ENTRELUGAR

ESTUDO DO CAMPO HIGROMÉTRICO EM SITUAÇÃO SAZONAL DE VERÃO: O CASO DO DISTRITO DE CARAPINA-SERRA/ES.

STUDY OF THE HYGROMETRIC FIELD IN SUMMER SEASONAL SITUATION: THE CASE OF THE CARAPINA-SERRA / ES DISTRICT

ÉTUDE DU CHAMP HYGROMÉTRIQUE EN SITUATION SAISONNIÈRE EN ÉTÉ: LE CAS DU DISTRICT DE CARAPINA-SERRA / ES

Wemerson Diascanio Oliveira
Doutorando pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da UFES.
Licenciado em Geografia pela UFV.
Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da UFES
E-mail: wemersonoliveira.geo@gmail.com

Resumo: O crescimento da malha urbana das cidades modifica a variabilidade espaço-temporal dos elementos climáticos. Todavia, a umidade do ar não está entre as mais analisadas, muito embora, esta seja importante, na medida em que é um agente que transfere energia de um lugar para outro na superfície da Terra. Como também, junto com as nuvens, influencia na transmissão de radiação como determina o estado do conforto fisiológico humano. Nesse sentido, a pesquisa se propôs a analisar a distribuição da umidade, no distrito de Carapina, situado no município de Serra, no Espírito Santo em situação sazonal de verão. Para isso, utilizou-se transect móvel (10h00min; 16h00min e 20h00min), com 42 pontos de observação e seis pontos fixos. Dentre os resultados, pode-se destacar que o campo hígrico do distrito de Carapina, em uma situação de atuação da ASAS, apontou que nas coletas matutinas e vespertinas os pontos de coleta com maiores valores médios de umidade relativa do ar estiveram dispostos ao longo da faixa litorânea. Na coleta noturna este padrão se modificou, e os maiores registros médios de umidade se estenderam por toda a porção norte do distrito de Carapina, especialmente na porção interiorana.

Palavras-chave: Transect, Umidade relativa do ar, Distrito de Carapina e umidade urbana.

Resumen: La croissance du réseau urbain des villes modifie la variabilité spatio-temporelle des éléments climatiques. Cependant, l'humidité de l'air ne figure pas parmi les plus analysées, bien que l'humidité de l'air soit importante en ce sens qu'il s'agit d'un agent qui transfère de l'énergie d'un endroit à un autre à la surface de la Terre. En plus des nuages, il influence la transmission du rayonnement car il détermine l'état du confort physiologique humain. En ce sens, il a été proposé que la recherche évalue la répartition de l'humidité dans le district de Carapina, situé dans la municipalité de Serra, à Espírito Santo, dans une situation estivale saisonnière. Pour cela, nous avons utilisé le transect mobile (10h00min, 16h00min et 20h00min), avec 42 points d'observation et six points fixes. Parmi les résultats, il convient de souligner que le champ pluvieux du district de Carapina, dans une situation de performance ASAS, indiquait que dans les collectes du matin et de l'après-midi, les points de collecte avec des valeurs d'humidité relative de l'air plus élevées étaient disposés de la bande côtière. La collecte de nuit a changé, et les registres d'humidité moyens les plus élevés se sont étendus dans la partie nord du district de Carapina, en particulier dans la partie intérieure.
Mots clés: Transect, Humidité relative de l'air, District de Carapina et Humidité urbaine.

Abstract: The urban grid growth of cities, modifies the space-time variability of the climatic elements. However, air humidity is not among the most analyzed, although air humidity is important in that it is an agent that transfers energy from one place to another on the surface of the Earth. As well as, along with clouds, it influences the transmission of radiation as it determines the state of human physiological comfort. In this sense, the research was proposed to evaluate the distribution of moisture in the district of Carapina, located in the municipality of Serra, Espírito Santo, in a seasonal summer situation. For this, we used mobile transect (10h00min, 16h00min and 20h00min), with 42 observation points and six fixed points. Among the results, it can be highlighted that the rainy field of the district of Carapina, in a situation of ASAS performance, the results indicated that in the morning and afternoon collections the

collection points with higher values of relative humidity of the air were arranged along of the coastal strip. At night collection this pattern changed, and the highest mean moisture registers extended throughout the northern portion of the Carapina district, especially in the interior portion.

Key-words: Transect, Relative air humidity, Carapina district and urban humidity.

INTRODUÇÃO

O contingente populacional residindo em meio urbano aumentou significativamente a partir da segunda metade do século XX, saltando de 751 milhões em 1950, para 4,2 bilhões em 2011, representando por volta de 53% (ONU, 2018). E as expectativas para 2050 são de que 68% da população mundial estará nas cidades.

A relação entre o crescimento das aglomerações urbanas e o meio "natural" traz consigo uma série de desafios socioambientais. De maneira geral, as gestões urbana e ambiental não se mostram adequadas, visto que o planejamento das cidades não prioriza assegurar a qualidade ambiental.

O processo de urbanização altera as características da superfície, produz calor antropogênico e modifica a composição atmosférica, podendo imprimir às cidades um clima com características singulares, ou então a formação de Zonas Climáticas Locais no interior do meio urbano (LANDSBERG, 2006).

Os impactos da deteriorização da qualidade do ar na saúde humana, decorrente das modificações do uso e cobertura da terra e das dinâmicas urbanas, já são conhecidos. Apesar de serem inerentes à população urbana, alguns grupos sociais sofrem de maneira mais efetiva, principalmente, idosos, crianças, pessoas de baixo poder aquisitivo e cidadãos que já possuem doença crônica (GIGUÈRE, 2009).

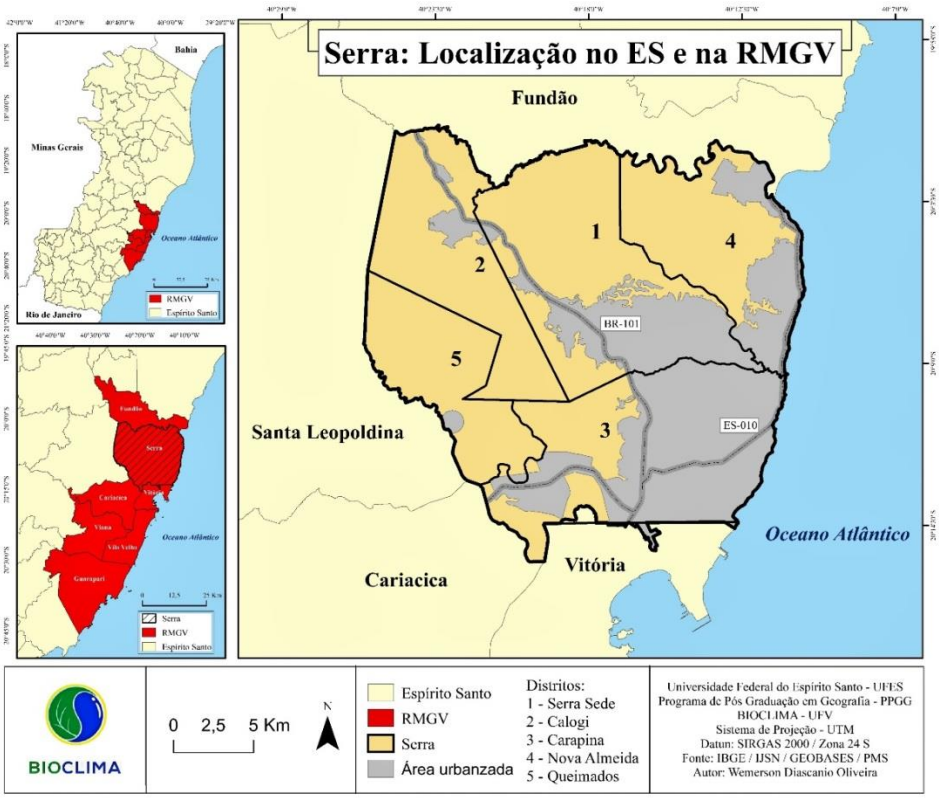
As cidades, capazes de gerar seu próprio clima em função das grandes transformações ocorridas em consonância com seus atributos geoecológicos, são muitas vezes entendidas unicamente como dispersora das mazelas ambientais. No entanto, o relatório da Rio + 20 "Fatos sobre a Cidade", aponta que nelas podem estar as chaves para as soluções de inúmeros desafios mundiais. Segundo a ONU (2012), elas estão em uma posição única para liderar o esverdeamento da economia global, melhorar a eficiência do uso da energia, água e sistemas de resíduos, por exemplo.

Compreender o comportamento de alguns dos elementos que caracterizam a condição da atmosfera urbana, dentre eles umidade atmosférica, que apesar de ainda pouco estudada, é importante, na medida em que é um agente que transfere energia de um lugar para outro na superfície da Terra, como também, junto com as nuvens, influencia na transmissão de radiação como determina o estado do conforto fisiológico humano. Neste sentido, uma vez constatado o alto grau de industrialização do distrito de Carapina-Serra/ES (OLIVEIRA, 2018), assim como o seu acelerado processo de urbanização, resultando na supressão e ocupação de áreas verdes de grande sensibilidade ambiental; aumento da massa edificada, dentre outros, esse trabalho objetiva-se a analisar a variabilidade espaço temporal do campo higrométrico e sua relação com os diferentes padrões de uso e ocupação da terra e dinâmicas urbanas existentes no distrito de Carapina, no município de Serra-ES.

ÁREA DE ESTUDO

O município de Serra está localizado na porção litorânea do Estado do Espírito Santo, integra a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV). Com área territorial de 554,2 km², configura-se como um dos maiores municípios do Estado. Possui 28km de litoral e 223,7 km² de área urbanizada. Situado 28 km da capital Vitória, limita-se ao norte e ao sul, respectivamente, com os municípios metropolitanos de Fundão, Vitória e Cariacica. A oeste faz divisa com o munícipio 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).

Figura 1 - Localização do município de Serra e divisão distrital.



Fonte: IBGE (2010). Organizado por Wemerson Diascanio Oliveira, 2019.

A área delimitada para o desenvolvimento do estudo, o distrito de Carapina, localiza-se na porção Sul do município de Serra e é conurbada com a capital do Espírito Santo, Vitória. Possui 152 km² de área territorial, sendo 46% urbana. Além de concentrar o maior contingente populacional do município serrano (251.967 habitantes), o distrito de Carapina se destaca na dinâmica econômica, concentrando a maior quantidade de indústrias e exercendo centralidade nas atividades de comércio e serviços.

Segundo Fioretti (2017) na década de 1970 a paisagem do município de Serra era dominada por atividades agrícolas, apresentando aspecto rural e baixos índices de urbanização. Na primeira metade do século XX a população serrana alcançava 10.000 habitantes e o atual distrito de Carapina era formado por um pequeno núcleo urbano cercado por grandes fazendas. A partir do ano de 1971 o Espírito Santo, em especial o que mais tarde viria a se tornar a RMGV, começa a passar por um desenvolvimento industrial, tendo o distrito de Carapina como palco de instalação de plantas industriais. O processo de urbanização e industrialização, a ampliação do

mercado de trabalho e o baixo preço dos imóveis fizeram com que o município de Serra se tornasse um dos principais polos de atração migratória da RMGV na segunda metade do séc. XX (BOSCAGLIA, 2013).

Nesse contexto, o município de Serra registrou grande incremento populacional, conforme os 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, apresentando um crescimento de mais de 2.417% (Tabela 1).

Na porção urbana, o crescimento populacional foi ainda mais intenso. No intervalo de apenas 40 anos a população urbana aumentou em mais de 5.200%. Em 1970 apenas 46,1% da população serrana residia no perímetro urbano, enquanto no ano de 2010 a taxa de urbanização do município chega a 99,8%.

O processo de urbanização de Serra ocorreu a partir dos vetores de expansão associados aos novos projetos industriais e aos grandes eixos viários (BR-101 e ES-010). Nesse 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 possui maior concentração populacional e urbana. Enquanto à leste, nos distritos de Queimados e Calogi, pouco se observa área urbanizada e concentração populacional (Figura 2).

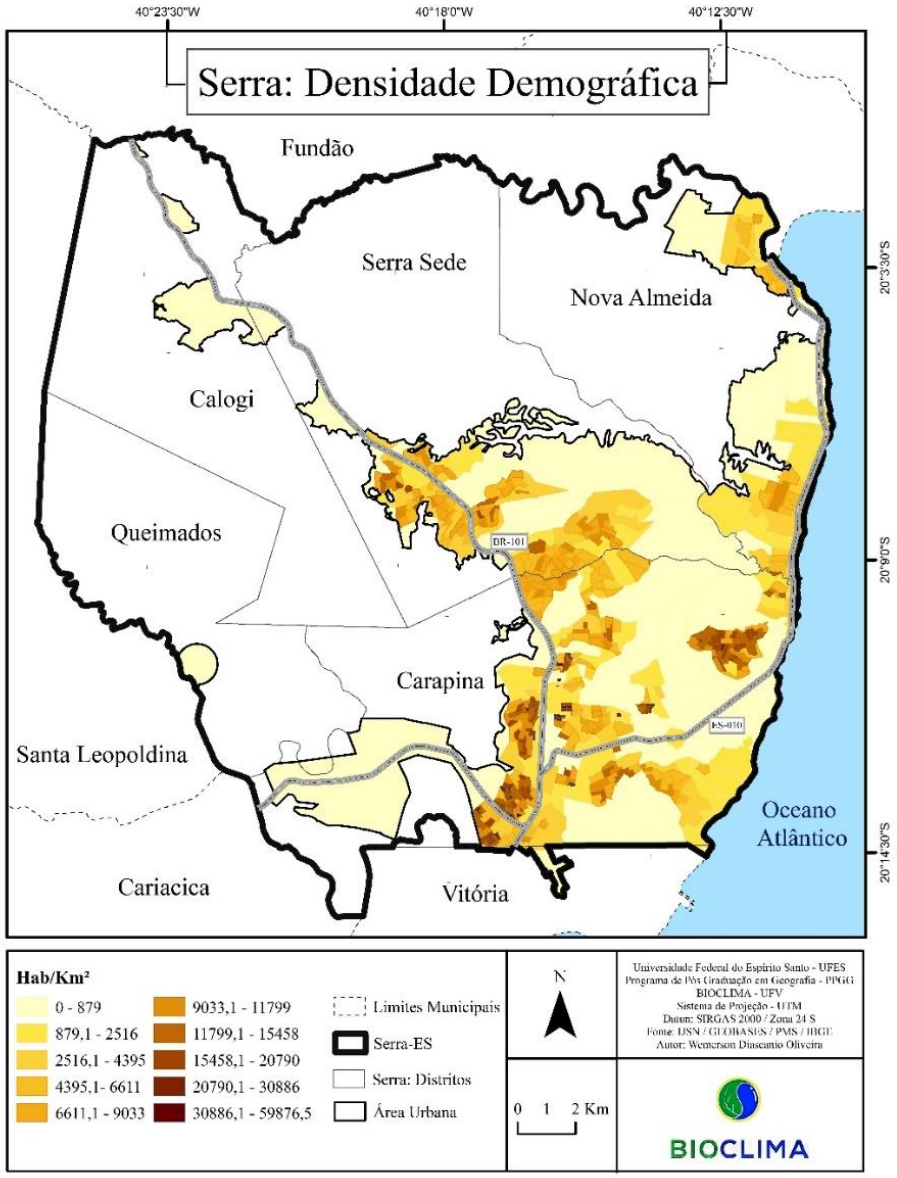
Tabela 1 - Distribuição populacional por distrito administrativo - 2010 - Serra-ES.

Distritos	População Total	População Urbana	Taxa de Urbanização
Carapina	251.967	251.940	99,99
Serra Sede	112.103	111.503	99,76
Nova Almeida	51.190	51.056	99,74
Calogi	1.800	577	32,06
Queimados	833	-------	0,00

Fonte: IBGE

Organização: Wemerson Diascanio Oliveira

Figura 2 - Densidade demográfica da na área urbana do município de Serra-ES (2010).

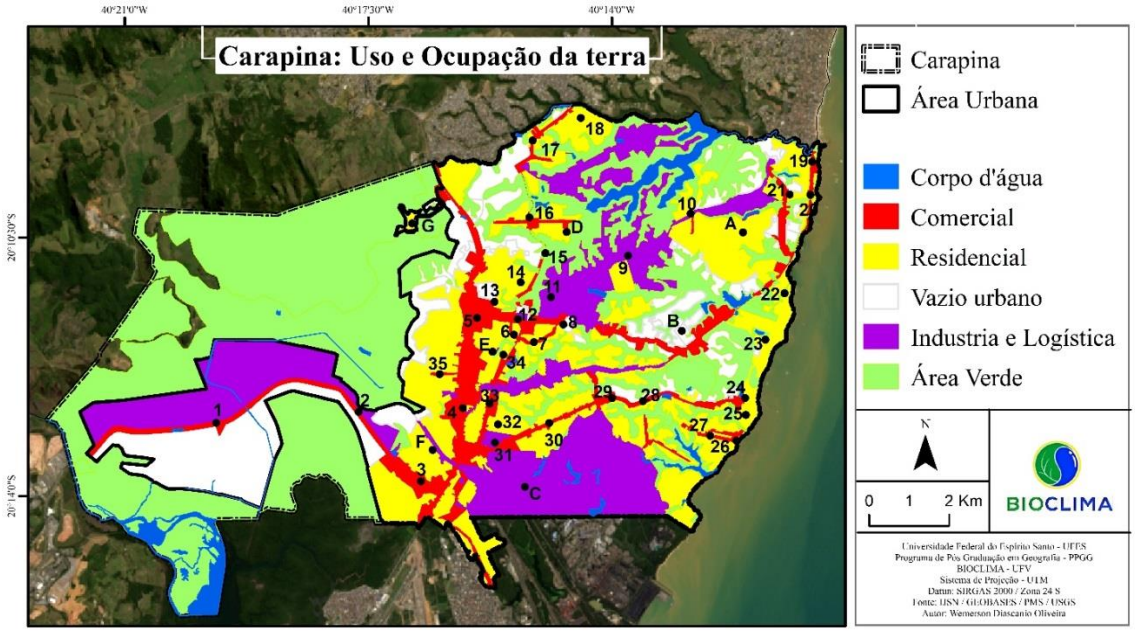


Fonte: IBGE (2010). Organizado por Wemerson Diascanio Oliveira, 2019.

O uso e cobertura da terra no distrito de Carapina refletem a sua dinâmica de ocupação. As áreas industriais e comerciais, com a presença de diversas fábricas e galpões, ocupam tanto as margens dos eixos viários, no sentido Leste-oeste quanto ao longo da BR 101 no sentido Norte-Sul. Já as áreas residenciais estão dispostas no litoral, local histórico de ocupação e no entorno das áreas comerciais e industriais (Figura 3).

Em relação a dinâmica sinótica da atmosfera, a ASAS (Alta Subtropical do Atlântico Sul) atua provocando estabilidade atmosférica e elevação das temperaturas. As FF (Frentes Frias), geradas a partir da penetração do anticlone polar atlântico, são responsáveis por boa parte das chuvas ocorridas na região.

Figura 3 - Uso e ocupação da terra no distrito de Carapina e localização dos pontos fixos e móveis.



Fonte: Prefeitura Municipal de Serra (PMS) (2012). Organizado por Wemerson Diascanio Oliveira, 2019.

A mPa (Massa Polar Atlântica) atua especialmente no outono e inverno. Sua chegada provoca episódios de temperaturas mais amenas. A ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) atua sobre o município, especialmente, no período de Outubro a Março, caracterizada como uma banda de nebulosidade orientada no sentido NO-SE, sua presença provoca um grande volume de precipitações (SANT'ANNA NETO, 2005).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos técnicos-operacionais são baseados nas pesquisas desenvolvidas pelo Laboratório de Biogeografia e Climatologia da Universidade

Federal de Viçosa (BIOCLIMA), conforme as proposições de Fialho (2009, 2012 e 2015); Rocha; Fialho (2010), Ferreira (2015), Fialho *et* al. (2015) Fialho; Quina (2016); Allocca (2018) e Oliveira (2018). A escolha dos pontos de mensuração fixos e móveis buscou expressar os diferentes atributos do sítio no qual a cidade se assenta, a diversidade de funções e morfologias urbanas e o dinamismo da vida citadina. Além destes, outra importante característica observada par a definição dos pontos de coleta foi a atuação dos ventos de brisa marítima e terrestre.

A partir destes aspectos 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 setor foi instalado um miniabrigo meteorológico equipado com *dataloggers*. Além desses cinco, outro miniabrigo foi alocado no bairro Pitanga, localizado na porção interior do distrito (área mais urbanizada). A escolha deste bairro ocorreu devido às suas características singulares em se tratando de uma cidade metropolitana (baixa densidade demográfica, baixo fluxo de veículos e aspecto rural). Além dos pontos fixos, foram definidos dois *transects* móveis a serem realizados de maneira concomitante. O *transect* 1 (*Transects Interior)*, atravessa a porção mais densamente urbanizada do distrito de Carapina. Seu trajeto inicia-se no extremo oeste do distrito e percorre toda sua área urbana no sentido norte - sul. Este percurso possui 32,4 km de extensão e 18 pontos de coleta (ponto 1 ao 18).

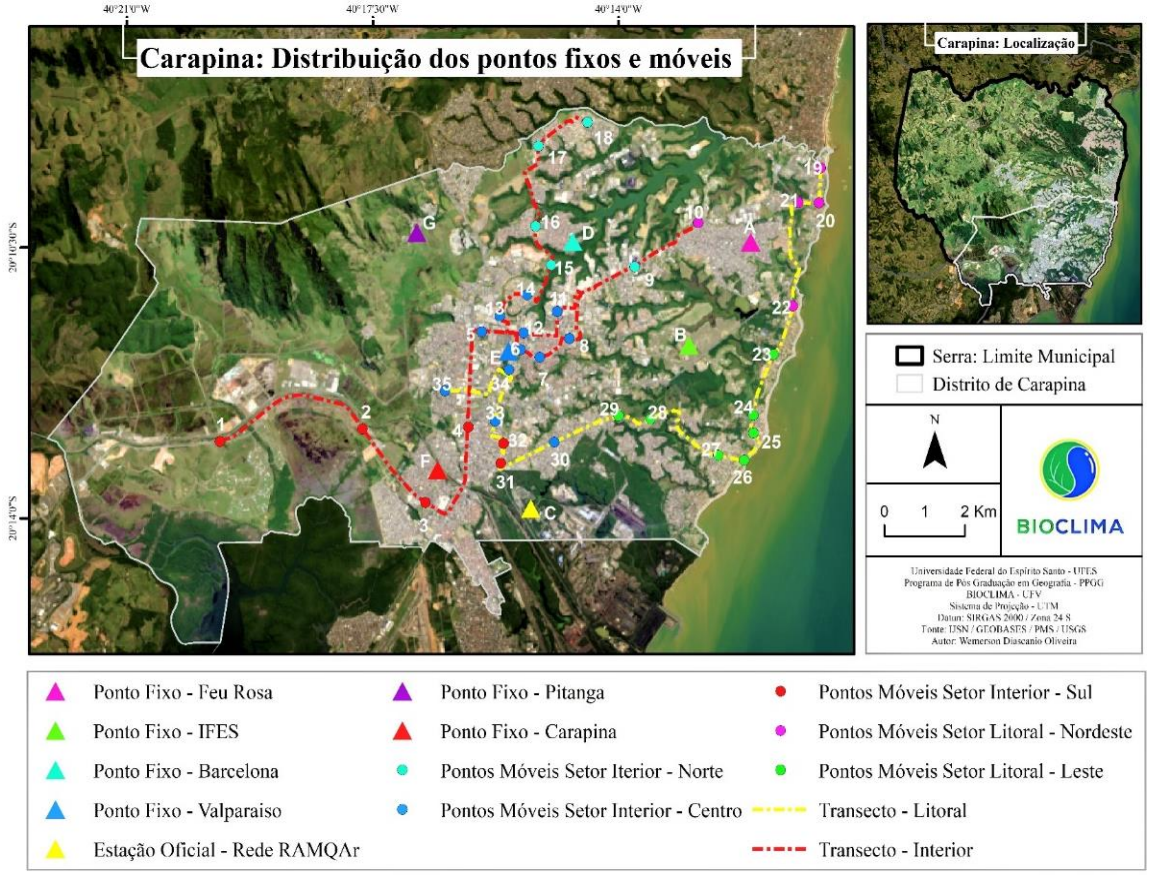
O *transect* 2 (*Transect Litoral)* cruza todo o litoral no sentido norte-sul e caminha no sentido leste-oeste para o interior da área urbana. Possui 20,7 km de extensão e 17 pontos de mensuração (ponto 19 ao 35).

Além destes, utilizou-se nesta pesquisa dados meteorológicos da estação oficial da rede RANQAr, totalizando assim 42 pontos de coleta (Figura 4). A mensuração da umidade do ar nos pontos fixos foi realizada com sensores digitais automáticos modelo *datalogger* (HOBO-U-012). Os sensores foram afixados em miniabrigos meteorológicos construídos em PVC (policloreto de vinila) e posicionados a 1,5m da superfície, conforme proposta de Lopes; Jardim (2012) e foram programados para aferirem a umidade do ar a cada uma hora.

As coletas móveis foram realizadas utilizando termohigrômetros digitais modelo Minipa MT-241. A fim de proteger o sensor da radiação direta do sol, os equipamentos foram abrigados em estrutura de PVC com 100cm de diâmetro e 52cm de

comprimento, o qual foi envolto em papel alumínio. Os procedimentos técnicos para a montagem e manuseio dos abrigos fixos e móveis seguiram as proposições de Fialho (2009). Os registros foram realizados procurando abranger a estação quente e chuvosa (verão). A coleta de dados ocorreu no dia 17/01/2018 (quarta-feira) às 10h00min, 16h00min e 20h00min. Os horários definidos para a realização dos *transects* móveis sofreram adaptações relativas ao horário de verão na coleta do dia 17/01/2018 e, no caso da coleta noturna, adaptações relacionadas às questões de segurança dos pesquisadores.

Figura 4 - Localização dos pontos fixos e móveis e trajetos dos trasects interior e litoral.



Fonte: USGS (2018). Organizado por Wemerson Diascanio Oliveira, 2019.

Figura 5 - A: *Datalogger* modelo Hobo U – 12; B: miniabrigo meteorológico; C: Termohigrômetro modelo MINIPA MT – 241 e abrigo de PVC; D: manuseio do abrigo móvel.



Fonte: Bioclima. Organizado pelo autor, 2019.

O tempo decorrido dos trajetos girou em torno de 1h00min. Em alguns períodos do dia, devido ao fluxo mais intenso do tráfego, o percurso chegou a durar 1h16min. Porém no período em que o trânsito estava mais livre o tempo decorrido foi de exatos 60min. Na Tabela 3 há uma síntese com as informações acerca do episódio de coleta.

Tabela 3 - Síntese das informações referentes ao episódio de coleta de dados.

Data	Estação do Ano	Período	Rota	Horário inicial	Horário final	Tempo Total Decorrido
17/01/2018 Quarta Feira	Verão	Manhã	*Transect* Interior	10h	11h:16min	1h:16min *(76 min)*
			Transect Litoral	10h	11h:06min	1h:06min *(66min)*
		Tarde	*Transect* Interior	16h	17h:15min	1h:15min *(75min)*
			Transect Litoral	16h	17h:04min	1h:04min *(64min)*
		Noite	*Transect* Interior	20h	21h:05min	1h:05min (65min)
			Transect Litoral	20h	21h	1h *(60min)*

Organizado por Wemerson Diascanio Oliveira, 2019.

Para observar a influência do desenho urbano no microclima, este estudo realizou o levantamento dos valores de *Sky View Factor* (SVF) ou Fator de Visão do Céu e a trajetória polar (que indica o número de horas aproximadas e em quais horários o ponto ficou exposto diretamente à radiação solar) dos pontos fixos e móveis. Os

procedimentos técnicos e operacioanais para a quantificação do grau de obstrução da abóboda celeste e a classificação em alta, média e baixa obstrução basearam-se nas proposições de Collischonn; Ferreira (2015) e Ferreira; Fialho (2016) (Tabela 4).

Tabela 4 - 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 e Ferreira (2015).

O mapeamento hipsométrico foi elaborado utilizando-se o Sig ArcMap 10.1 a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) derivado de imagens de satélite SRTM (Shutlle Radar Topograph Mission), com resolução espacial de 30m e formato GEOTIFF (16 Bits). Após a criação do MDE foi gerado um *Triangulated Irregular Network (TIN)* a fim de destacar a hipsometria do relevo. Por fim, extraiu-se os valores altimétricos de cada pixel em que foram efetivados os registros fixos e móveis.

Os dados de densidade demográfica foram obtidos a partir da confecção de um mapa utilizando-se os dados populacionais e os setores censitários do censo de 2010 (disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE). O mapa de radiação solar foi elaborado partir de uma imagem SRTM, utilizando-se a ferramenta *Solar Radiation* da extensão *Spatial Analyst* existente no software ArcMap 10.1. Posteriormente foi extraído o valor de radiação solar global no período do verão de cada um dos pixels em que foram efetivados os registros fixos e móveis.

Para que se pudesse relacionar o índice de vegetação com os valores de umidade de cada um dos pontos de coletas fixos e móveis, inicialmente foi elaborado um mapa de NDVI *(Normalized Difference Vegetation Index).*

A carta foi confeccionada no software ArcMap 10.1 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 12h:37min.. As imagens foram adquiridas gratuitamente junto ao *United States Geological Survey* (USGS). Após a elaboração do mapa de NDVI, foi extraído e tabelado o índice de vegetação de cada

pixel no qual foi realizada a mensuração dos dados de temperatura e umidade relativa do ar e correlacionado com os valores de umidade.

O tráfego veicular é um fator de grande relevância nos estudos de clima urbano. Assim, as ruas e avenidas foram classificadas em: trânsito com intensidade Alta, trânsito com intensidade Média e trânsito com intensidade Leve. Os parâmetros utilizados para a classificação 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 dos dados e quantificações dos fatores geoecológicos e geourbanos, foram realizadas correlações de Pearson (Tabela 5) entre os fatores e os valores de umidade do ar. As correlações foram realizadas no software InfoStat/F. Di Rienzo *et* al. (2012). Os valores de referência seguiram as orientações presentes no manual do próprio programa, sendo eles:

Tabela 5 - 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).

Organizado por: Wemerson Diascanio Oliveira, 2019.

Para o acompanhamento da dinâmica atmosférica foram utilizadas cartas sinóticas e imagens de satélite disponíveis, respectivamente, nos sites da 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).

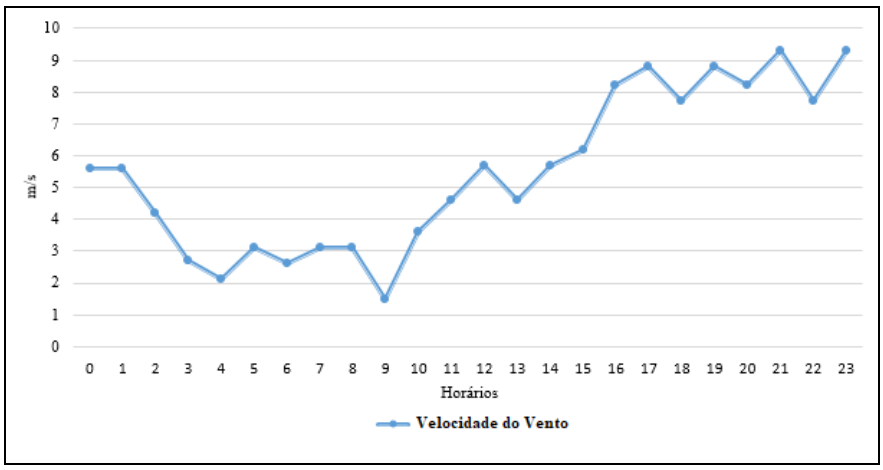
RESULTADOS E DISCUSSÕES

O trabalho de campo foi realizado no dia 17/1/2018 (quarta-feira) às 10h00min, 16h00min e 20h00min. O sistema atmosférico que atuou nos dias que antecederam o episódio de coleta de dados (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) foi a Alta Subtropical do Atlântico Sul - ASAS (Figuras 6A e 6B).

Com a atuação da ASAS as condições meteorológicas para o desenvolvimento da pesquisa se mostraram ideais, com céu claro, poucas nuvens e sem registros de eventos de precipitação. A Pressão atmosférica manteve-se alta, oscilando entre aproximadamente 1016hPa e 1018hPa. As temperaturas permaneceram elevadas ao longo de todo o período. Em relação ao comportamento do vento, foi verificada a atuação das brisas marítimas e oceânicas no dia 17/1, data do episódio de coleta de dados. Entre às 00h00min e às 2h00min houve predomínio de ventos oriundos do quadrante NE. A partir das 3h00min até às 10h00min os ventos continentais vindos de NO atuaram com maior intensidade.

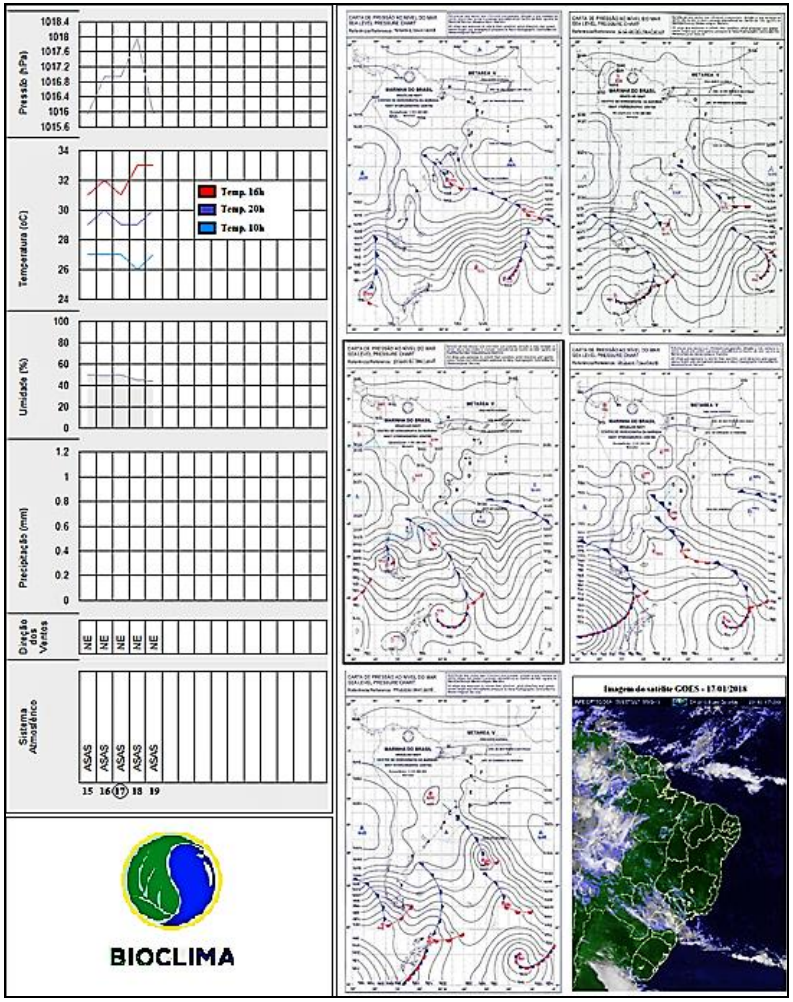
Com aquecimento da superfície continental a partir do fim da manhã e o aumento do gradiente térmico terra-mar, formou-se uma célula convectiva de baixa pressão no continente acarretando na inversão da direção dos ventos, que de 11h00min às 23h00min, passam a soprar do oceano (NE). Além disso, observou-se o aumento da sua intensidade, chegando a atingir aproximadamente 8m/s a partir das 16h00min.

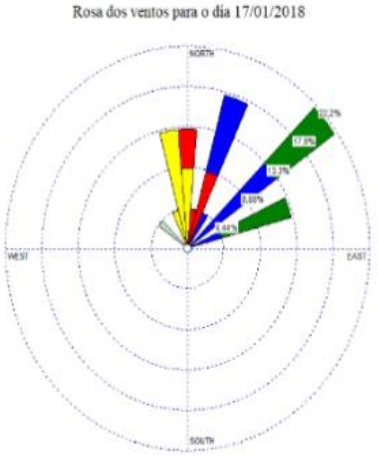
Figura 6A - Variação horária da velocidade do vento em 17/01/2018



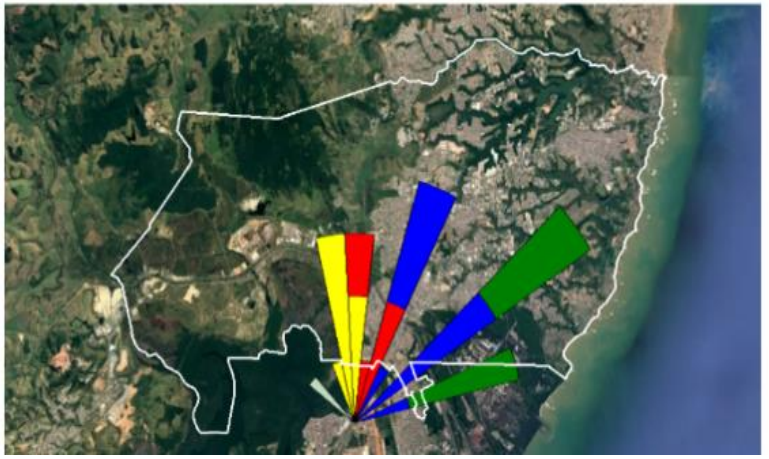
Fonte: CPTEC/INPE Elaboração: Wemerson Diascanio Oliveira, 2019.

Figura 6B - Análise rítmica e cartas sinóticas dos dias 15/01–19/01 e vento (17/01/2018).





Direção horária do vento: 17/01/18	
Hora	**Direção**
00	NE
01	NE
02	NE
03	NO
04	NO
05	NO
06	NO
07	NO
08	NO
09	NO
10	NO
11	NE
12	NE
13	NE
14	NE
15	NE
16	NE
17	NE
18	NE
19	NE
20	NE
21	NE
22	NE
23	NE



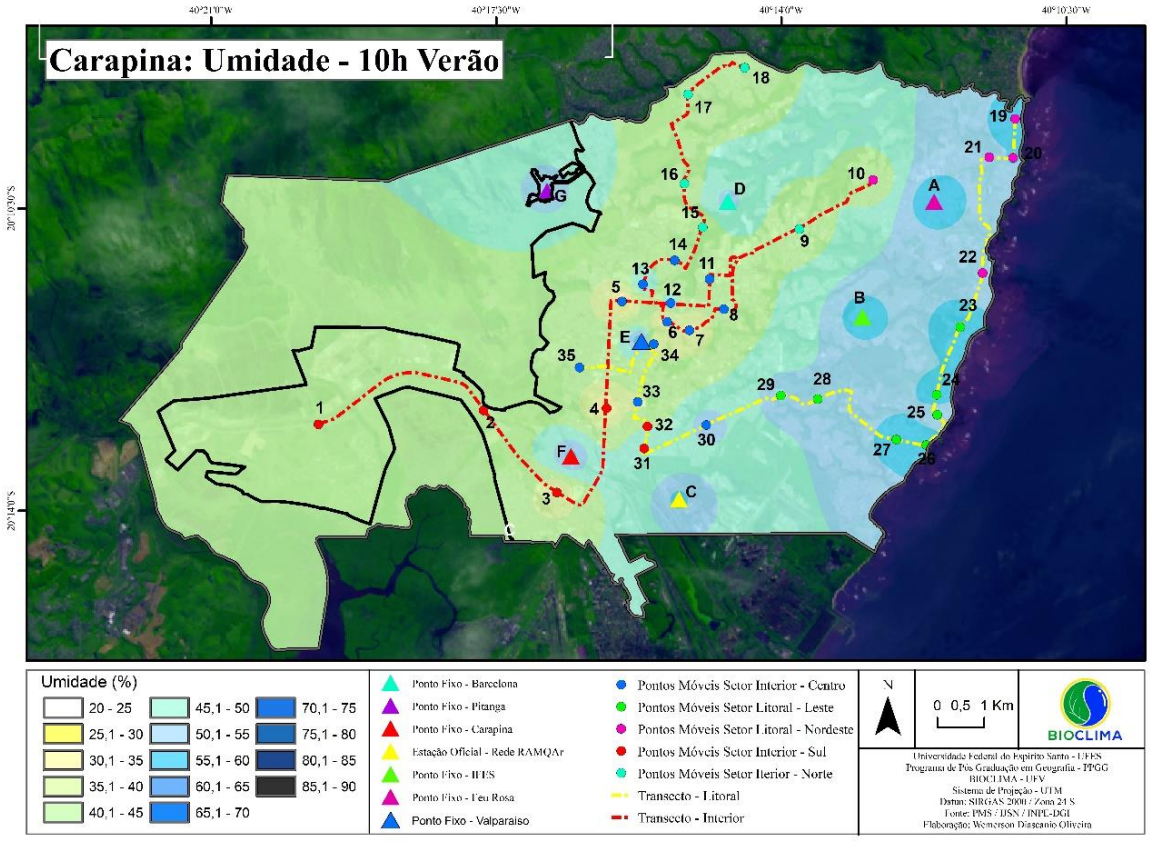
Fonte: Marinha do Brasil, CPTEC/INPE. Elaboração: Wemerson Diascanio Oliveira, 2019.

Análise episódica da coleta de verão – 10h00min

A umidade do ar média registrada na coleta das 10h00min foi de 43,4%. Observando o mapeamento hígrico do distrito de Carapina pode-se notar dois ramos[1] com características distintas, o ramo litorâneo e o ramo interior (Figura 7). O ramo litorâneo apresentou o maior valor médio de umidade ralativa do ar 54,54%, variando entre 49,0% (P31) e 59% (P23). Este ramo é composto pelos pontos P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26, P27, P28, P29, P30, P31, PA, PB e PC (Figura 7).

Já o ramo interior, formado pelos pontos fixos PD, PE, PF e PG e pelos pontos móveis P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P32, P33, P34 e P35, apresentou o índice médio de umidade relativa do ar mais baixo (40,5%) com valores entre 28,0% (P5) e 62,0% (PE) (Figura 7).

Figura 7 - Campo hígrico do distrito de Carapina – 10h – Verão.



Fonte: Dados próprios. Elaboração: Wemerson Diascanio Oliveira, 2019.

[1] A terminologia **RAMO** será utilizada ao longo do texto para designar conjuntos de pontos ou áreas com valores de umidade relativa do ar semelhantes, independentemente dos fatores responsáveis pelo comportamento hígrico dos pontos observados.

A influência do oceano nos índices de hígricos no distrito de Carapina se evidencia a partir da observação do mapeamento e do resultado da análise de Pearson, que apontou correlação moderada e de muito boa significância entre os valores de umidade e a distância em relação à linha de costa. Tendência também observada por Correa (2009) na cidade de Vitória-ES (Tabela 6).

Outro fator importante no condicionamento do comportamento da umidade relativa do ar observado no distrito de Carapina, são as características da superfície e os padrões de uso e ocupação da terra. Os pontos de coleta que formam o ramo de menor índice hígrico (ramo interior) estão dispostos nas áres mais dinâmicas do distrito, caracterizada por baixos índices de vegetação, alta densidade demográfica e de construções, predomínio de uso comercial e grande presença de asfalto e concreto. Neste ramo podemos destacar os pontos P4 (30,0%), P5 (28,0%), P6 (31,0%), P7 (33,0%) e P34 (31,0%) que estão inseridos na porção central e mais urbanizada.

Tabela 6 - Resultados da análise de Pearson referente ao campo hígrico das 10h00min.

Umidade	Fatores	Pearson	p-value
Umidade – 10h °C	Altitude	-0,70	<0,0001
Umidade – 10h °C	Radiação Solar	-0,13	0,4052
Umidade – 10h °C	Distância Linha de Costa	-0,56	0,0001
Umidade – 10h °C	Velocidade Vento	-0,03	0,8328
Umidade – 10h °C	Índice de Vegetação	0,21	0,1837
Umidade – 10h °C	Sky View Factor	-0,26	0,0710
Umidade – 10h °C	Intensidade do Trafego	-0,72	<0,0001
Umidade – 10h °C	Temperatura	-0,31	0,0471
Umidade – 10h °C	Horas de Sol	-0,05	0,7545
Umidade – 10h °C	Lux	0,16	0,3074
Umidade – 10h °C	Densidade Demográfica	0,03	0,8434

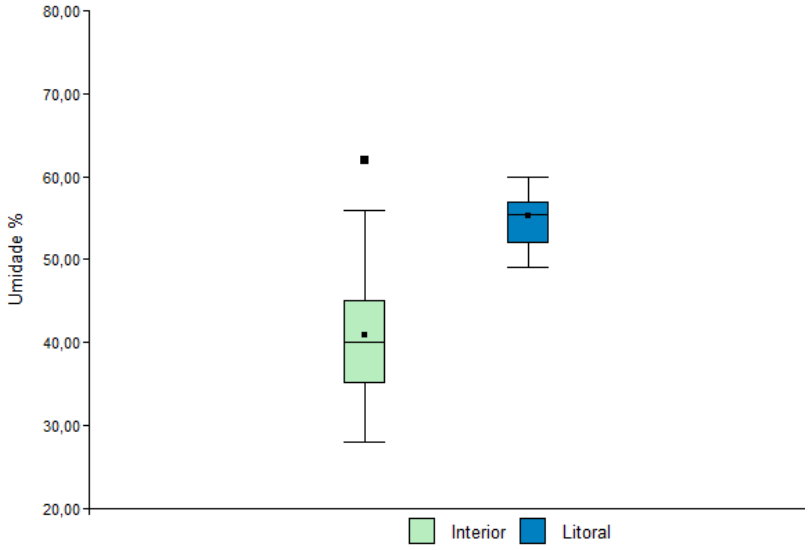
Elaborado pelos autores, 2019.

A influência do grau de urbanização no comportamento da umidade é refletido pela correlação forte e negativa e de muito boa significância entre a intensidade do tráfego veicular e os índices de umidade. O trânsito mais intenso de veículos é observado justamente na porção mais urbanizada e dinâmica do distrito de Carapina, enquanto a porção litorânea, por ter uma ocupação basicamente residencial e pouco densa, apresenta tráfego veicular leve (Tabela 6 e Figura 3). Dentro do ramo

interior os pontos que apresentaram os maiores índices de umidade possuem alguma presença de vegetação em seu entorno, como nos casos do ponto PG (53,0%) que está localizado em uma área de aspecto rural e do ponto PE (62,0%) que situa-se em um amplo terreno com grande presença de ávores. O ramo com maiores valores hígricos, além de estar disposto ao longo da faixa litorânea, está inserido em área residencial e de baixa densidade demográfica e construtiva. Os índices de vegetação desta porção do distrito são mais elevados, contribuindo para a manutenção de valores mais altos de umidade relativa do ar, mesmo se tratando de formações vegetais rasteiras e de pequeno e médio porte.

Neste ramo descam-se o ponto PB (59,0%) localizado no interior do pátio do Instituto Federal de Educação do Espírito Santo – IFES e pontos P23 (59,0%) e P26 (59,0%) localizados em área residencial e com boa cobertura vegetal em seu entorno.

Figura 8 - Variação hígrica entre os ramos interior e litoral – 10h Verão



Fonte: Dados próprios. Elaboração: Wemerson Diascanio Oliveira, 2019.

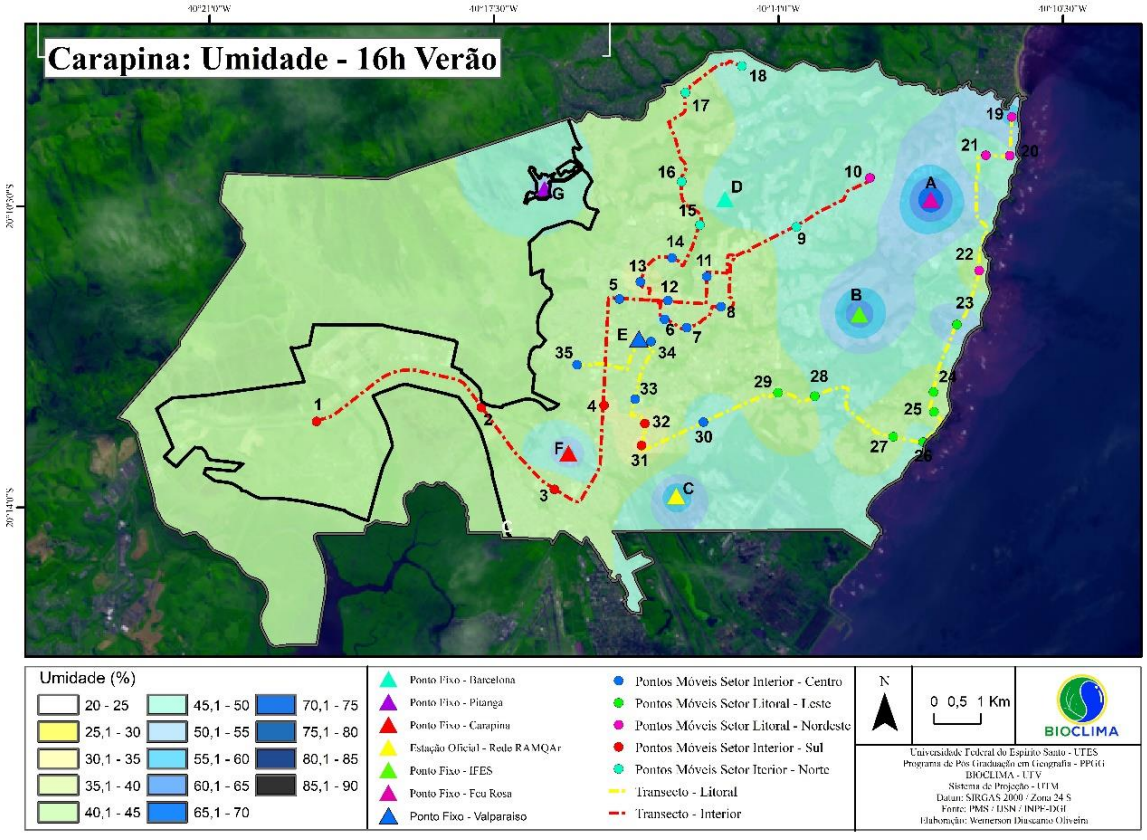
Análise Episódica da Coleta de Verão – 16h00min

A coleta de dados realizada às 16h00min apresentou umidade relativa do ar média de 45,2%. O campo hígrico sofreu alterações em relação ao mapeamento matutino. Na espacialização dos dados vespertinos é possível notar concentração dos pontos com as maiores umidades no ramo litorâneo nordeste, enquanto toda a porção

interiorana, especialmente a área central, e litorânea sudeste apresentaram umidade relativa do ar mais baixa. A variação hígrica no ramo litorâneo nordeste ficou entre 41,0% (P22) e 69,0% (PA), com valores médios de 54,4%. Os pontos PA (69%) e PB (64) foram os locais com maiores valores de umidade relativa do ar, já os outros pontos quem compõem esse ramo: P19 (56,0%), P20 (50,0%), P21 (46,0%), P22 (41,0%) e P23 (53,0%) obtiveram registros próximos à média desse ramo (Figura 9).

A umidade do ar média registrada nos pontos dispostos no ramo interior e no litoral sudeste do distrito de Carapina foi de 44,6%. Nesta área, podemos destacar os pontos localizados na região central do distrito, que apresentram valores hígricos abaixo de 40%, como: P4 (38,0%), P11 (40,0%), P12 (36,0%), P13 (36,0%), P31(33,0%), P32 (35,0%), P35 (40,0%) e PE (39,0%) (Figura 9).

Figura 9 - Campo hígrico do distrito de Carapina – 16h00min – Verão.



Fonte: Dados próprios. Elaboração: Wemerson Diascanio Oliveira, 2019.

A influência do oceano na caracterização hígrica da área de estudo foi menor no período da tarde em comparação com a coleta matutina. A correlação de Person se apresentou moderada no período da manhã, enquanto nos dados vespertinos se mostrou fraca. No entanto, mesmo se tratanto de uma correlação fraca, é possível notar que os pontos dispostos próximos à faixa litorânea possuem valores mais elevados de umidade relativa do ar, observação delineada pela muito boa significância estatística entre os dados de umidade e a distância em relação a linha de costa (Tabela 7).

Assim como na coleta matutina, os valores mais baixos de umidade relativa do ar se concentraram na porção mais urbanizada do distrito de Carapina, caracterizada pela ausência quase completa de vegetação, superfície impermeabilizada, grandes avenidas asfaltadas e alta densidade de galpões, pátios e prédios.

Tabela 7 - Resultados da análise de Pearson referente ao campo térmico das 16h00min.

Umidade	Fatores	Pearson	p-value
Umidade – 10h °C	Altitude	-0,36	0,0204
Umidade – 10h °C	Radiação Solar	-0,04	0,7818
Umidade – 10h °C	Distância Linha de Costa	-0,33	0,0339
Umidade – 10h °C	Velocidade Vento	-0,02	0,9148
Umidade – 10h °C	Índice de Vegetação	0,20	0,1935
Umidade – 10h °C	Sky View Factor	-0,49	0,0010
Umidade – 10h °C	Intensidade do Trafego	-0,38	0,0126
Umidade – 10h °C	Temperatura	-0,65	<0,0001
Umidade – 10h °C	Horas de Sol	-0,31	0,0453
Umidade – 10h °C	Lux	-0,23	0,1485
Umidade – 10h °C	Densidade Demográfica	0,17	0,2737

Elaborado pelos autores, 2019.

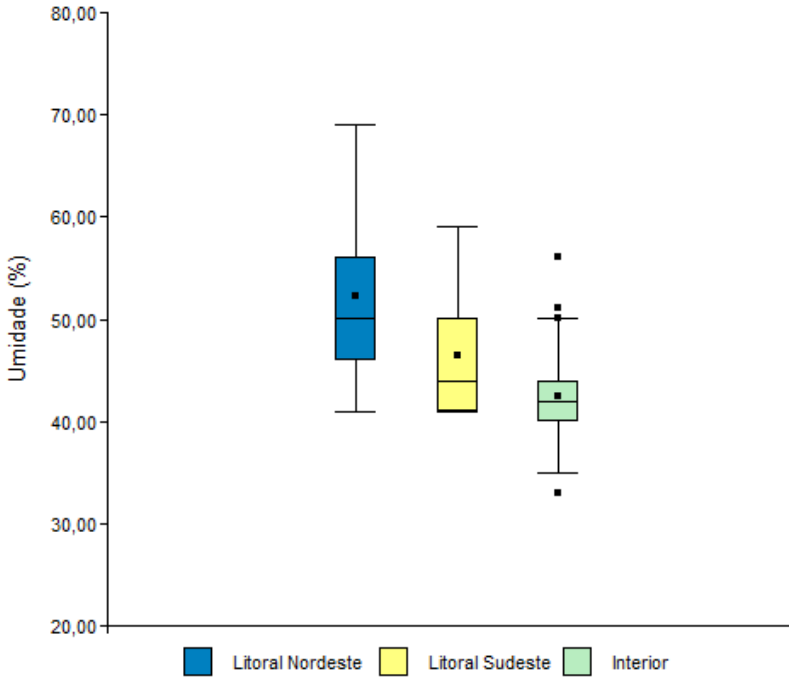
Também em consonância com a análise matutina, o ramo litorâneo disposto a nordeste da área de estudo apresentou valores de umidade relativa do ar mais elevados. Além da influência da umidade advinda do oceano, esta área possui ocupação residencial e conta com a presença de vegetação e terrenos permeáveis, favorecendo o acúmulo de água no solo e sua posterior liberação para a atmosfera.

Nesta porção do distrito está situado um importante corpo hídrico, a Lagoa Jacuném. Esta grande massa de água ajuda a carregar a atmosfera local com umidade, distoando as características hígricas das porções nordeste e norte do distrito de Carapina

das outras partes da área de estudos (Figura 3). A influência dos aspectos urbanísticos e de uso e ocupação da terra nas características de umidade do ar é denunciada pela respectivamente, fraca e moderada, porém de muito boa significância estatística, correlação entre a intensidade do tráfego veicular e temperatura do ar com os valores hígricos (Tabela 7). A incidência de radiação direta do sol nos pontos de coleta também mostrou influência na conformação do campo hígrico no distrito de Carapina, 70% dos pontos de coleta apresentam *Sky Vew Factor* alto, facilitanto a entrada da radiação direta do sol nas primeiras horas da manhã e permanencendo ao longo do dia. Essa radiação ao entrar em contato com as superfícies impermeabilizadas, como as existentes na área central do distrito, favorece a manutenção do ar seco. Já nas áreas com superfície permeável e com presença de vegetação, a incidência de sol ajuda na liberação da umidade para a atmosfera através da evaporação e evapotranspiração.

Como pode ser observado na tabela 7, a relação entre os registros de umidade relativa do ar e os valores de *Sky Vew Factor* e de horas de exposição de cada ponto ao sol foram, respectivamente, moderada e de muito boa significância e fraca porém de muito boa significância. Assim como no período matutino, é notório o aumento dos valores de umidade relativa do ar partindo do litoral em direção ao interior do distrito de Carapina, mostrando que o oceano exerce grande influência no comportamento do campo hígrico (Figura 8 e Figura 10).

Figura 10 - Variação hígrica entre os ramos Litoral Nordeste, Litoral Sudeste e Interior– 16h00min Verão



Fonte: Dados próprios. Elaboração: Wemerson Diascanio Oliveira, 2019.

Análise Episódica da Coleta de Verão – 20h00min

A umidade do ar média no período noturno apresentou-se mais elevada que nas coletas matutinas e vespertinas. Os registros noturnos obtiveram média de 66,5%, oscilando entre 58,0% (P27 e P32) e 84,0% (PB).

Ao contrário das coletas diurnas (matutinas e vespertinas), o ramo com registros médios mais elevados de umidade relativa do ar na coleta das 20h00min não ficaram restritos à faixa litorânea, mas sim na porção interior e litoral norte do distrito de Carapina. Essa configuração pode ser observada no mapeamento hígrico e é delineada pela fraca correlação de Pearson entre os valores de umidade do ar e a distância em relação a linha de costa (Tabela 8 e Figura 11).

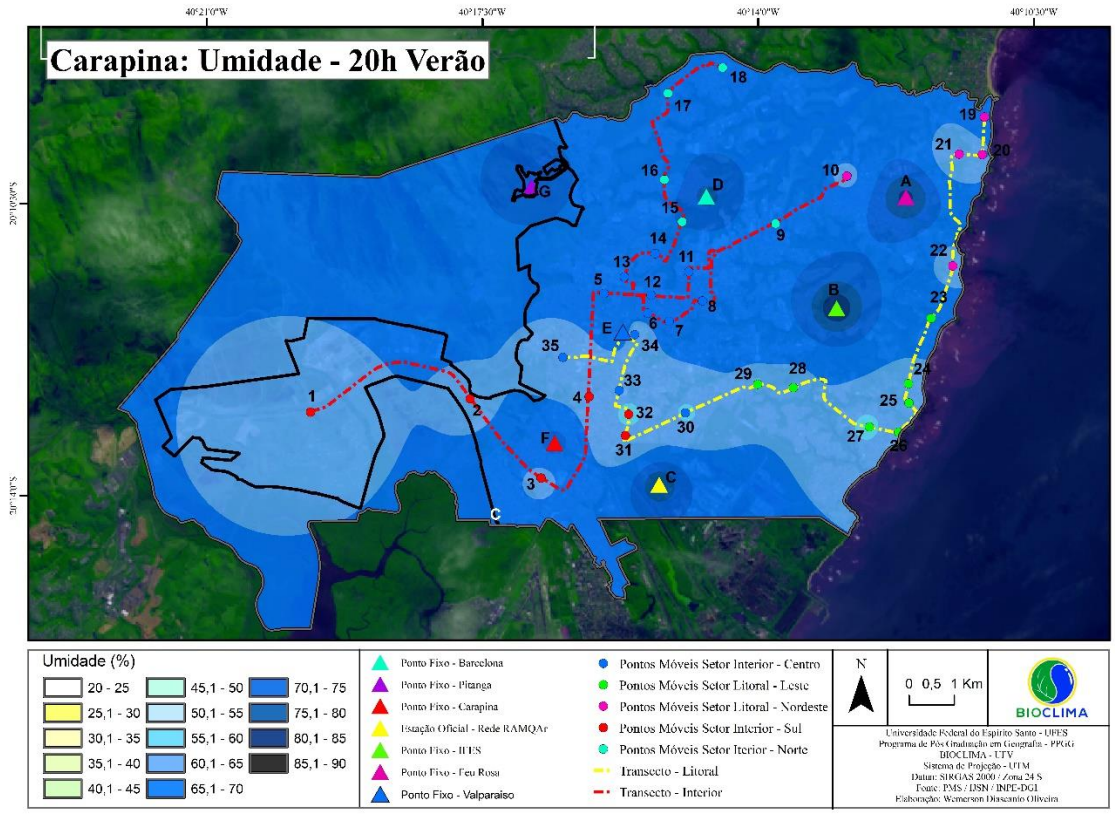
O ramo norte, formado pelos pontos PA, PB, PD, PG, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18 apresentou o maior valor médio de umidade 70,8%, variando entre 64,0% (P10) e 84,0% (PB). Os valores elevados de umidade concentrados nessa porção do distrito podem estar associados a dois fatores principais: em primeito lugar observa-se o transporte de umidade do oceano e da lagoa Jacuném

através dos ventos de NE que escoam pelo canal formado pelo corpo hídrico. Em seguida, nota-se que esta porção do distrito apresenta maiores índices de cobertura vegetal em relação as porções centrais e sul do distrito de Carapina, especialmentos os pontos P9, P10, P15, P16, P17 e P18.

Neste ramo de ar úmido pode-se descar os pontos PA (81,0%) e PB (84,0%) como os locais com maiores valores na coleta noturna. O primeiro está disposto na faixa litorânea, em área densamente urbanizada e instalado em local com Sky Vew Factor médio, dificultanto a incidência direta da radiação solar. O segundo também está localizado próximo à linha de costa, no entanto, instalado em local de muito baixa densidade urbana e populacional e com muitas formações vegetais em seu entorno.

Assim como nas coletas diurnas, os pontos que apresentaram os menores valores de umidade relativa do ar estão dispostos na porção central do distrito de Carapina. O ramo centro, que compreende os pontos P30, P31, P32, P33, P34 e P35 registraram valores hígricos médios abaixo de 60,0%. Os pontos de mensuração do ramo centro pertecem à porção mais densamente urbanizada do distrito de Carapina, apresentando superfície fortemente impermeabilizada, uso comercial intenso, grande número de galpões e pátios logísticos, avenidas largas e asfaltadas e ausência quase total de vegetação arbórea e rasteira.

Figura 11 - Campo hígrico do distrito de Carapina – 20h - Verão



Fonte: Dados próprios. Elaboração: Wemerson Diascanio Oliveira, 2019.

Tabela 8 - Resultados da análise de Pearson referente ao campo térmico das 20h00min.

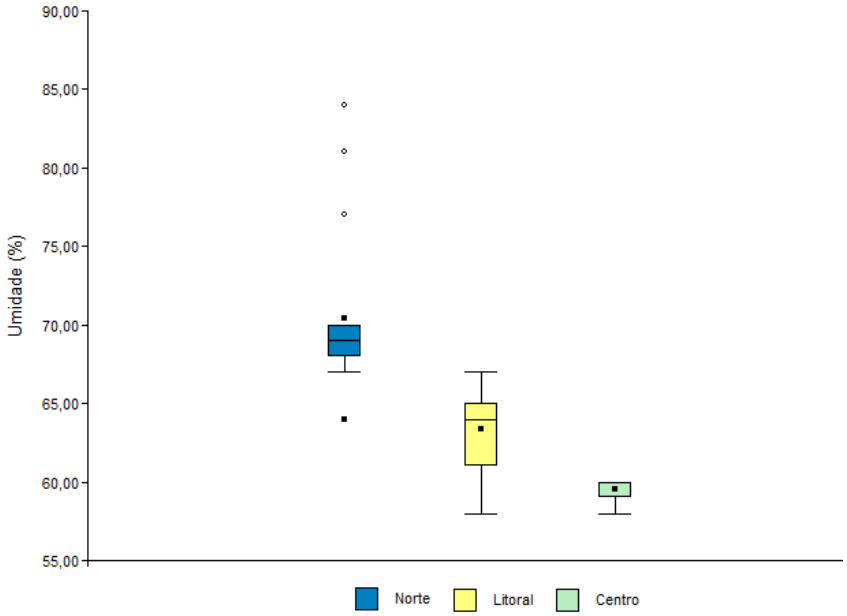
Umidade	Fatores	Pearson	p-value
Umidade – 10h °C	Altitude	0,01	0,9599
Umidade – 10h °C	Radiação Solar	-0,17	0,2751
Umidade – 10h °C	Distância Linha de Costa	0,08	0,6016
Umidade – 10h °C	Velocidade Vento	-0,14	0,3828
Umidade – 10h °C	Índice de Vegetação	0,15	0,3444
Umidade – 10h °C	Sky View Factor	-0,41	0,0072
Umidade – 10h °C	Intensidade do Trafego	-0,47	0,0016
Umidade – 10h °C	Temperatura	-0,42	0,0061
Umidade – 10h °C	Horas de Sol	-0,40	0,0086
Umidade – 10h °C	Densidade Demográfica	0,07	0,6574

Elaborado pelos autores, 2019.

A coleta noturna mostrou uma configuração diferente das coletas matutinas e vespertinas. Os pontos com maiores valores médios de umidade do ar se estenderam

pela porção norte do distrito de Carapina, enquanto o litoral apresentou valores intermediários. No entanto, a porção central da área de estudo permaneceu com os menores registros de umidade relativa do ar (Figura 12).

Figura 12 - Variação hígrica entre os ramos Norte, Litoral e Centro – 20h00min Verão



Fonte: Dados próprios. Elaboração: Wemerson Diascanio Oliveira, 2019.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do comportamento do campo hígrico do distrito de Carapina, em uma situação sazonal de verão e sob atuação da ASAS, é resultado da confluência de fatores geourbanos e geocológicos. Nota-se que aspectos associados às características de usos e ocupação da terra, à presença ou não de vegetação, à proximidade com o oceano e outros grandes corpos d'água, o intenso adensamento urbano e impermeabilização da superficie resultam em características de umidade relativa do ar distitas na área estudada.

Os resultados apontaram que nas coletas matutinas e vespertinas os pontos de coleta com maiores valores médios de umidade relativa do ar estiveram dispostos ao longo da faixa litorânea. Na coleta noturna este padrão se modificou, e os maiores registros médios de umidade se estenderam por toda a porção norte do distrito de Carapina, especialmente na porção interiorana.

De maneira geral, as áreas com menores registros hígricos nos três períodos de coleta de dados estiveram localizadas na porção central do distrito, associadas, especialmente às porções mais densamente urbanizadas, às vias com grande fluxo de veículos, largas e asfaltadas, às áreas com grande adensamento construtivo e de uso predominante de Indústria e Logística e, por fim, às porções do distrito com os menores índices de vegetação.

As áreas em que se observaram os maiores registros de umidade na porção interiorana, longe da faixa litorânea, estiveram associadas à presença de vegetação no entorno dos pontos de coleta e a existência de terrenos permeáveis, como nos casos do pontos PD e PG.

A proximidade aos corpos hídricos continentais, como a lagoa Jacuném e o canal de escoamento de umidade formado pela lagoa mostraram influência significativa na conformação do campo hígrico. De maneira geral, os pontos localizados próximo à lagoa apresentaram registros de umidade mais elevada, mesmo se tratando de pontos dispostos no inteiror do continente, como nos casos dos pontos PD e P10.

Esta esquisa é apenas uma análise inicial do comportamento da umidade relativa do ar no distrito de Carapina – Serra/ES. Neste sentido, sugerem-se como aprofundamento das investigações, pesquisas em diferentes estações do ano e sob infuência de outros sistemas atmosféricos.

Faz-se necessária a implantação de políticas públicas que visem a melhoria da qualidade ambiental no município de Serra-ES, especialmente em Carapina, distrito mais urbanizado e com maior contigente populacional. O incentivo a arborização e o aumento dos parques e áreas verdes também precisa ser levado em consideração no planejamento urbano municipal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOSCAGLIA, F. **Dinâmica populacional e consumo de água a Serra-ES:** panorama atual e cenário futuro. (Dissertação de Mestrado), p. 173. Programa de Pós Graduação em Geografia – PPGG, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

COLLISCHONN, E.; FERREIRA, C. V. O**.** O fator de visão do céu e sua influência sobre as características térmico-higrométricas intraurbanas em Pelotas/RS, Brasil. **Geographia Meridonalis**, Pelotas-RS, v 1, p.160-178, 2015.

CORREA, W. de S. C. **Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no município de Vitória – ES**. Dissertação (Mestrado em Geografia) 165f. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Vitória, 2014.

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. **InfoStat versión 2012**. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 2012.

FERREIRA, G. R. **Estudo do campo térmico e sua relação com o *Sky View Factor* em situação sazonal de verão no centro urbano de Viçosa-MG.** Monografia (Bacharel em Geografia) 70 f. Departamento de Geografia. Universidade Federal de Viçosa, 2015.

FERREIRA, G. R.; FIALHO, E. S. 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**, Porto Alegre, v. 43, n.1, p. 247-271, 2016.

FIALHO, E. S. **Análise têmporo-espacial na Ilha do Governador-RJ em situações sazonais de verão e inverno.** Dissertação (Doutorado em Geografia), Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza-CCMN, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002. 164f.

FIALHO, E. S. Estudos climáticos em sítios urbanos e rurais. In: FIALHO, E.S.; SILVA, C. A. (Org.). **Concepções e Ensaios da Climatologia Geográfica**. Dourados: UFGD, 2012, v. 1, pp. 83-114.

FIALHO, E. S. - **Ilha de calor em cidade de pequeno porte: um 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.

FIALHO, E. S. Ilhas de Calor: reflexões acerca de um conceito. ***ACTA* Geográfica**, Boa Vista, Edição Especial, Climatologia Geográfica, p.61-76, 2012.

FIALHO, E. S.; QUINA, R. R.; ALVES; MIRANDA, J. D. E.C. O campo térmico em situação sazonal de verão, no município de Viçosa-MG. **Revista Geografias**, Belo Horizonte, Edição Especial SEGEO III, p. 80-98, 2015.

FIALHO, E. S. Unidades climáticas urbanas: O caso da Ilha do Governador. **Revista do Centro de Ciências Humanas**, Viçosa, v. 10, n. 1, p.26-46, 2010.

FIALHO, E. S.; QUINA, R. R. 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**, Dourados, MS, v. 7, n. 14, 2016.

FIALHO, E. S.; CELESTINO, E. J.; QUINA, R. R. 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,** Recife-PE, v. 33, n. 4, p. 299-318, 2016.

FIORETTI, A. **Indústria, conjuntos habitacionais e assentamentos precários: o Distrito de Carapina, município da Serra (ES) De 1966 A 1995.** Dissertação (Mestrado) 213 p. Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós Gradação em Geografia – PPGG/ UFES. Vitória, 2014.

GIGUÈRE, M. **Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains.** Institut national de santé publique du Québec, Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels, 95 p. 2009. Disponível em: < www.inspq.qc.ca >

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, IBGE. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html. Acesso em: 06/08/2018.

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_Anual_de_Qualidade_do ar. 2013.

LANDSBERG, H. E. O clima das cidades. Revista do Departamento de Gegorafia, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 95-111, 2006.

MARINHA DO BRASIL – Diretoria de Hidrografia e Navegação (DNH). Disponível em: https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas. 2018.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e Clima Urbano. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA F. de A. (ORG). **Clima urbano**, 2. ed., 2° reimpressão. São Paulo: Contexto, 2015, p 9 – 68.

OLIVEIRA, W. D. **O campo térmico do distrito de Carapina – Serra/ES: estudo de caso em áreas litorâneas.** Dissertação (Mestrado) 200 p. Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós Gradação em Geografia – PPGG/ UFES. Vitória, 2018.

ONU – Organização das Nações Unidas. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision**, 2018. Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wup/>. Acesso em: 06/08/2018.

PARDO, J. A. S. Estudio de la isla de calor de la ciudad de Ibiza**. Investigaciones Geográficas**, Madrid, n. 44, p. 55-73, 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DA SERRA: Lei nº. 3.820, de 11 de janeiro de 2012.

ROCHA, V. M.; FIALHO, E. S. Uso da terra e suas implicações na variação termo-higrométrica ao longo de um transeto campo-cidade no município de Viçosa-MG. Revista de Ciências Humanas. **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa-MG, v. 10. n. 1, p. 64-77, 2010.

SANT' ANNA NETO, J. L**. Decálogo da climatologia do sudeste brasileiro**. Revista Brasileira de Climatologia. Presidente Prudente, v. 1, n.1, p. 43-60, Dez. 2005.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY – (USGS), 2018. Disponível em: https://earthexplorer.usgs.gov/ Acesso em: 06/08/2018.

Recebido para publicação em abril de 2019

Aceito para publicação em julho de 2019