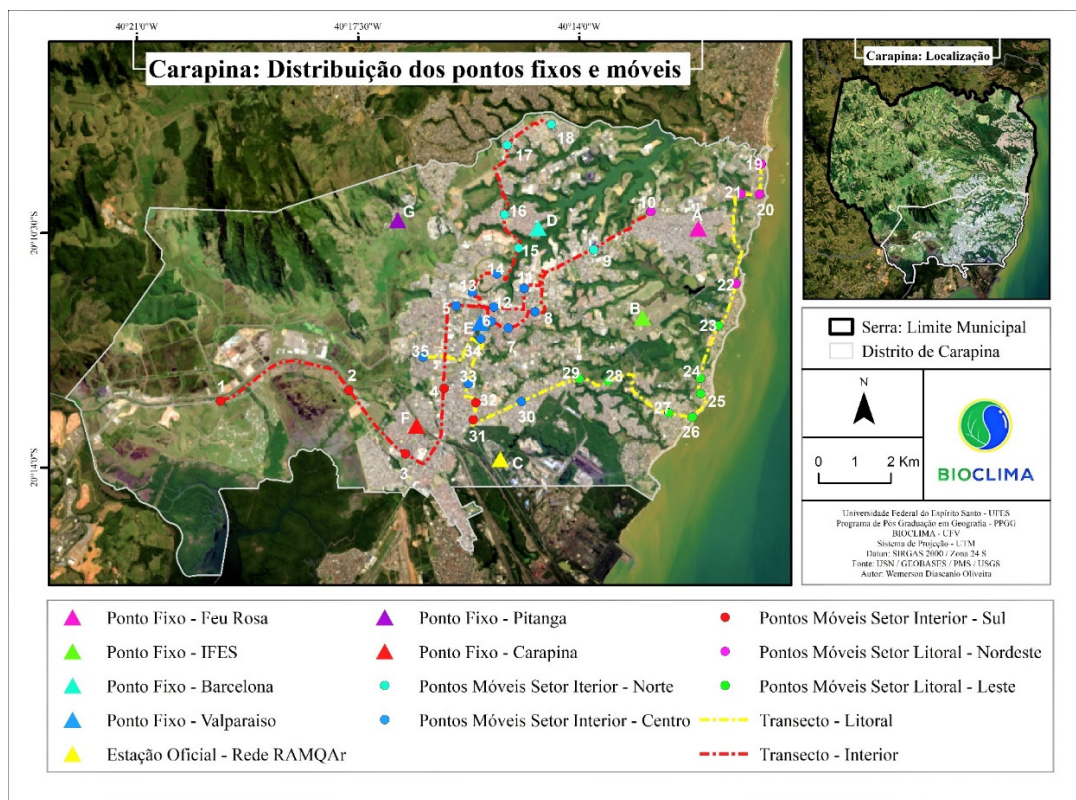


Figura 5

Localização dos pontos fixos e móveis e trajetos dos transectos interior e litoral.

Organização: Wemerson Diascanio Oliveira, 2020.

estatísticas em que foi averiguada a confiabilidade dos valores registrados pelos equipamentos em relação aos próprios *dataloggers*, em relação à estação automática oficial e à estação convencional, ambas pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Além dos pontos fixos, foram definidos dois *transects* móveis a serem realizados concomitantemente. A escolha das rotas e dos pontos de medidas móveis buscou abarcar as distintas características geourbanas e geoecológicas de Carapina.

O *transect* 1 chama-se *Transectos Interior*. Com 32,4 km de extensão e 18 pontos de coleta (ponto 1 ao 18), inicia no extremo oeste do distrito e percorre toda sua área urbana no sentido norte - sul. Esta rota atravessa a porção mais urbanizada do distrito de Carapina. O *transect* 2 - *Transect Litoral*, possui 20,7 km de extensão e 17 pontos de mensuração (ponto 19 ao 35). Inicia-se a Nordeste do distrito, cruza todo o litoral no sentido norte - sul e caminha no sentido leste - oeste para o interior da área urbanizada. Os pontos localizados nesse percurso

abarcam áreas verdes, mistas, residenciais, comerciais e industriais.

Para a mensuração dos elementos climáticos (temperatura e umidade do ar) foram utilizados dois equipamentos. Nos pontos fixos utilizaram-se sensores digitais automáticos modelo *datalogger* (HOBO-U-012). Conforme proposta de Lopes e Jardim (2012), os sensores foram afixados em miniabrigos meteorológicos construídos em PVC (policloreto de vinila) e posicionados a 1,5m da superfície que foram avaliados por Fialho e Celestino (2016) e considerados como adequados para uso em pesquisas de clima urbano.

As coletas móveis foram realizadas com termohigrômetros digitais modelo Minipa MT-241. Os equipamentos foram abrigados em estrutura de PVC com 100cm de diâmetro e 52cm de comprimento, o qual foi envolto em papel alumínio a fim de proteger o sensor da radiação direta do sol. Os procedimentos técnicos e operacionais para a montagem e manuseio do abrigo móvel (Figura 6) seguiram as proposições de Fialho (2002 e 2009).

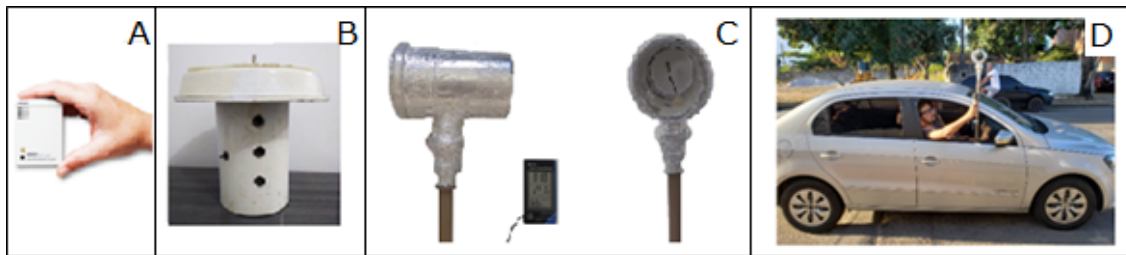


Figura 6

(A) Datalogger modelo Hobo U - 12; (B) Miniabrigo meteorológico; (C-D) Termohigrômetro modelo MINIPA MT - 241 e abrigo de PVC.

Organização: Wemerson Diascanio Oliveira, 2020.

Quadro 1

Síntese das informações referentes ao episódio de coleta de dados.

Data	Estação do Ano	Período	Rota	Horário inicial	Horário final	Tempo Total Decorrido
17/1/2018 Quarta Feira	Verão	Manhã	Transcto Interior	10h00	11h:16	1h:16 (76 min)
			Transecto Litoral	10h00	11h:06	1h:06 (66min)
		Tarde	Transecto Interior	16h00	17h:15	1h:15 (75min)
			Transecto Litoral	16h00	17h:04	1h:04 (64min)
		Noite	Transecto Interior	20h00	21h:05	1h:05 (65min)
			Transecto Litoral	20h00	21h00	1h (60min)

Organização: Wemerson Diascanio Oliveira, 2020.

A partir dos pontos e rotas previamente estabelecidas, foram realizados dois trajetos de maneira simultânea: o *transects* interior (1) e o *transects* litoral (2). A coleta de dados ocorreu no dia 17/01/2018 (quarta-feira) às 10h00, 16h00 e 20h00. Os horários definidos para a realização dos *transects* móveis seguiram as proposições de Fialho (2002 e 2009), Fialho et al. (2016) e Allocca e Fialho (2019). Nas coletas diurnas foram realizadas adaptações relativas ao horário de verão e, no caso da coleta noturna, por causa de questões de segurança dos pesquisadores. O tempo decorrido dos trajetos girou em torno de 1h00. Em alguns períodos do dia, devido ao fluxo mais intenso de carros, o *transect* chegou a durar 1h16. Porém no período em que o trânsito estava mais livre o tempo decorrido foi de 60min. No Quadro 1 há uma síntese com as informações acerca dos episódios de coleta.

Os dados de temperatura coletados, a partir dos *transects* móveis não medem as variáveis climáticas de forma sincrônica nos diferentes pontos. Assim, devido à defasagem de tempo, os valores podem apresentar alterações decorrentes do aquecimento ou resfriamento atmosférico ao longo do tempo decorrido do trajeto.

Visando minimizar este efeito, a literatura propõe a correção dos valores de temperatura a

partir de dados de uma estação fixa (Alonso, 2017; Charabi, 2000; Correa, 2014; Fialho, 2009; Fialho et al., 2016; Leconte, 2015). Considerando a grande extensão da área de estudo, assim como sua heterogeneidade geourbana e geoecológica, esta pesquisa efetuou a correção dos dados de maneira setorizada, conforme proposta de Allocca (2018) e Oliveira (2018, 2019). Assim, os valores de temperatura oriundos das coletas móveis foram corrigidos a partir de um ponto fixo localizado no seu setor. A correção foi realizada a partir da seguinte equação:

$$T = T_{sc} \pm (t_d \times \frac{\Delta T}{\Delta h})$$

T (temperatura corrigida); T_{sc} (temperatura sem correção); t_d (tempo decorrido);

ΔT (variação de temperatura); Δh (variação horária).

Equação 1

Equação de correção dos dados diurnos e noturnos dos *transects* móveis

Os pontos fixos foram programados para mensurar os dados de temperatura a cada 10 minutos. Para executar a correção, observa-se no ponto fixo a variação da temperatura desde o início do *transect* até o momento da leitura do ponto móvel. Em seguida divide-se esta variação de temperatura pela variação horária em minutos também do início do *transect*

até o momento da coleta móvel. A razão desde cálculo gerará a variação da temperatura por minuto e este valor será multiplicado pelo tempo decorrido do trajeto até o momento. Quando se observa resfriamento do ar atmosférico no intervalo de tempo calculado, o produto é adicionado ao valor sem correção. Nos momentos em que se observa aquecimento atmosférico, subtrai-se o produto à temperatura aferida no ponto móvel.

Uma das técnicas utilizadas na mensuração da influência do desenho urbano no microclima é o *Sky View Factor* (SVF) ou Fator de Visão do Céu. Com base na proposta de Collischonn e Ferreira (2015), e Ferreira e Fialho (2016) foi quantificado o grau de obstrução da abóboda celeste de cada um dos pontos de coleta fixos e móveis e em seguida foram classificados em alta, média e baixa obstrução (Quadro 2). Além disso, também foi quantificado o número de horas em que cada ponto de coleta ficou exposto aos raios do sol.

Quadro 2
Classes de obstrução do céu.

Classes de obstrução	Valores de SVF
Alta Obstrução	0 - 0,400
Obstrução Moderada	0,401 - 0,700
Baixa Obstrução	0,701 - 1

Fonte: Collischonn & Ferreira (2015).

Em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) foi elaborado uma série de mapas e cartas para viabilizar a quantificações de fatores de ordem natural e antrópica que pudessem interferir no campo térmico do distrito de Carapina.

A radiação solar recebida nos pontos fixos e móveis foi quantificada através de uma imagem SRTM (Shuttle Radar Topograph Mission), utilizando-se a ferramenta *Solar Radiation* da extensão *Spatial Analyst* existente no software ArcMap 10.1.

Para quantificar o índice de foi elaborado um mapa de NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) a partir de imagens orbitais do satélite Landsat 8, sensor OLI (*Operational Land Imager*) - órbita 215, ponto 74, data de passagem 30 de 05 de 2018 e horário central 12h37. O mapeamento hipsométrico foi elaborado a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) derivado de imagens de satélite SRTM. Com resolução espacial de 30m. Após a criação do MDE foi gerado um *Triangulated Irregular Network* (TIN) a fim de destacar a hipsometria do relevo.

O mapa de densidade demográfica foi confeccionado utilizando-se dados populacionais e os setores censitários do censo demográfico de 2010 disponibilizados pelo IBGE. O mapeamento e a classificação das ruas nas quais foram executados os *transects* móveis e das ruas próximas aos locais de instalação dos pontos fixos foram baseados no relatório de qualidade do ar da RMGV, realizado pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) e nos dados de fluxo oriundos do *Goole Maps* Trânsito.

Após o levantamento das informações geoecológicas e geourbanas, foram realizadas correlações de Pearson (Quadro 3) entre os fatores e os valores de temperatura. As correlações foram realizadas no software InfoStat/F. Di Rienzo et al. (2012). Os valores de referência seguiram as orientações presentes no manual do programa, sendo eles:

Quadro 3
Valores de referência da correlação de Pearson.

Correlação de Pearson	Significância (p-value)
0.00 a 0.19	Bem Fraca = 0,05 Boa
0.20 a 0.39	Fraca < 0,05 Muito Boa
0.40 a 0.69	Moderada
0.70 a 0.89	Forte
0.90 a 1.00	Muito Forte

Fonte: InfoStat/F. Di Rienzo et al. (2012). Organização: Wemerson Diascanio Oliveira, 2020.

Para o acompanhamento da dinâmica atmosférica foram utilizadas cartas sinóticas e imagens de satélite disponíveis, respectivamente, nos sites da Marinha do Brasil - Diretoria de Hidrografia e Navegação (DNH) e no Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climatológicos (CPTEC/INPE). Os parâmetros climáticos foram observados junto aos dados da rede de estações automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar (RAMQAr), pertencente ao Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA).

4. Resultados e discussões

Observa-se no mosaico de cartas sinóticas (Figura 7), que no período de pré-coleta (15/1 e 16/1), no dia em que foi realizado o trabalho de campo (17/1) e nos dois dias subsequentes (18/1 e 19/1) a região que esteve sob atuação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS).

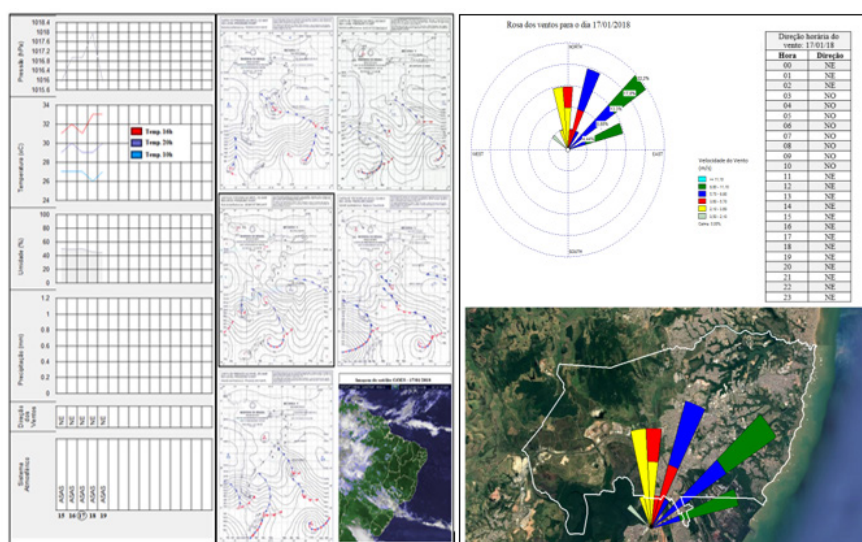


Figura 7

Análise rítmica e cartas sinóticas dos dias 15/01-19/01 e vento (17/01/2018).

Fonte: Marinha do Brasil, CPTEC/INPE. Elaboração: Wemerson Diascanio Oliveira, 2020.

Com a atuação desse sistema atmosférico, verificaram-se as condições meteorológicas de tempo estável, com céu claro e poucas nuvens. A Pressão atmosférica manteve-se alta, com valores variando entre 1016hPa e 1018hPa. As temperaturas permaneceram elevadas ao longo de todo o período e não se observou eventos de precipitação. No dia 17/01, data do episódio de coleta de dados, foi verificada a atuação das brisas marítimas. Entre às 00h00 e às 2h00 houve predomínio de ventos oriundos do quadrante NE.

A partir das 3h00 até às 10h00 os ventos continentais vindos de NW atuaram com maior intensidade. Com o aquecimento da superfície continental a partir do fim da manhã e o aumento do gradiente térmico terra-mar, formou-se uma célula convectiva de baixa pressão no continente, acarretando na inversão da direção dos ventos, que de 11h00 às 23h00 passam a soprar do oceano (NE); além do aumento da sua intensidade, atingindo aproximadamente 8m/s a partir das 16h00.

4.1. Análise Episódica da Coleta de Verão - 10h00

A diferença máxima de temperatura do ar às 10h00 foi de 6,7°C, com valores oscilando entre 29,8°C e 36,5°C. A média térmica para este horário foi de 32,9°C, com a maior parte dos pontos de coleta registrando temperaturas superiores a 32,0°C.

Na análise do campo térmico (Figura 8) é possível observar dois ramos¹ de maior aquecimento: um na porção Sudeste e outro na porção Centro-Sudoeste. O primeiro abrange os pontos litorâneos do setor Litoral Leste com temperaturas oscilando entre 33,0°C (P25) a 36,5°C (P26). O segundo é composto por pontos dos setores Interior Sul e Interior Centro com temperaturas variando entre 33,2°C (P13) e 36,2°C (P4).

Na porção Nordeste da área urbana, verifica-se um ramo com valores termais mais amenos, formado por pontos de coleta do Setor Litoral Nordeste. A temperatura do ar nesse ramo varia entre 30,6°C (PA) e 32,1°C (P20). Através da análise estatística de Pearson não foi possível demonstrar correlações fortes entre a maioria dos fatores observados e o comportamento do campo térmico matutino.

Apenas a umidade relativa do ar e os valores de obstrução do céu (SVF) apresentaram, apesar de fraca, boa significância com os valores de temperatura. O ramo aquecido da porção Sudeste do distrito composto pelos pontos P23, P24, P25, P26 e P27, possuem características que, teoricamente, poderiam dotar a área com baixos valores térmicos, uma vez que estão localizados em área residencial, com fluxo de veículos de baixa e média intensidade e boa

¹ A terminologia RAMO será utilizado ao longo do texto para designar conjuntos de pontos ou áreas com valores de temperaturas semelhantes. Ao final da análise estes RAMOS serão classificados de acordo com o referencial teórico adotado pela pesquisa em: Ilha de Calor, Núcleo de Calor e Ilha de Frescor.

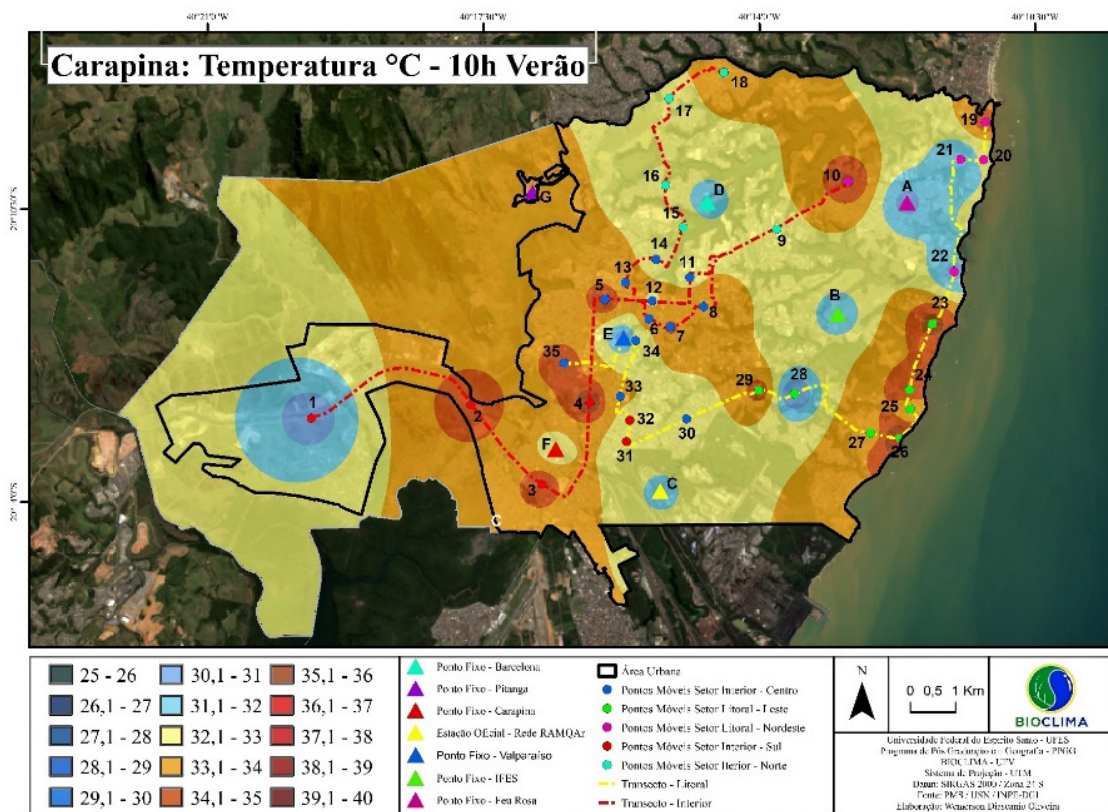


Figura 8
 Campo térmico do distrito de Carapina - 10h00 - Verão.
 Fonte: Autores, 2020.

cobertura vegetal. Entretanto, foi observada a conjunção de dois fatores principais que, possivelmente, atuaram na elevação das temperaturas desses locais.

Em primeiro lugar, observa-se baixo SVF, fazendo com que os pontos de coleta recebam os raios do sol logo nas primeiras horas do dia. Essa característica contribui para um rápido aquecimento da superfície no período da manhã, tendência apontada pela fraca, porém muito significativa correlação entre os dados de SVF e os valores de temperatura (Quadro 4). O ramo de aquecimento localizado no Centro-Sudoeste é composto pelos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P13 e P35. Esta área é uma das mais dinâmicas do distrito de Carapina, caracterizada pelo predomínio de uso comercial, baixíssimos índices de vegetação, alta densidade demográfica, construções com grande capacidade de armazenamento de calor (como asfalto e concreto) e utilização de materiais de baixo calor específico, como telhas de fibrocimento e alumínio.

Além dos aspectos construtivos, outro fator importante observado foi o tráfego de veículos. Os pontos deste ramo de aquecimento estão dispostos em três das principais vias do município, a BR 101, a Av. Eldes Scherrer de Souza e a Av. Central de Laranjeiras, caracterizadas por possuírem fluxos intensos de veículos leves e pesados desde as primeiras horas do dia. Neste sentido, acredita-se que a associação entre a grande produção de calor antropogênico, associada às características das construções podem ter contribuído de para a manutenção de valores térmicos mais elevados.

O ramo de temperaturas mais amenas localizadas a Nordeste do distrito é formado pelos pontos PA, P20, P21 e P22. Apesar do ponto PA estar localizado em uma área de alta densidade demográfica, com índice de vegetação baixo e urbanização elevada, ele apresenta o menor valor de temperatura desta porção do distrito 30,6°C. Esse fato pode estar relacionado à morfologia urbana do local de instalação do ponto fixo PA (Feu Rosa) em associação com

Quadro 4

Resultados da análise de Pearson referente ao campo térmico das 10h00.

Temperatura	Fatores	Pearson	p-value
Temperatura - 10h °C	Altitude	0,08	0,5956
Temperatura - 10h °C	Radiação Solar	0,20	0,1995
Temperatura - 10h °C	Distância Linha de Costa	-0,04	0,7948
Temperatura - 10h °C	Velocidade Vento	0,20	0,1977
Temperatura - 10h °C	Índice de Vegetação	-0,08	0,5953
Temperatura - 10h °C	Sky View Factor	0,34	0,0298
Temperatura - 10h °C	Intensidade do Tráfego	0,24	0,1269
Temperatura - 10h °C	Umidade	-0,31	0,0471
Temperatura - 10h °C	Horas de Sol	0,28	0,0768
Temperatura - 10h °C	Lux	0,04	0,7912
Temperatura - 10h °C	Densidade Demográfica	-0,13	0,4125

Fonte: Wemerson Diascanio Oliveira, 2020.

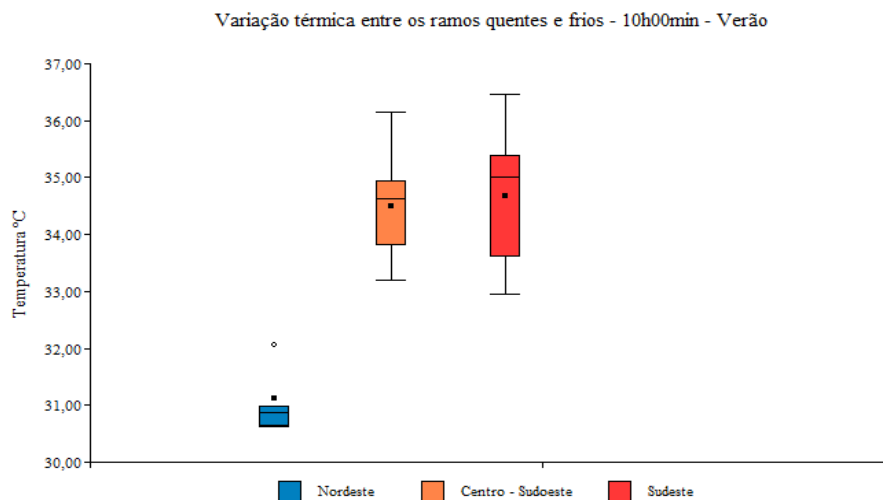


Figura 9

Variação térmica entre os ramos quentes e frios - 10h00 - Verão.

Fonte: Wemerson Diascanio Oliveira, 2020.

o movimento aparente do sol. Neste local as construções impedem a chegada de radiação direta no período da manhã, fazendo com que o sol só começa a atingir o ponto PA de maneira direta a partir das 9h30. Ademais, esse ponto está inserido em uma área residencial com fluxo de veículos de baixa intensidade, possuindo assim pouca geração de calor antropogênico. Já os pontos 20, 21 e 22 apresentam grande quantidade de vegetação arbórea em seus entornos e estão localizados, predominantemente, em área residencial de médio e alto padrão econômico. Nestes locais as construções são realizadas com materiais de melhor qualidade e de calor específico mais elevado, como telhados de cerâmica por

exemplo. Assim, o ar destas áreas demora mais para aquecer no período matutino.

Além dos fatores apontados, as temperaturas amenas dos pontos 20, 21 e 22 podem estar associadas à atuação dos ventos de brisa marítima em associação com a morfologia urbana favorável à ventilação, conforme observaram Mendonça e Lombardo (2009) na análise do clima urbano da Região Metropolitana de Florianópolis.

A área em que estão localizados estes pontos possui tráfego de veículos de média e alta intensidade, ruas asfaltadas e alta densidade demográfica. Entretanto, a baixa altitude das construções, as avenidas largas e o baixo valor de SVF destes pontos

facilitam a dispersão do calor antropogênico pelos ventos oceânicos, fazendo com que as temperaturas permaneçam com valores mais baixos. Esta tendência pode ser demonstrada pela fraca, porém significativa relação entre a Temperatura e o SVF.

A análise das três áreas (Figura 9) com valores de temperatura discrepantes do restante do campo térmico pode sugerir a existência de uma ilha de calor com gradiente térmico médio de $3,5^{\circ}\text{C}$ e máximo de $5,6^{\circ}\text{C}$ entre os ramos Centro-Sudoeste e Nordeste. O núcleo de maior aquecimento existente localizou-se na porção Centro-Sudoeste do distrito, possui média térmica de $34,5^{\circ}\text{C}$, com temperaturas oscilando entre $33,2^{\circ}\text{C}$ (P13) e $36,2^{\circ}\text{C}$ (P4). Já a ilha de frescor presente na porção Nordeste possui temperatura média de $31,1^{\circ}\text{C}$, com mínimas e máximas variando entre $30,6^{\circ}\text{C}$ (PA) e $32,1^{\circ}\text{C}$ (P20), sendo que a maior parte dos pontos apresentaram registros de temperaturas abaixo dos $31,0^{\circ}\text{C}$.

Em relação ao ramo de aquecimento Sudeste, não foi possível estabelecer com clareza os fatores responsáveis pela sua formação. Neste sentido, concordando com Fialho (2009 e 2012) entende-se que a melhor terminologia para sua classificação seria núcleo de calor, uma vez que suas temperaturas elevadas podem estar associadas a uma condição natural de insolação, e não às atividades humanas.

4.2. Análise Episódica da Coleta de Verão - 16h00

A coleta de dados realizada às 16h00 apresentou maior gradiente térmico no dia 17/01/2018, aproximadamente $11,0^{\circ}\text{C}$. As temperaturas neste horário variaram entre $28,1^{\circ}\text{C}$ e $39,1^{\circ}\text{C}$. A média térmica ficou na casa dos $33,6^{\circ}\text{C}$ e a maior parte dos pontos de coleta apresentaram temperaturas superiores a $32,0^{\circ}\text{C}$.

O campo térmico das 16h00 (Figura 10) apresentou aumento da temperatura, a partir do litoral em direção ao interior. O ramo litorâneo registrou as temperaturas mais amenas e é composto por pontos dos setores Litoral Nordeste e Litoral Leste. Nesses pontos as temperaturas ficaram abaixo dos $32,5^{\circ}\text{C}$. Já o ramo interior mostrou-se mais aquecido, configurando-se em uma grande faixa longitudinal abarcando a porção central do distrito e é composto por pontos dos setores Interior Norte, Interior Centro e Interior Sul.

Nessa área os valores de temperatura ficaram acima de $33,4^{\circ}\text{C}$. O ramo litorâneo é composto pelos pontos de coleta PA, PB, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25 e P26. Nestes pontos as temperaturas variaram entre $28,1^{\circ}\text{C}$ e $32,5^{\circ}\text{C}$, sendo os pontos P19 e P20 os que registraram menores valores térmicos, $28,1^{\circ}\text{C}$ e 29°C , respectivamente.

De maneira geral, os pontos de coleta deste ramo de temperaturas amenas apresentam pouca geração de calor antropogênico, uma vez que a maior parte está inserida em área residencial e de baixa densidade demográfica. Além disso, o comércio na região é pouco pujante e o tráfego de veículos é de baixa e média intensidade.

Outro fator importante a se considerar na conformação desse ramo menos aquecido é a associação entre a proximidade dos pontos de coleta em relação à costa, a atuação dos ventos de brisa marítima e a morfologia urbana local. Os pontos de coleta deste ramo de ar frio possuem valores de SVF alto (70.0% dos pontos) e moderado (30.0% dos pontos).

Esta característica propicia a dispersão do calor irradiado pela superfície e gera menos empecilho para a circulação dos ventos. Como a área permaneceu desde as 11h00 com a entrada de ventos de NW advindos do oceano, supõe-se que a morfologia urbana favorável à ventilação, associada à entrada de brisa marítima, favorecida pela localização dos pontos nas proximidades da costa, ajudaram no transporte do calor sensível destes locais para outras áreas do distrito. Esta combinação de fatores é delineada pela pequena, porém significativa relação entre os dados de Temperatura e o SVF, e a moderada e muito significativa relação entre a Temperatura e a Distância em Relação Linha de Costa (Quadro 5).

O ramo de temperaturas mais aquecidas está disposto no interior do distrito de Carapina e é formado pelos pontos PE, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P31, P32, P33, P34 e P35. Nestes locais as temperaturas variaram entre $33,4^{\circ}\text{C}$ e $39,1^{\circ}\text{C}$, sendo os pontos P33 e P34 os que registraram os valores mais elevados: $39,1^{\circ}\text{C}$ e $38,0^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

Ainda observando o Quadro 5, verifica-se a alta correlação de Pearson para altitude, porém a relação pode ser considerada de relevância significativa, pois a relação apresenta uma boa correlação, pois os pontos situados no interior, próximo a região colinosa registraram temperaturas mais baixas do que aqueles

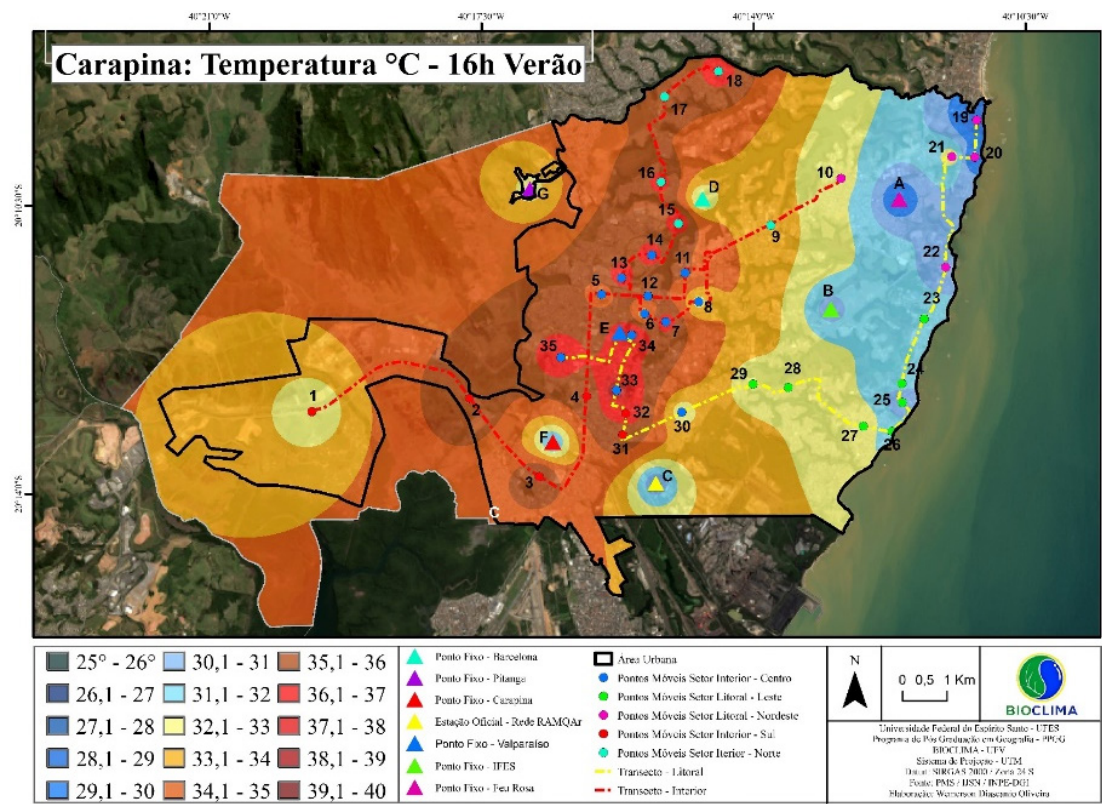


Figura 10
Campo térmico do distrito de Carapina - 16h00 - Verão. Fonte: Autores, 2020.
Fonte: Autores, 2020.

Quadro 5
Resultados da análise de Pearson referente ao campo térmico das 16h00.

Temperatura	Fatores	Pearson	p-value
Temperatura - 16h °C	Altitude	0,72	<0,0001
Temperatura - 16h °C	Radiação Solar	-0,04	0,8005
Temperatura - 16h °C	Distância Linha de Costa	0,62	<0,0001
Temperatura - 16h °C	Velocidade Vento	-0,10	0,5475
Temperatura - 16h °C	Índice de Vegetação	-0,18	0,2471
Temperatura - 16h °C	Sky View Factor	0,32	0,0383
Temperatura - 16h °C	Intensidade do Tráfego	0,41	0,0066
Temperatura - 16h °C	Umidade	-0,65	<0,0001
Temperatura - 16h °C	Horas de Sol	0,18	0,2523
Temperatura - 16h °C	Lux	0,19	0,2322
Temperatura - 16h °C	Densidade Demográfica	0,13	0,4021

Fonte: Wemerson Diascanio Oliveira, 2020.

situados na porção central, as margens da rodovia BR-101, com altitudes muito semelhantes, cujas diferenças não ultrapassam a 50 metros de altitude. Ainda observando a configuração térmica desta porção central, pode-se verificar que o balanço de energia associado à distância dos pontos em relação à linha de costa, a geração de calor antropogênico e as características de uso e ocupação da terra.

Apesar da correlação de Pearson entre os valores de temperatura e a distância em relação à linha de costa ser moderada, a sua significância é alta, apontando a tendência observada no mapeamento do campo termal (Figura 10), em que de maneira geral, os pontos mais próximos ao litoral apresentaram temperaturas mais amenas, enquanto os pontos

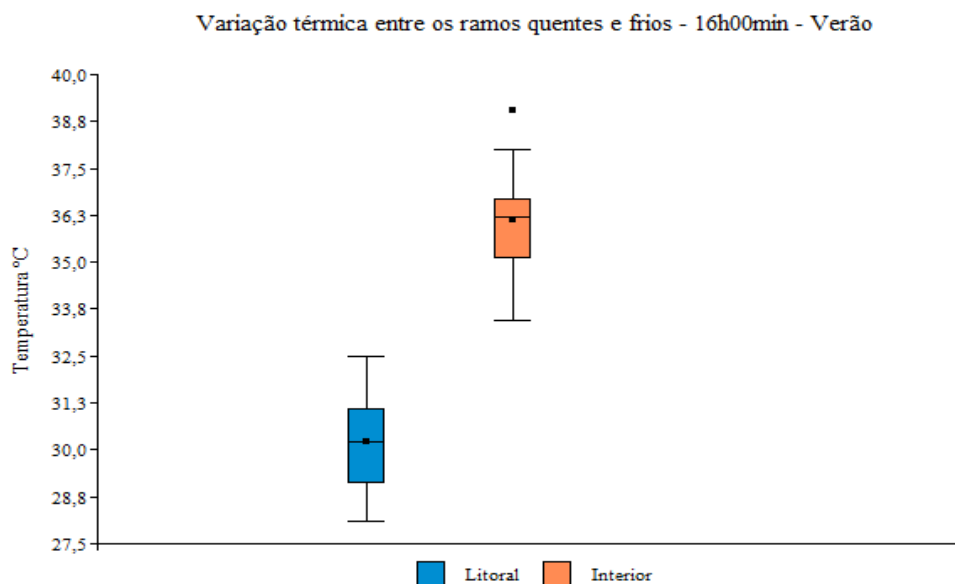


Figura 11

Variação térmica entre os ramos quentes e frios - 16h00 Verão

Fonte: Wemerson Diascanio Oliveira, 2020.

localizados no interior do distrito mostraram-se mais aquecidos.

Os obstáculos impostos pelas construções podem dificultar a chegada da brisa marítima à porção interiorana do distrito. Assim, as temperaturas são amenizadas de maneira mais acentuada junto à costa em detrimento do interior. Além disso, o vento pode deslocar o calor gerado nas áreas litorâneas para o interior, contribuindo para o maior aquecimento dos pontos nos setores Interior Norte, Interior Centro e Interior Sul. Esse possível processo de deslocamento de calor em função das brisas marítimas como foi observado por Gomes (2017) em Ubatuba-SP. Os pontos de mensuração do ramo de aquecimento interior estão dispostos nas principais vias de circulação da cidade ou em suas proximidades, como a BR-101, a Av. Norte Sul, a Av. Eldes Scherer de Souza e a Av. Central de Laranjeiras, todas com tráfego intenso de veículos leves e pesados.

O calor gerado pelos veículos automotores contribuiu de maneira efetiva para a formação deste grande bolsão de calor em toda a porção oeste da área urbana do distrito de carapina. Conforme demonstrada pela análise de Pearson, a relação entre os dados de temperatura e intensidade de tráfego resultou em uma correlação moderada e de alta significância. Esta influência pode ser notada ao analisarmos a temperatura do ponto P15 que, mesmo sendo classificado como Área verde, por estar às

margens da rodovia Norte Sul apresentou altos valores de temperatura 36,7°C.

Em relação ao uso e cobertura da terra, 65.0% dos pontos de coleta deste ramo de aquecimento pertencem às classes Comércio ou Indústria e Logística. Nestas áreas observam-se construções com materiais propícios ao rápido aquecimento e retenção de calor. Como possuem altos valores de SVF, a entrada de radiação solar ao longo de todo o dia, em contato com materiais com grande capacidade de armazenar calor e baixo calor específico, podem ter contribuído à manutenção de altos valores de temperatura. Outros 25.0% dos pontos estão localizados em áreas residenciais.

No entanto, as suas superfícies são altamente impermeabilizadas, cobertas por asfalto e com baixos índices de vegetação. Estes pontos de coleta também possuem altos valores de SVF e recebem radiação solar direta desde as primeiras horas da manhã, fazendo com que suas superfícies de baixa inércia térmica se aqueçam demasiadamente no período vespertino. O ponto de coleta P35 registrou o maior valor de temperatura da coleta das 16h00 39,1°C. Ele é um dos pontos mais distantes da orla, está localizado em uma área comercial, possui trânsito intenso e está próximo à BR-101.

Os pontos PF e PD, apesar de estarem localizados na área de abrangência do ramo de aquecimento interior, apresentaram valores de temperatu-

ras muito abaixo da média desta porção do distrito, respectivamente $-5,1^{\circ}\text{C}$ e $-4,2^{\circ}\text{C}$. O ponto PF possui SVF baixo, dificultando a entrada de radiação solar direta. O ponto fica exposto aos feixes de sol entre às 7h30 e às 11h30. Associado a isso, a área de instalação deste ponto é residencial e com tráfego de veículos de baixa intensidade, gerando pouco calor antropogênico e contribuindo à manutenção de valores termais mais amenos no período vespertino.

Já o ponto PD, localizado em área residencial e baixo fluxo de veículos, de grande quantidade de vegetação arbórea. De acordo com Charabi (2000), locais inseridos no coração da aglomeração urbana e que possuem espaços verdes podem constituir ilhas de frescor.

A observação da configuração espacial da temperatura referente às 16h00, assim como dos fatores geourbanos e geocológicos a ela associada, permite considerar a existência de uma ilha de calor de gradiente térmico médio de $6,1^{\circ}\text{C}$ e máximo de $11,0^{\circ}\text{C}$ entre o ramo aquecido no interior e o ramo de temperaturas amenas disposto no litoral (Figura 11).

A maior diferença térmica observada foi entre os pontos P33 ($39,1^{\circ}\text{C}$) e P19 ($28,1^{\circ}\text{C}$). Os pontos litorâneos, em sua maioria, registraram valores térmicos abaixo de $31,3^{\circ}\text{C}$, enquanto a maior parte dos pontos no interior apresentaram temperaturas superiores a $35,0^{\circ}\text{C}$.

4.3. Análise Episódica da Coleta de Verão - 20h00

Os registros noturnos apresentaram uma pequena variação térmica, apenas $2,9^{\circ}\text{C}$. As temperaturas oscilaram entre $25,6^{\circ}\text{C}$ e $28,5^{\circ}\text{C}$ e a média térmica para este horário ficou na casa dos $27,4^{\circ}\text{C}$. O campo térmico noturno apresentou padrão homogêneo (Figura 12). Não foi possível destacar nenhum ramo ou ponto de coleta com variação térmica elevada. Na porção central destaca-se um pequeno ramo formado pelos pontos PE, P4, P5, P13, P32, P33 e P35 com temperaturas oscilando cerca de $0,8^{\circ}\text{C}$ acima da média do horário.

O ponto de maior aquecimento noturno foi o P35 $28,5^{\circ}\text{C}$, registrando cerca $1,1^{\circ}\text{C}$ acima da média térmica da coleta das 20h00. Já o local mais frio é representado pelo ponto P19 $25,6^{\circ}\text{C}$, que oscilou menos de $2,0^{\circ}\text{C}$ abaixo da média das temperaturas noturnas. A distribuição de valores similares de

temperatura no período noturno pode indicar que a porção urbanizada do distrito não impõe grandes obstáculos para a dispersão do calor armazenado pela radiação solar recebida ao longo do dia e pela geração do calor antropogênico de veículos e indústrias. Os principais fatores responsáveis por esta rápida perda do calor para as camadas mais altas da atmosfera após o pôr do sol podem estar associados às características morfológicas locais e aos valores de SVF dos pontos de coleta.

O relevo no qual está assentada a área urbana do distrito é predominantemente plano, variando de 0 a 50m. Essa característica morfológica não aprisiona o calor gerado ao longo do dia, facilitando assim a sua dispersão ao anoitecer. Esta tendência pode ser considerada com base na moderada, porém muito significativa relação entre os valores de temperatura e a altitude dos pontos de coleta (Quadro 6). Os valores de SVF não apresentaram boa relação estatística com os dados de temperatura. No entanto, com base em observações empíricas e na bibliografia a respeito do tema, nota-se que o grau de obstrução do céu dos pontos de coleta pode ter influenciado de maneira significativa na conformação homogênea do campo térmico noturno. Mais de 78.0% dos pontos possuem baixa obstrução, e cerca de 20.0% dos locais apresentam obstrução moderada. Conforme Ferreira e Fialho (2014), valores altos de SVF favorecem a dispersão do calor, uma vez que as construções não atuam de maneira a dificultar a ascensão do calor sensível para as camadas mais altas da atmosfera.

Apesar da baixa relação estatística, o aumento da velocidade dos ventos de brisa marítima, associado à morfologia urbana e natural favoráveis à perda de calor, também pode ter atuado na aceleração do resfriamento do tecido urbano após o pôr do sol (Figura 13).

Nesse sentido, a influência dos ventos de brisa é delineada na análise de Pearson pela correlação entre os dados de temperatura e a distância dos pontos de coleta em relação ao litoral, que se mostra moderada e de muito boa significância. Assim, os ventos atuam de maneira mais significativa nos pontos próximos à costa (resfriando a superfície e dissipando o calor sensível gerado nessas áreas para o interior do distrito) e agem de forma mais tímida no resfriamento do interior do distrito.

A configuração do campo térmico possui padrão até certo ponto homogêneo. No entanto, é possível notar algumas diferenças térmicas entre os setores

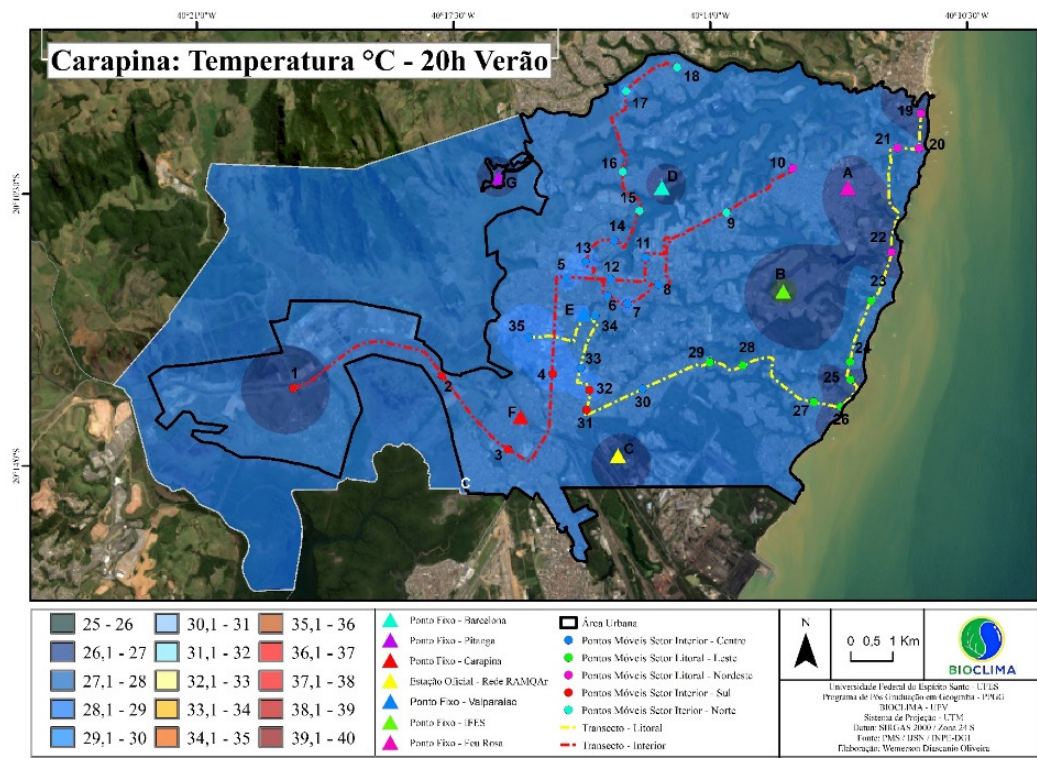


Figura 12
Campo térmico do distrito de Carapina - 20h00 - Verão
Fonte: Autores, 2020.

Quadro 6
Resultados da análise de Pearson referente ao campo térmico das 20h00.

Temperatura	Fatores	Pearson	p-value
Temperatura - 16h °C	Altitude	0,60	<0,0001
Temperatura - 16h °C	Radiação Solar	0,05	0,7338
Temperatura - 16h °C	Distância Linha de Costa	0,40	0,0090
Temperatura - 16h °C	Velocidade Vento	0,05	0,7463
Temperatura - 16h °C	Índice de Vegetação	-0,56	0,0001
Temperatura - 16h °C	Sky View Factor	0,24	0,1198
Temperatura - 16h °C	Intensidade do Tráfego	0,53	0,0003
Temperatura - 16h °C	Umidade	-0,42	0,0061
Temperatura - 16h °C	Horas de Sol	0,25	0,1138
Temperatura - 16h °C	Densidade Demográfica	0,28	0,0772

Fonte: Wemerson Diascanio Oliveira, 2020.

Litoral Nordeste e Litoral Leste em comparação com os setores Interior Norte, Interior Centro e Interior Sul (Figura 14). Os pontos de coleta localizados na porção interiorana do distrito possuem, de modo geral, temperaturas mais elevadas que os localizados no litoral. Este gradiente térmico positivo dos setores Interior Sul, Interior Centro e Interior Norte em relação aos setores do litoral podem estar associados

às diferenças na geração de calor antropogênico entre os setores, ao uso e cobertura da terra e à localização dos pontos em relação à linha de costa.

A maior parte dos pontos de coleta localizados no interior estão dispostos em Av. de tráfego intenso de veículos (68.0%), enquanto os dos setores do litoral estão localizados em ruas e avenidas de tráfego moderado e leve, 46.0% e 33.0% respectivamente.

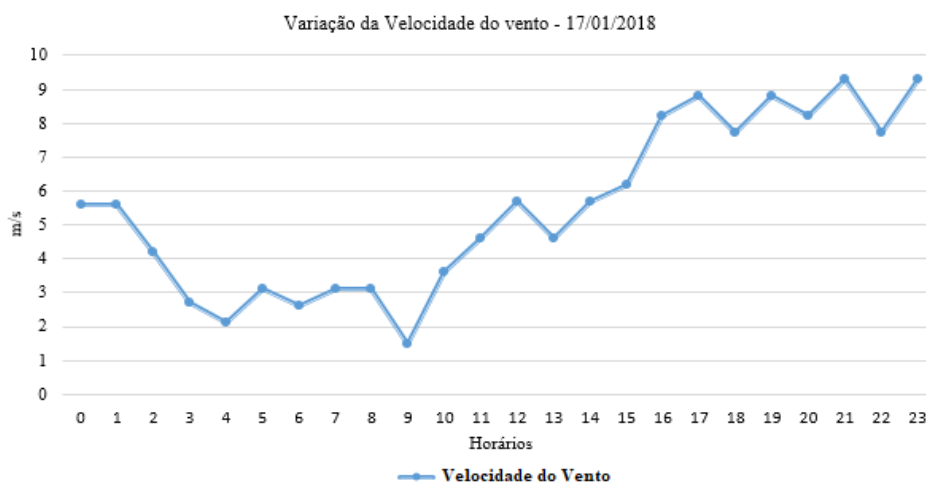


Figura 13

Variação horária da velocidade do vento em 17/01/2018.

Fonte: CPTEC/INPE. Elaboração: Autores, 2020.

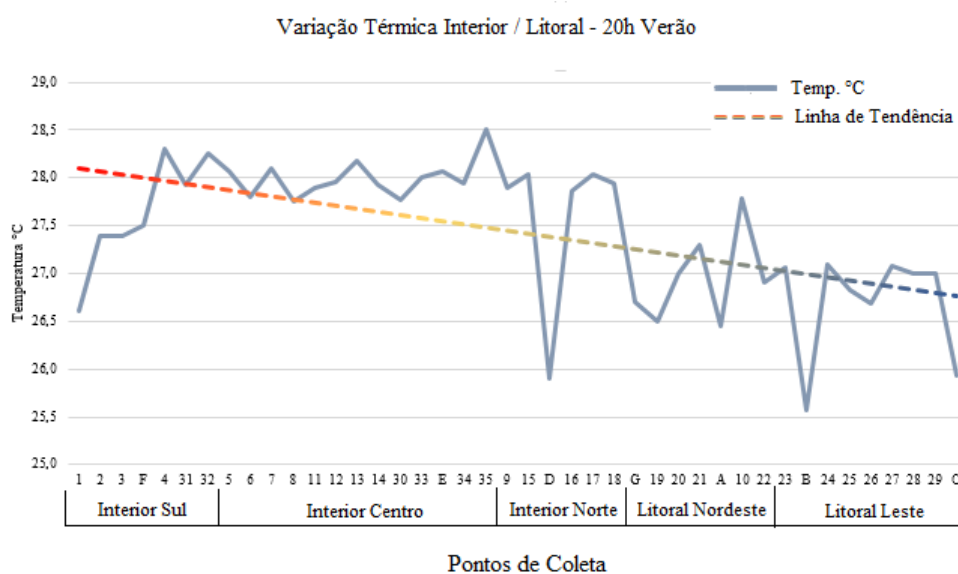


Figura 14

Variação da temperatura do ar entre os setores - 20h00 - verão.

Fonte: Autores, 2020.

Mesmo não sendo o horário de pico de fluxos veiculares, observa-se, de acordo com a análise de Pearson, uma correlação moderada e de muito boa significância entre os registros termais e o índice de tráfego de veículos. Além da contribuição direta do calor gerado pelos veículos automotores, os gases gerados pela queima de combustíveis fósseis contribuem para o aprisionamento do calor sensível nas camadas mais baixas da atmosfera, contribuindo para a conservação de valores de temperaturas mais elevados (Giguerê, 2007).

Os pontos dos setores interiores também possuem características de uso e ocupação da terra que possibilitam maior armazenamento de calor durante o dia e sua liberação ao longo da noite. A porção litorânea possui maiores índices de vegetação, enquanto os setores interiores apresentam superfícies ocupadas por construções, asfalto e pouca área vegetada e mais densamente urbanizadas.

Esta tendência pode ser considerada pela correlação moderada negativa e boa significância entre o índice de vegetação e os valores de tempera-

tura. Outra questão importante quanto ao uso e ocupação é a função urbana exercida nos diferentes setores da cidade. Nos setores Litoral Nordeste e Litoral Leste predominam o uso residencial, enquanto nos setores Interior Norte, Centro e Sul predominam o uso comercial e indústria e logística.

5. Considerações finais

Nesta pesquisa foi possível observar que o comportamento do campo térmico do distrito de Carapina, em uma situação sazonal de verão e sob atuação do ASAS, é resultado da confluência de fatores geourbanos e geocológicos, especialmente associados à configuração da morfologia urbana, aos diferentes padrões de uso e ocupação da terra, à variação da intensidade do tráfego veicular, à presença ou não de vegetação, à atuação dos ventos de brisa marítima e pela característica do relevo local.

A literatura tradicional sobre ilha de calor aponta para seu caráter noturno, possuindo maior intensidade no inverno e formada em condições de vento fraco (Lombardo, 2009; Pitton, 1997). No entanto, os resultados demonstraram que as áreas mais aquecidas ficaram mais bem definidas na coleta de dados referente às 16h00 e com ventos de intensidade alta e moderada.

Também foi possível observar ramos de aquecimento no período da manhã e da noite. Resultado semelhante foi observado por Corrêa (2014) e Corrêa e Vale (2016) em Vitória-ES, cidade vizinha à nossa área de estudo.

De maneira geral, os núcleos de calor identificados no campo térmico nos três horários estão associados ao grande fluxo de veículos nas principais vias de circulação do distrito e às características construtivas das edificações, nos setores classificados como Indústria e Logística. A ausência de vegetação também se mostrou um fator importante na conformação de ramos de maior aquecimento. As áreas em que se observaram as temperaturas mais amenas estiveram associadas ao uso residencial e à baixa geração de calor antropogênico, em consonância com o resfriamento da superfície e à dispersão do calor sensível decorrente da atuação dos ventos de brisa marítima. O pico de calor de maior intensidade foi observado às 16h00. Entre os pontos P33

(39,1°C) e P19 (28,1°C) a diferença de temperatura foi de 11,0°C.

No período noturno, mesmo se tratando de uma cidade média, com grande contingente populacional e pungência comercial e industrial, não se observou grandes diferenças térmicas entre os pontos de coleta. Este fato mostrou-se associado à configuração da morfologia urbana e natural, em que as construções não apresentam verticalização intensa e mostram-se espalhadas e o relevo não impõe obstáculos para dispersão do calor sensível para as camadas mais altas da atmosfera.

O deslocamento horizontal do vento partindo do oceano em direção ao continente mostrou-se mais atuante no litoral em relação às partes mais interiores do distrito, contribuindo para que os pontos localizados nos setores do litoral fossem resfriados com maior intensidade em detrimento dos pontos dos setores do interior. Este comportamento também foi observado na costa valenciana por Péres Cueva (2001) e Quereda *et al.* (2007).

Um fator de destaque apontado pela pesquisa é a importância do calor gerado pelas dinâmicas urbanas, especialmente através do intenso fluxo de veículos, na conformação do campo térmico. Ao contrário do observado por Moura *et al.* (2008), em alguns momentos foi possível observar que o tráfego veicular atuou de maneira mais efetiva no comportamento da temperatura do ar que os elementos fixos e construtivos da cidade. Assim, demonstra que a ilha de calor não é formada apenas pelo resfriamento mais lento das áreas mais densamente urbanizadas, mas também pelo maior aquecimento gerado pelas atividades antrópicas.

A técnica de coleta de dados de temperatura empregada pela pesquisa baseada na instalação de pontos fixos e realização de *transects* móveis mostrou-se satisfatória, assim como verificado por Charabi (2000), Amorim (2005), Fialho (2009, 2012), Martínez (2014), Leconte (2014), Fialho *et al.* (2015), Mendonça (2015) e Alonso (2017).

Juntamente com a obtenção de dados termais, a técnica de correção horária dos valores térmicos, realizado a partir de uma rede de pontos fixos setorializada, instaladas em locais que levem em consideração a heterogeneidade geourbana e geocológica da área de estudo, demonstrou registrar de maneira mais adequada a variação do saldo de energia dos diferentes locais da cidade, conforme Allocca (2018)

em seu estudo realizado para a cidade de Ponte Nova-MG.

A influência das dinâmicas e estruturas urbanas na conformação do campo térmico, resultando na formação de ilhas de calor de diferentes intensidades, sob atuação de determinados tipos de tempo e em momentos específicos do dia, ficou evidente na análise. No entanto, este estudo não se mostrou suficiente para afirmar a existência de um clima urbano no distrito de Carapina, sendo necessários estudos por períodos maiores de tempo e sob atuação de outros sistemas atmosféricos.

Bibliografia

- Allocca, R. A. (2018). *Análise do campo térmico na área urbana de Ponte Nova, Minas Gerais* (Dissertação de Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Vitória.
- Allocca, R. A., & Fialho, E. S. (2019). O campo térmico no perímetro urbano de Ponte Nova-MG (Zona da Mata Mineira), em situações sazonais de verão e inverno, no ano de 2017. *Revista Brasileira de Climatologia*, 15(24), 300-329. Disponível em <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/60753>>.
- Alonso, L. (2017). *Caractérisation des îlots de chaleur et de fraîcheur urbains lyonnais à l'aide de mesures satellitaires, mobiles et participatives* (Thèse Master 2 - Gestion de l'environnement - mention Géosystèmes environnementaux). Université de Lyon, Lyon.
- Amorim, M. C. C. T. (2005). Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: episódios de inverno. *Revista Geosul*, 20(39), 65-82.
- Bernardes, L. M. C. (1951). Tipos de clima do estado do Espírito Santo. *Revista Brasileira de Geografia*, 4(13), 619-621.
- Campos Júnior, C. T., & Gonçalves, T. M. (2009). Produção do Espaço Urbano da Serra-Espírito Santo: estratégias recentes da construção imobiliária. *Mercator*, 8(17), 69-78. Disponível em <<http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/334>>.
- Charabi, Y. (2000). *L'îlot de chaleur urbain de la métropole lilloise: mesures et spatialisation* (Thèse de Doctorat). Université des Sciences et Technologies de Lille, Lille.
- Collischonn E., & Ferreira, C. V. O. (2015). O fator de visão do céu e sua influência sobre as características térmico-higrométricas intraurbanas em Pelotas/RS, Brasil. *Geographia Meridionalis*, 1(1), 160-178. Disponível em <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/Geographis/article/view/5716>>.
- Correa, W. S. C. (2014). *Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no município de Vitória-ES* (Dissertação de Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Vitória. Disponível em <http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/3612/1/tese_7594_wesley.pdf>.
- Correa, W. S. C., & Vale, C. C. do. (2016). Contribuição à compreensão do campo térmico da Regional Praia do Canto em Vitória (ES) pela metodologia dos transectos. *RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise*, 38, 50-81.
- CPTEC/INPE - Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climatológicos. Disponível em <<https://www.cptec.inpe.br/>>.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2012). *InfoStat versión 2012*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Ferreira, G. R., & Fialho, E. S. (2016). Campo térmico x fator de visão do céu: estudo da área central do município de Viçosa - MG em episódios de Outono e inverno/2014. *Boletim Gaúcho de Geografia*, 43(1), 247-271. Disponível em <<https://seer.ufrgs.br/index.php/bgg/article/view/53920>>.
- Fialho, E. S. (2002). *Análise tempo-espaacial na Ilha do Governador-RJ em situações sazonais de verão e inverno* (Dissertação de Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Fialho, E. S. (2009). *Ilha de calor em cidade de pequeno porte: um caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira* (Tese de Doutorado em Geografia Física). Universidade Estadual de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo. Disponível em <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-22022010-154045/pt-br.php>>.
- Fialho, E. S. (2010). Unidades climáticas urbanas: O caso da Ilha do Governador. *Revista do Centro de Ciências Humanas*, 10(1), 26-46. Disponível em <<https://periodicos.ufv.br/RCH/article/view/3493>>.
- Fialho, E. S. (2012). Estudos climáticos em sítios urbanos e rurais. In E. S. Fialho, & C. A. Silva (Orgs.), *Concepções e Ensaio da Climatologia Geográfica* (pp. 83-114). Dourados-MS: UFGD.
- Fialho, E. S. (2012). Ilhas de Calor: reflexões acerca de um conceito. *Acta Geográfica, Edição Especial de Climatologia Geográfica*, 61-76. Disponível em <<https://revista.ufrb.br/index.php/actageo/article/view/1094>>.
- Fialho, E. S. (2019). O que é um transect e sua utilização nos estudos climáticos. *Revista GEOUERJ*, 34(1), 1-29. Disponível em <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/40951>>.
- Fialho, E. S., & Celestino, E. J. (2017). Abrigos termo-higrométricos de policloreto de vinila. *Revista Entre-Lu-*

- gar, 8(16), 164-188. Disponível em <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/8072>>.
- Fialho, E. S., Celestino, E. J., & Quina, R. R. (2016). O campo térmico em situação episódica de primavera em uma cidade de pequeno porte, na zona da mata mineira: um estudo de caso em Cajuri-MG. *Revista de Geografia*, 33(4), 299-318. Disponível em <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/229300>>.
- Fialho, E. S., & Quina, R. R. (2016). Análise das diferenças térmicas entre o campo e a cidade em situação sazonal de verão, em 2014, no município de Viçosa (MG). *Revista Entre-Lugar*, 7(14). Disponível em <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/8145/4505>>.
- Fialho, E. S., Quina, R. R., Alves, R. S., & Miranda, J. D. E. C. (2015). O campo térmico em situação sazonal de verão, no município de Viçosa-MG. *Revista Geografias, Edição Especial SEGEO III*, 80-98, 2015. Disponível em <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/158>>.
- Fioretti, A. (2014). *Indústria, conjuntos habitacionais e assentamentos precários: o Distrito de Carapina, município da Serra (ES) de 1966 a 1995* (Dissertação de Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGG/ UFES, Vitória.
- Giguère, M. (2009). *Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains*. Institut national de santé publique du Québec, Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels. Disponível em <www.inspq.qc.ca>.
- Gomes, W. P. (2017). *Características da temperatura na zona costeira: análise do clima urbano em Ubatuba-SP* (Dissertação de Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia - FCT/UNESP - campus de Presidente Prudente. Presidente Prudente.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2019). *Censo Demográfico 2010*. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em <<https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>>.
- Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA). *Relatório Anual da Qualidade do Ar RMGV 2013*. Disponível em <https://iema.es.gov.br/Media/iema/Downloads/RAMQAR/Relat%C3%B3rio_Anuar_de_Qualidade_do_ar>.
- Landsberg, H. E. (2006). O clima das cidades (Tradução de José Bueno Conti). *Revista do Departamento de Geografia*, 18, 95-111.
- Leconte, F. (2015). *Caractérisation des îlots de chaleur urbain par zonage climatique et mesures mobiles: Cas de Nancy* (Thèse de doctorat Climatologie). Université de Lorraine, Nancy.
- Lombardo, M. A. (2009). Análise das mudanças climáticas nas metrópoles: o exemplo de São Paulo e Lisboa. In A. T. C. Cortez, & S. A. G. Ortigoza (Orgs.), *Da produção ao consumo: impactos socioambientais no espaço urbano [online]* (pp. 111-146). São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica.
- Lopes, L. C. S., & Jardim, C. H. (2012). Variações de temperatura e umidade do ar em área urbana e rural durante o seguimento temporal de inverno de 2011 em Contagem e Betim (MG). *Acta Geográfica (Edição Especial de Climatologia Geográfica)*, 1, 205-221. Disponível em <<https://revista.ufrr.br/actageo/article/view/1103>>.
- Marinha do Brasil - Diretoria de Hidrografia e Navegação (DNH). Disponível em <<https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>>.
- Martinez, J. M. (2014). Estudio de la isla de calor de la ciudad de Alicante. *Investigaciones Geográficas*, 62, julio/diciembre, 83-99.
- Mendonça, F. A. (2015). O estudo do clima urbano no Brasil. In C. A. F. Monteiro, & F. A. Mendonça F. (Orgs), *Clima urbano* (pp. 175-192). São Paulo: Contexto.
- Mendonça, M., & Lombardo, M. A. (2009). El clima urbano de ciudades subtropicales costeras atlánticas: el caso de la conurbación de Florianópolis. *Revista de Geografia Norte Grande*, 44, 129-141. Disponível em <<https://scielo.conicyt.cl/pdf/rgeong/n44/art07.pdf>>.
- Moura, M. de O., Zanella, M. E., & Sales, M. C. L. (2008). Ilhas térmicas na cidade de Fortaleza/CE. *Boletim Goiano de Geografia*, 25(2), jul./dez, 33-44.
- Oliveira, A. P., & Silva Dias, P. L. (1982). Aspectos observacionais da Brisa Marítima em São Paulo. *Anais Congresso Brasileiro de Meteorologia*, 2, 129-145.
- Oliveira, W. D. (2018). *O campo térmico do distrito de Carapina - Serra/ES: estudo de caso em áreas litorâneas* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGG/UFES, Vitória. Disponível em <<http://repositorio.ufes.br/jspui/handle/10/10886>>.
- Oliveira, W. D. (2019). Estudo do campo higrométrico em situação sazonal de verão: o caso do distrito de Carapina-Serra/ES. *Revista Entre Lugar*, 10(19), 105-132. ISSN 2176-9559. Disponível em <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/9733>>.
- ONU - Organização das Nações Unidas (2018). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. Disponível em <<https://esa.un.org/unpd/wup/>>.
- ONU - Organização das Nações Unidas (2012). *Fatos sobre a cidade*. Disponível em <<http://www.onu.org.br/rio20/cidades.pdf>>.
- Pérez Cueva, A. J. (2001). Clima y confort a les ciutats: la ciutat de València. *Mètode*, 31, Outubro.
- Pitton, S. E. C. (1997). *As cidades como indicadoras de alterações térmicas* (Tese de Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo.

- Quereda, J., Montón, E., & Escrig, J. (2007). Un análisis experimental del efecto urbano sobre las temperaturas. *Investigaciones Geográficas*, 43, 5-17.
- Rocha, V. M., & Fialho, E. S. (2010). Uso da terra e suas implicações na variação termo-higrométrica ao longo de um transeito campo-cidade no município de Viçosa-MG. *Revista de Ciências Humanas*, 10(1), 64-77. Disponível em <<https://periodicos.ufv.br/RCH/article/view/3494/0>>.
- Roux, J. (2014). *L'îlot de Chaleur Urbain à Dijon: Mise en place d'une campagne de mesures urbaines de la température* (Mémoire de Master). UFR Sciences Humaines, Département de Géographie, Université de Bourgogne, Dijon.
- Silva, E. N., Ribeiro, H., & Santana, P. (2014). Clima e saúde em contextos urbanos: uma revisão da literatura. *Biblio 3w*, 19. Disponível em <<http://www.ub.edu/geocrit/b3w-1092.htm>>.
- Tarifa, J. R., & Azevedo, T. R. (Orgs.) (2001). *Os climas na cidade de São Paulo* (vol. 4). São Paulo: Ed. Geousp.