

ANÁLISE DO CAMPO TÉRMICO E HIGROMÉTRICO NO CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, VITÓRIA (ES)

Analysis of the thermal and hygrometric field on the campus of the Federal University of
Espírito Santo, Vitória (ES)

Análisis del campo térmico e higrométrico em el campus de la Universidad Federal de
Espírito Santo, Vitória (ES)

Fabricio Holanda do Nascimento
Universidade Federal do Espírito Santo
fabricio.climatologia2015@gmail.com

Fernanda Barboza dos Santos
Universidade Federal do Espírito Santo
fernandabarboza1987@hotmail.com

Jonatha Liprandi Jaques
Universidade Federal do Espírito Santo
jonathacefetes@yahoo.com.br

Resumo

O presente estudo tem por objetivo analisar a temperatura e umidade relativa do ar no *campus* da Universidade Federal do Espírito Santo, localizado no bairro Goiabeiras, Vitória (ES). A pesquisa realizou-se em dois horários distintos: 9 e 15 horas entre os dias 08 e 09 de abril de 2015. Foram realizadas coletas de dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar em 18 pontos no interior do *campus*, através de dois relógios Termo Higrômetros de leitura direta tipo MINIPA-MT214, em abrigos confeccionados a partir de cano de PVC, associados à leitura de um ponto fixo e um transecto móvel com registro a cada 10 minutos. Os resultados alcançados na pesquisa permitiram um conjunto de conclusões bastante surpreendentes, pois se verificou uma diferença térmica e higrométrica relativamente grande nos diferentes pontos pesquisados, considerando que o espaço *locus* da pesquisa compreende uma área relativamente pequena do *campus*. Ao final, aferiu-se que os resultados corroboram e dialogam com as principais teorias das correntes que identificam as ações humanas como causas de significativas transformações no comportamento dos elementos da atmosfera, em especial da temperatura do ar e da umidade relativa do ar.

Palavras-Chave: Campo Termo-Higrométrico, Clima Urbano, Escala Microclimática.

Abstract

The present study aims to analyze the temperature and relative humidity of the air in the campus of the Federal University of Espírito Santo, located in the Goiabeiras

neighborhood, Vitória (ES). The research was carried out in two distinct schedules: 9 and 15 hours between April 8 and 9, 2015. Data collection of air temperature and relative air humidity was carried out at 18 points inside the campus, through two thermo hygrometers of direct reading type MINIPA-MT214, in shelters made from PVC pipe, associated to the reading of a fixed point and a mobile transect with registration every 10 minutes. The results obtained in the research allowed a set of quite surprising conclusions, since there was a relatively large thermal and hygrometric difference in the different points research space, considering that the research space comprises a relatively small area of the campus. In the end, it was verified that the results corroborate and dialog with the main theories of the currents that identify the human actions as causes of significant transformations in behavior of the elements of the atmosphere, in particular the air temperature and the relative humidity of the air.

Key words: Thermo-Hygrometric Field, Urban Climate, Microclimatic Scale.

Resumen

El presente estudio tiene por objetivo analizar la temperatura y humedad relativa del aire en el campus de la Universidad Federal de Espírito Santo, ubicado en el barrio de Goiabeiras, Vitória (ES). La investigación se realizó en dos horarios distintos: 9 y 15 horas entre los días 08 y 09 de abril de 2015. Se realizaron colectas de datos de temperatura del aire y humedad relativa del aire en 18 puntos en el interior del campus, a través de dos relojes Termo Higrómetros de lectura directa tipo MINIPA-MT214, en abrigos confeccionados a partir de caño de PVC, asociados a la lectura de un punto fijo y un transecto móvil con registro cada 10 minutos. Los resultados alcanzados en la investigación permitieron un conjunto de conclusiones bastante sorprendentes, pues se verificó una diferencia térmica e higrométrica relativamente grande en los diferentes puntos investigados, considerando que el espacio locus de la investigación comprende un área relativamente pequeña del campus. Al final, se evaluó que los resultados corroboran y dialogan con las principales teorías de las corrientes que identifican las acciones humanas como causas de significativas transformaciones en el comportamiento de los elementos de la atmósfera, en particular de la temperatura del aire y de la humedad relativa del aire.

Palabras clave: Campo Termo-Higrométrico, El clima urbano, Escala Microclimática.

Introdução

Face a intensificação das atividades antrópicas, é no espaço urbano que são observadas as maiores concentrações de poluentes na água, no ar e no solo. Além disso, os locais que são mais densamente ocupados, especialmente as áreas verticalizadas e industrializadas, cooperam expressivamente no comportamento dos elementos climatológicos, modificando as características habituais da baixa troposfera e do clima local. Ademais, a redução na velocidade do vento combinada à elevada edificação consiste num dos fatores que mais influenciam no clima citadino (ASSIS, 2010).

Lombardo (1985) destaca que o espaço urbano atua como uma segunda natureza, que outrora fora materializada e transformada pelas relações de produção e reprodução do capital naquele âmbito, sendo caracterizada como a maior expressão social do espaço produzido. Em face disso, os estudos de climatologia urbana têm ganhado ênfase nos grandes centros de pesquisa devido ao comprometimento da atmosfera urbana em face das mudanças do uso e cobertura da terra (ALVES; BIUDES, 2012).

O crescente processo de urbanização da cidade Vitória, capital do estado do Espírito Santo, localizada na RMGV¹, tem trazido inúmeras transformações no ambiente natural da cidade. A partir de 1950, a capital capixaba, assim como os demais municípios da RMGV, passou por um intenso processo de urbanização. Segundo Moreira e Perrone (2005, p. 195) como consequências dessa urbanização:

[...] pode-se citar o êxodo rural, decorrente da erradicação dos cafezais; os Grandes Projetos (CST, Aracruz Celulose, CVRD, CIVIT, entre outros), que atraíam as pessoas do interior para a Grande Vitória; falta de infraestrutura no campo, hospitais, escolas, entre outros. Como consequências, podemos citar um crescimento exagerado da população urbana (fenômeno da macrocefalia, crescimento desigual entre o centro e o interior, provocando crescimento sem haver um desenvolvimento social), deterioração da infraestrutura urbana; degradação ambiental; desemprego; favelização; marginalização; entre outros.

Nesses últimos anos, em decorrência do processo mencionado, vem surgindo um conjunto de problemas socioambientais que afeta direta e indiretamente a qualidade de vida da população (IJSN, 2012). Saraiva (2011 p.29) aponta que, em decorrência das transformações no espaço, é na cidade, que:

[...] o ser humano mais percebe os diferentes comportamentos dos elementos climáticos, decorrentes da interação com a estrutura urbana, sendo suas principais manifestações àquelas relacionadas às alterações na temperatura e na umidade relativa do ar.

Dessa forma, Brandão (1996) compreende que a dinâmica climática urbana configura-se como um dos entendimentos dos elementos decorrentes do desenfreado processo de urbanização. Para tanto, o aumento da temperatura, a diminuição da umidade relativa do ar são exemplos nítidos das alterações do clima em áreas urbanas.

Destarte, todas as transformações que ocorrem no espaço urbano contribuem na formação de um clima peculiar, isto é, um clima urbano, caracterizado como um “sistema que abrange um clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização” (Monteiro, 1976, p. 95) relacionando-se a um fator natural e um fator social.

De acordo com Monteiro (1978), o sistema urbano constitui condições específicas que modificam as condições físico-naturais, tornando um reflexo decisivo para os seres humanos. As concentrações populacionais acrescidas de atividades geradas pelo processo de urbanização e pela industrialização exercem pressões que acentuam e contribuem nas alterações do meio ambiente, atenuando no comprometimento da qualidade de vida.

Coligam-se a esses fatores relacionados à impermeabilidade do solo, morfologia do sítio, as diferentes condições no uso e cobertura da terra, supressão das áreas verdes e os valores de albedo em cada material que compõe o espaço urbano (OKE, 2003; FIALHO, 2009). Derivada do termo inglês *urban heat island*, a Ilha de Calor consiste no típico calor registrado nas áreas urbanas quando comparadas com suas áreas vizinhas, periféricas não urbanizadas. O termo geralmente refere-se ao aumento da temperatura do ar, entretanto conforme evidencia Fialho (2009) também é representativo ao componente térmico da superfície ou dos materiais sub-superficiais.

Assim, este trabalho tem o objetivo de realizar uma avaliação espacial do campo Termohigrométrico do campus da Universidade Federal do Espírito Santo-UFES, localizado no bairro de Goiabeiras, Vitória (ES). Entre os dias 8 e 9 de abril de 2015, a partir de dados coletados em campo, pelo método dos pontos fixos e móveis, em dois horários: às 09 da manhã e às 15 da tarde. Em seguida esses dados foram espacializados por meio de interpolação a partir do método do Inverso do Quadrado da Distância (IDW), em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Clima urbano

Com o crescimento das cidades e a intensificação das atividades humanas, desponta uma grande preocupação com a qualidade ambiental e com a qualidade de vida nas grandes cidades. Nesse caso, a complexidade das transformações urbanas propiciam alterações nos elementos naturais, em especial os elementos da atmosfera. Dentre essas modificações podemos elencar o aumento diferenciado entre a temperatura e umidade relativa do ar, a radiação atmosférica, a composição do ar, entre outros (SANT' ANNA NETO, 2013; LANDSBERG, 2006).

Neste âmbito, a intervenção antrópica pode influenciar o clima através de implantações de suas diversas atividades e ações, dentre elas a urbanização, industrialização, desmatamento, atividades agrícolas mecanizadas, ocupações desordenadas, redução de áreas verdes, alterações climáticas, com a poluição atmosférica (AYOADE, 2013). Gaiger

(1950, *apud* LANDSBERG, 2006) afirma que “*Qualquer alteração sobre a cobertura natural do solo destrói os microclimas pré-existentes*” (p.95).

Garcia (1990, *apud* JARDIM, 2010), afirma que há diversos fatores que interferem no balanço de radiação, responsáveis pelas anomalias térmicas (positivas e negativas) e pelas ilhas de calor em centros urbanos, tais como: maior armazenamento de energia durante a noite; produção de calor antropogênico; diminuição das áreas fonte de evaporação (vegetação e corpos hídricos); menos perda de calor sensível devido à redução da velocidade do vento (ocasionado pela morfologia verticalizada das cidades); entre outros fatores.

Essas alterações produzidas pela cidade são perceptíveis quando tratamos do dimensionamento de análises climáticas locais e microclimáticas influenciadas pelo desenfreado processo de apropriação e materialização da natureza primária em áreas urbanas. Conforme Ayoade (2013, p. 300):

O maior impacto do homem sobre o clima acontece nas áreas urbanas. O homem tem exercido um impacto que é bastante distinto, por suas características, do clima das áreas rurais circundantes. Nas áreas urbanas, altera-se a composição química da atmosfera. As propriedades térmicas e hidrológicas da superfície terrestre, assim como seus parâmetros aerodinâmicos são modificadas pelos processos de urbanização e industrialização.

As estruturas de impermeabilização do solo (capeamento asfáltico) aliadas às áreas edificadas e pavimentadas fazem com que a velocidade da precipitação pluviométrica seja muito acelerada ao cair no solo, o que associado às poucas superfícies de solo natural e vegetação, atuam na redução da evapotranspiração e umidade relativa do ar (GARCIA, 1999).

A existência de vegetação natural nas cidades tem contribuído para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. Nestes ambientes altamente modificados, a vegetação pode ser encontrada em poucas áreas remanescentes naturais ou que foram implantadas em parques, jardins, praças, etc, como indicado pelos autores Alves; Biudes, (2012):

[...] as plantas influenciam em microclimas urbanos, pela sua atuação no controle da incidência solar, da temperatura, e umidade do ar, dos ventos, das chuvas e exerce um efeito moderador da poluição do ar. A vegetação contribui para uma ambiência urbana agradável, porque protege dos efeitos da radiação solar, criando um efeito de filtro. Em alguns casos, elas constituem canais e barreiras, nas quais as folhagens funcionam como relevantes obstáculos. (p. 7).

O processo de urbanização provoca alterações pontuais, potencializando perda de vegetação nativa e, conseqüentemente mudanças microclimáticas decorrentes das

alterações nos balanços energético, hídrico e térmico e nos fluxos aerodinâmicos do ambiente urbano (MACIEL et al., 2011).

Uma das alterações no microclima urbano é a formação de ilhas de calor e núcleos de aquecimento. O fenômeno da ilha de calor urbana pode ser caracterizado pelo aumento diferenciado da temperatura do ar nas cidades em relação ao meio rural e as áreas menos urbanizadas, em decorrência do denso e compacto conjunto de construções que ocorrem no centro das cidades (AMORIM, 2005).

Neste estudo, devido a vulnerabilidade do conceito, conforme aponta Fialho (2012), será utilizado o conceito de “núcleos de calor” ou “núcleos de aquecimento”, ao se referir as áreas que apresentarem temperaturas mais elevadas que às adjacentes.

A Figura 01 apresenta um perfil esquemático de como ocorre a ilha de calor urbana.

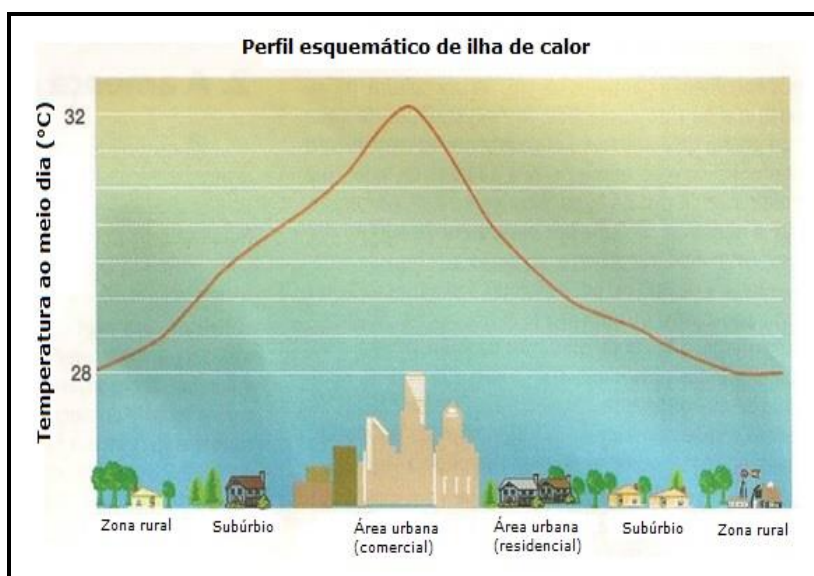


Figura 1 – Perfil esquemático de ilha de calor

Fonte: *Environmental Science Earth as a living planet (1995)*, adaptado pelos autores/2015.

Mendonça e Danni-Oliveira (2007) destacam a grande importância que a vegetação desempenha em relação aos elementos da atmosfera. Neste âmbito, a vegetação atua como reguladora de umidade, à medida que esta libera água para a atmosfera, devido ao processo de evapotranspiração. Além disso, no que se refere à temperatura do ar, em locais com a presença de vegetação são observados valores de temperatura menores que em locais sem a presença das mesmas. Ademais, a vegetação absorve parte da radiação solar direta, fazendo com que não ocorra aquecimento intenso do ar, devido a pouca disponibilidade de energia.

A vegetação também tem um papel relevante na interceptação da água da chuva, fazendo com que esta chegue com uma intensidade reduzida ao solo. São várias as escalas pelas quais a vegetação pode atuar, desde uma escala micro até uma escala macro. Na perspectiva de Martonne (1948),

O clima é um conjunto de fenómenos intimamente interconexos. Temperatura, vento, humidade, chuva, estão em estreita correlação, e provocam em cada região, um aspecto característico, que, em geral, nos é evidenciado pela vegetação (p.98).

Assim, estudos realizados nessa escala de abordagem (microclimática), conduz a percepção mais detalhada da problemática ambiental, tornando os resultados mais perceptíveis, além do que a presença de superfícies florestadas ou superfícies impermeabilizadas interferem direta e indiretamente sobre os fatores da atmosfera e consequentemente na qualidade de vida da população, haja vista a influência exercida dos elementos da atmosfera, em especial a temperatura e a umidade do ar, na saúde humana (SARAIVA, 2011).

Procedimentos metodológicos

Para que os objetivos propostos neste estudo sejam alcançados, foi necessário compartimentá-lo em três fases: na *primeira*, foram realizadas leituras específicas, afim de criar um arcabouço teórico acerca da temática em estudo, sobretudo no que tange ao clima urbano e a análise geográfica do clima.

A *segunda* foi dedicada à coleta de dados de temperatura do ar e da umidade relativa do ar, dentro dos limites do campus da UFES. Para tanto, foram coletados dados em 18 pontos, em dois dias consecutivos, 8 e 9 de abril de 2015, compreendendo 1 hora de coleta em intervalos de 10 em 10 minutos, nos períodos da manhã e tarde. Salienta-se que o intuito era fazer a coleta durante os dois dias, entre os períodos da manhã e da tarde. No entanto, no dia 9/4/2015, no período da tarde choveu, impedindo a coleta. Neste dia, segundo a carta sinótica da Marinha do Brasil, o sistema sinótico predominante era o Sistema Tropical Atlântico (STA).

O percurso feito entre os pontos de coleta pré-estabelecidos, foi realizado de carro, com um motorista e um carona, para viabilizar o método de transecto móvel (ponto 1-17).

Durante a coleta dos dados, nos pontos móveis, outro integrante do grupo permaneceu parado em um ponto fixo fazendo a coleta dos dados para a posterior calibração.

Para a coleta dos dados de temperatura do ar foi utilizado o relógio Termo Higrômetro digital de leitura direta (MINIPA-MT214), IN/OUT, em abrigos confeccionados a partir de cano de PVC recobertos por papel alumínio (Figura 02) conforme proposto por Fialho (2009), adotando a técnica dos pontos fixos e móveis. Os dois equipamentos utilizados foram aferidos anteriormente, a fim de evitar possíveis falhas ou oscilações entre os aparelhos, que poderiam comprometer a qualidade dos dados.

Figura 02: Equipamentos utilizados para a coleta dos elementos climatológicos: em A, o Relógio Termo Higrômetro In/Out, em B cano PVC para Temperatura do ar e umidade relativa do ar.



Figura 2 – Equipamentos utilizados para a coleta dos elementos climatológicos: em A, o Relógio Termo Higrômetro In/Out, em B cano PVC para Temperatura do ar e umidade relativa do ar. Foto dos autores/2015.

Para correção dos dados foi utilizado um ponto fixo representado pelo ponto 18, localizado na biblioteca central da UFES, caracterizada por uma área com vasta cobertura de gramíneas, cercado por edificações e grande fluxo de pessoas ao longo de todo dia.

Conforme a metodologia modificada por Fialho (2009), os dados de temperatura do ar passaram por correção temporal, que visou calibrar os dados levantados, retirando o aquecimento e resfriamento causado pela diferença de horário, como demonstrado (Tabela 01).

Tabela 01: Correção temporal da temperatura com base no ponto fixo

Ponto	Hora	Temp. PF	Temp. PM	Diferença	Temp. corrigida
1	9:00	27,2°C	27,8°C	-	27,8°C
2	9:05	27,6°C	27,9°C	- 0,4°C	27,5°C

Nota: Temp. PF - temperatura ponto fixo. Temp. PM - temperatura ponto móvel, Diferença entre a temperatura do PF no horário inicial e o horário subsequente. Quando aumenta a diferença é diminuída da Temp. PM e quando diminui a diferença é soma a Temp. PM. Temp. Corrigida - temperatura corrigida retirando a diferença da temperatura causa pelo avançar do tempo.

A terceira e última fase foi dedicada à confecção dos mapas de temperatura e de umidade relativa do ar. Assim, após a correção, os dados foram espacializados em mapas de isoietas através de *software* de SIG ArcGis 10.1, extensão ArcMap, a mais utilizada em trabalhos acadêmicos e profissionais, por meio da técnica de interpolação do Inverso do Quadrado da Distância (IDW).

Localização e caracterização da área em estudo

A área em estudo refere-se ao campus do bairro de Goiabeiras da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) localizado no município de Vitória, capital do Estado do Espírito Santo, com uma área territorial de, pelo menos 648, 30 m² (Figura 03). Fundada em 1954, pela Lei n° 806, de 5 de maio de 1954, o campus da UFES, que compreende os municípios de Vitória (Maruípe e Goiabeiras), Alegre (sul do estado) e São Mateus (norte do estado), é o maior centro produtor e reproduzidor de ciência e tecnologia do Estado (BORGIO, 2014, UFES, 2017).

Do ponto de vista geomorfológico, o campus da UFES está localizado no compartimento de relevo planície costeira, com cotas altimétricas que não ultrapassam os 50 metros, sendo que a geologia é caracterizada por depósitos sedimentares (IJSN, 2012). Em relação ao uso e cobertura da terra, o campus é relativamente complexo, possuindo áreas verdes, manguezal, edificações, estacionamentos, ruas pavimentadas e solo exposto. Dessas tipologias, maior parte do campus é composta por áreas edificadas (Figura 04).

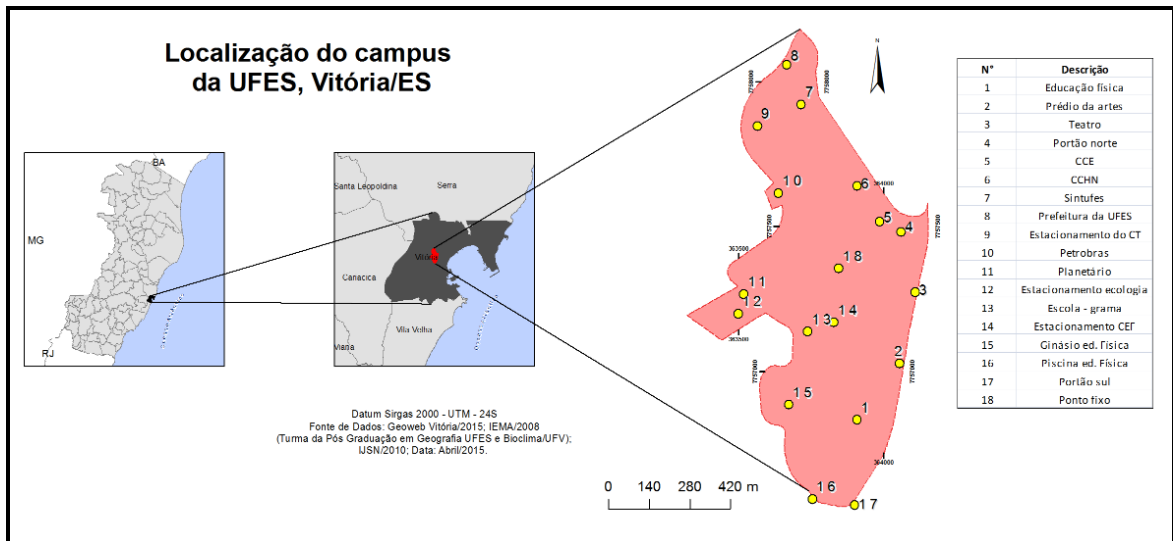


Figura 3 – Localização geográfica do campus de Goiabeiras da UFES e os pontos de amostragem
 Elaborado pelos autores/2015.

De acordo com Nimer (1979), a região Sudeste é uma região de transição entre climas quentes nas baixas latitudes. Enquanto, nas médias latitudes o clima apresenta-se mesotérmico temperado. Juntamente com os regimes de chuvas tropicais. Neste contexto a cidade de Vitória é caracterizada como quente e úmida. Além de subseca no inverno. Segundo Correa (2014), na classificação de Köppen, o município mencionado possui clima Tropical Quente tipo *Aw*, com transição para o *Am*, com chuvas abundantes no verão e sem seca no inverno. No que se refere aos sistemas sinóticos, de maneira geral, a capital capixaba é influenciada pela Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Frente Fria (FF), o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) (VAREJÃO-SILVA, 2006).

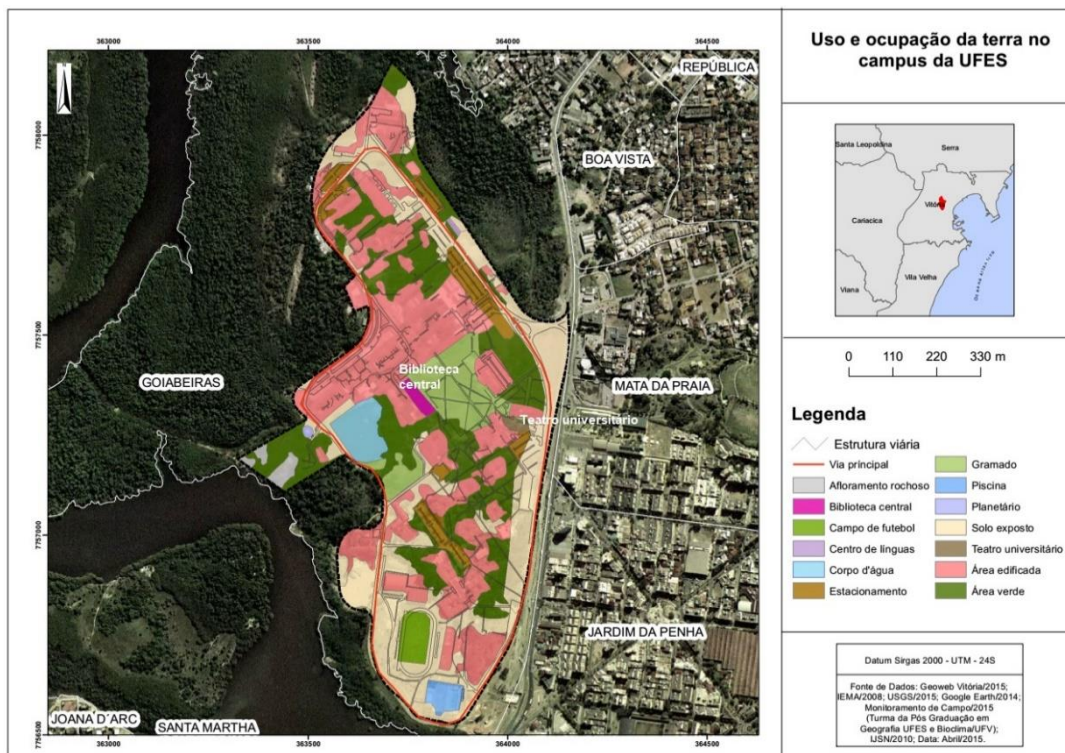


Figura 4 – Mapa de uso e cobertura da terra do *campus* da UFES. Elaborado pelos autores/2015.

Para a coleta de dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar, foram selecionados 17 pontos de coleta com diferentes características de uso e cobertura da terra no *campus* de Goiabeiras, em Vitória (ES) (Quadro 01).

Resultados e discussões

Análise da temperatura do ar

É importante ressaltar que no dia 08 de abril de 2015, primeiro dia de coleta de dados, o sistema sinótico atuante sobre o Espírito Santo, de acordo com a carta sinótica da Marinha do Brasil, era um sistema de alta pressão, após a passagem de uma frente fria sobre o estado (Figura 05). Neste contexto, este sistema causava bloqueios de nuvens carregadas de chuva sobre o estado, proporcionando redução nas temperaturas médias (INCAPER, 2015).

Quadro 1 – Pontos e localização e diferentes tipos de uso e cobertura da terra

Pontos e Localização		Tipos de uso e cobertura da terra
1	Prédio da Educação Física	Constituído por área edificada e de locais com vegetação.
2	Prédio das Artes	Constituído por um prédio em construção, campo de grama e árvores de grande porte.
3	Teatro	Estacionamento e fluxo de veículos.
4	Portão Norte	Grande fluxo de veículos (pavimento asfáltico).
5	Centro de Ciências Exatas	Pequena edificação, árvores e próximo à área de manguezal.
6	Centro de Ciências Humanas e Naturais	Pavimentos asfálticos e com pequenas áreas vegetadas.
7	Sindicato dos Trabalhadores na UFES	Pequena área edificada, onde as suas laterais possuem resquícios de manguezal.
8	Prefeitura da UFES	Área edificada, composto de pavimentação asfáltica, fluxo de veículos e canteiros com grama.
9	Estacionamento do Centro tecnológico - CT III	Próximo às áreas edificadas, constituído por estacionamento (pavimento asfáltico).
10	Prédio da Petrobrás	Circundado por vegetação de médio porte.
11	Planetário	Composto por edificação com abrangente área florestada.
12	Estacionamento da Ecologia	Pouca edificação, com predomínio de árvores de médio porte e proximidade a uma superfície de rocha granítica
13	Escola modelo	Área com presença de gramíneas e com pouca edificação.
14	Estacionamento da Caixa Econômica Federal	Apresenta um grande fluxo de veículos, e composto por ampla área edificada.
15	Ginásio de Educação Física	Circundada por gramíneas e solo exposto.
16	Piscina da Educação Física	Pouca edificação, rodeado por vegetação rasteira e por estacionamento
17	Portão Sul	Fluxos de veículos e próximo à Avenida Fernando Ferrari.

Fonte:Elaborado pelos autores/2015.

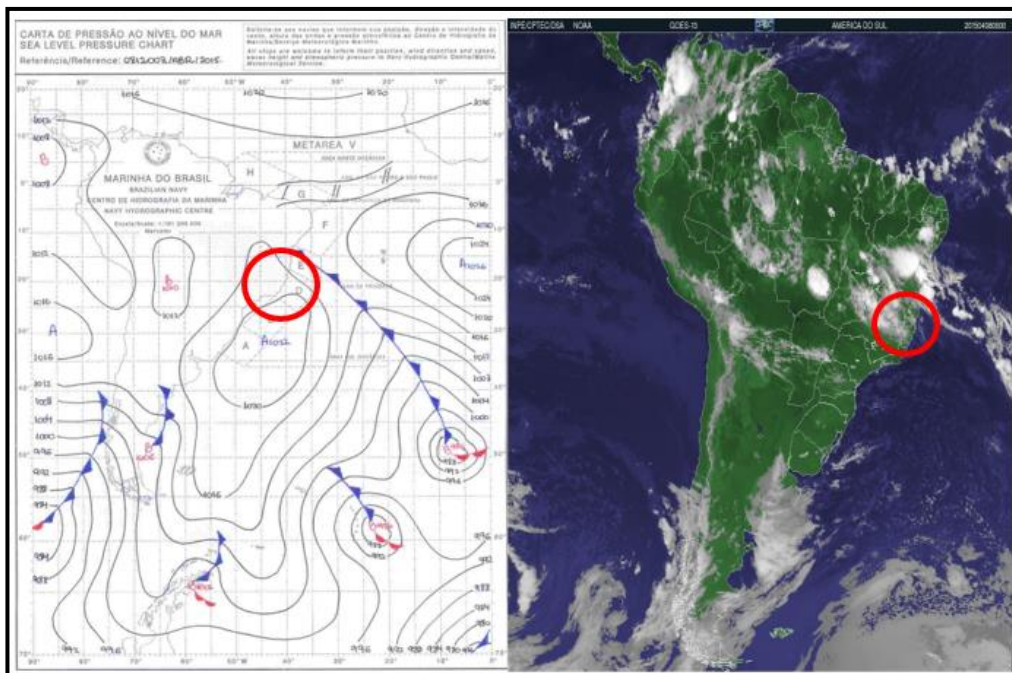


Figura 5 – Carta sinótica e imagem do satélite Goes do dia 08 de abril de 2015 evidenciando um sistema de alta pressão após a passagem de uma frente fria sobre o Espírito Santo

Fonte: Marinha do Brasil (2015); CPTEC (2015).

De acordo com a Figura 06, no período da manhã, não houve significativas variações na temperatura entre os dias 08/04 e 09/04. Sendo as maiores temperaturas identificadas nos pontos 14 e 17, porções central e sul da área em estudo, respectivamente, apresentando valores superiores à 28°C. no primeiro caso há uma correlação com da elevada temperatura devido ao fato do local ser caracterizado eminentemente por áreas livres de vegetação, solo exposto e gramíneas, conquanto que no segundo caso refere-se ao ponto mais próximo à avenida Fernando Ferrari, que é uma das principais vias de acesso ao município de Vitória e que interliga a capital aos demais municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), além de ser um local caracterizado por um intenso fluxo de automóveis, sobretudo em horários de pico, entre 7 e 9 da manhã e 15 e 18 da tarde.

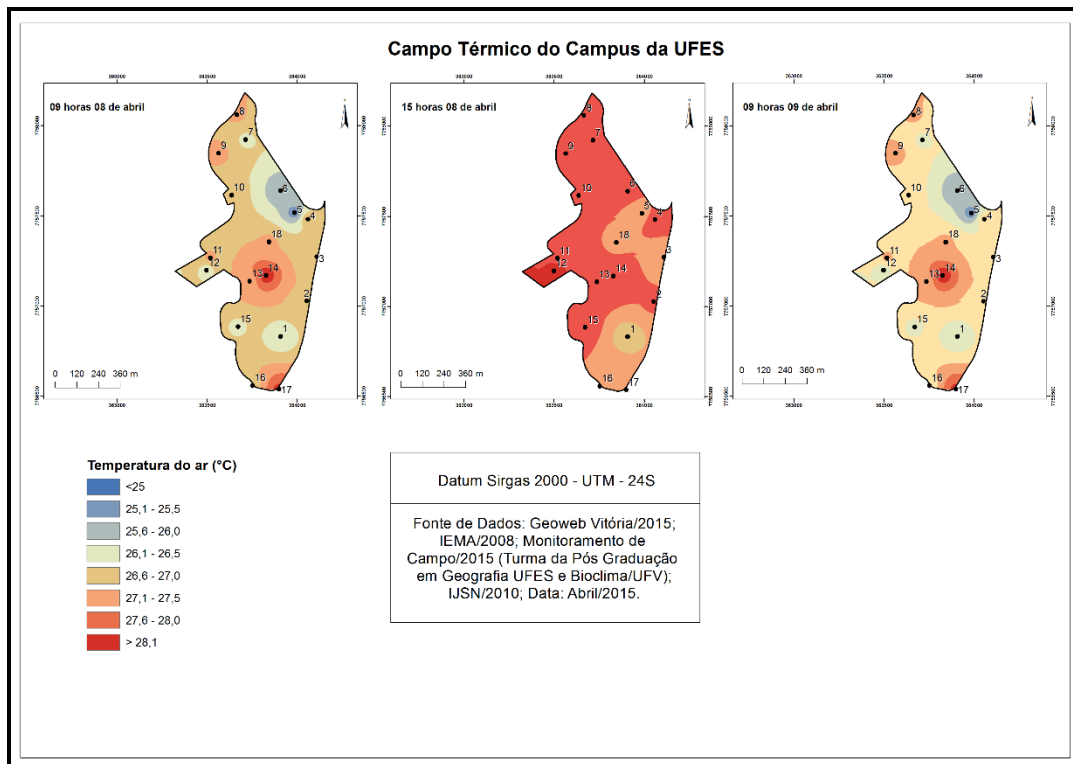


Figura 6 – Campo térmico do *campus* UFES 09 e 15 horas do dia 08/04 de 2015 e 09/04 – 09 horas.

Elaborado pelos autores/2015.

Os resultados aqui encontrados estão em consonância com as principais teorias acerca do papel da urbanização sobre o clima, sendo assim, das edificações, sobre os elementos da atmosfera. Conforme Mendonça (1994) o fluxo de calor sensível é mais relevante nas cidades, sendo nestas alimentado pelo calor antropogênico e pela maior participação da superfície urbana nos processos de ondas longas. Esse processo é fundamental para que as temperaturas sejam mais elevadas em locais em que a presença de elementos artificiais da paisagem são mais pronunciados.

Os menores valores de temperatura, entre 25 °C e 26,5 °C, foram observados nos pontos de número 5 e 6, próximo à área coberta por mangue, que contribui para a amenização da temperatura do ar nestes locais. Além disso, essa é a área que recebe o maior fluxo de ventos provindos do quadrante nordeste na universidade.

No período da tarde, após às 15 horas, o ponto que apresentou a maior temperatura foi o 12 (porção oeste da área em estudo), que corresponde ao estacionamento do Departamento de Ecologia. Local esse com pavimentação de blocos e próximo a um afloramento rochoso. Neste sentido, Streckeisen (1976) afirma que as rochas graníticas tendem a apresentar condutividades térmicas superiores às rochas com menos de 20% de quartzo, o

que possivelmente proporcionou maiores temperaturas nesse local. No período da tarde, todos os pontos tiveram elevação de temperatura. A maior exposição à radiação e os usos da terra no *campus* da Universidade (asfáltico, edificações, aterro e áreas de manguezal), estacionamentos, intensos fluxos de veículos, contribuíram para o aumento da temperatura. Entretanto, no período vespertino do dia 09/04/15, não foi possível a coleta de dados de campo, devido às fortes chuvas do dia.

Nesta linha de pensamento, Jardim (2010) afirma que a vegetação não apenas possui papel atenuador dos valores de temperatura, mas também contribui na infiltração do solo e manutenção do nível freático. Assim, é evidente que a preservação e conservação das áreas verdes nos espaços urbanizados, por menor que sejam, é de extrema importância na amenização da temperatura do ar, na melhoria da qualidade de vida da população e do meio ambiente.

Destaca-se, também, o papel dos corpos hídricos na atenuação dos valores de temperatura dentro do campus da UFES. O ponto de número 11 (planetário), apresentou temperaturas relativamente baixas, justificadas pela presença marcante de um corpo hídrico (lagoa), além de vegetação.

Análise da umidade relativa do ar

Para o dia 08 de abril no período matutino, conforme a Figura 07, a mais elevada taxa de umidade para o ponto 2, é 57%, porção leste da área de estudo. O fator preponderante que corroborou com este valor foi a vegetação arbórea no local, aliada à pouca influência dos raios solares neste ponto no período da manhã, fato que confirma a suposição de que a vegetação exerce importante papel no que se refere a liberação de umidade para a atmosfera local, amenizando assim a temperatura do ar. No período vespertino, a partir das 15 horas, foi verificada uma ligeira redução da umidade em quase todos os pontos, exceto os pontos 4, 5 e 12, porções nordeste e oeste, que registraram alta em relação ao período da manhã, e os pontos com os valores mais elevados, no período da tarde, foram os pontos de número 2 e 3, porção oeste.

Para os pontos 4 e 5, porção nordeste, o aumento da umidade relativa do ar pode ter relação com a presença de mangues localizados próximos aos pontos. Segundo Galvani e Lima (2010), estes ambientes proporcionaram alterações sobre os elementos do clima de diversas maneiras, como por exemplo, na redução da precipitação, na radiação solar, na velocidade e direção do vento, etc. Assim, *“A cobertura promovida pelo dossel controla a*

quantidade, qualidade e distribuição temporal e espacial da radiação solar, determinando níveis diferenciados de umidade do ar, temperatura e condições de umidade do solo [...]” (p.26).

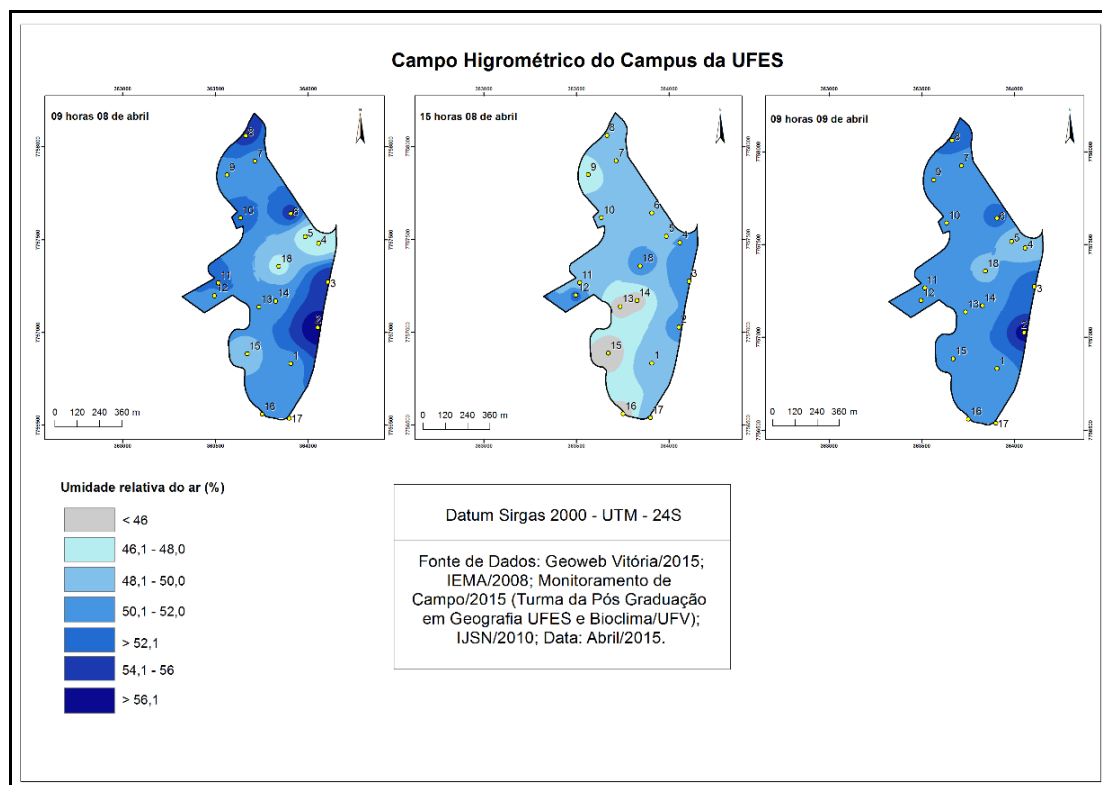


Figura 7 – Campo Higrométrico do Campus UFES 09 e 15 horas do dia 08/04 de 2015 e 09/04.

Elaborado pelos autores/2015.

Para o ponto 12, porção oeste, pode-se correlacionar os valores de umidade (acima de 50%) com a presença de vegetação mais densa, de médio porte, e mesmo pertencendo a um local de estacionamento e com a presença marcante de afloramentos rochosos.

No dia 08/04, em relação aos menores valores higrométricos o ponto 4, porção leste, no período da manhã, registrou (entre 46 a 48%) e o ponto 15, porção sudoeste, no período da tarde registrou (44%). No primeiro é caracterizado por ser uma área mais próxima à Avenida Fernando Ferrari, que durante o horário de coleta, às 9 horas da manhã, ainda possui um intenso fluxo de automóveis. No segundo caso, refere-se a uma área praticamente coberta por gramíneas e uma vasta área de solo exposto.

Para a análise do dia 09/04 os pontos que apresentaram o maior e o menor valor higrométrico, respectivamente, foram os pontos 2, setor leste (63%) e 15, setor sudoeste (51%). No primeiro caso, é possível associar os elevados valores de umidade com a

presença marcante de vegetação arbórea no local. Além disso, refere-se a um local que apresentou durante as coletas elevados valores de temperatura (acima de 26 °C), fato que pode ter corroborado para que houvesse movimentos ascendentes de ar, proporcionando à atmosfera local expressivos valores de umidade.

Considerações finais

Os procedimentos metodológicos empregados nesta pesquisa foram fundamentais para que os objetivos propostos fossem alcançados. Neste âmbito, foi possível identificar variações relevantes na temperatura e na umidade relativa do ar no *campus* da UFES, mesmo considerando a área do *campus* relativamente pequena. Assim, os resultados aqui expostos confirmam as principais teorias acerca da influência que as atividades humanas exercem sobre os elementos da atmosfera, em especial a temperatura e a umidade relativa do ar, bem como do papel da vegetação sobre os mesmos, exercendo função de regulador térmico e nos parâmetros aerodinâmicos e/ou pluviométricos (MONTEIRO, 1973; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; SARAIVA, 2011; THOMAZ, 2005).

Nos períodos matutino e vespertino, foi possível averiguar um comportamento bem distinto do campo termo-higrométrico dentro do *campus* em função do tipo de uso e cobertura da terra. No entanto, não foram observadas grandes variações entre os locais de coleta dos dados no turno matutino do dia 08/04 e 09/04/2015.

É importante frisar que os resultados alcançados neste trabalho não esgotam as discussões acerca do comportamento dos elementos da atmosfera analisados aqui, pois referem-se apenas a dois dias de coleta. No entanto, eles permitem aferir algumas considerações acerca do clima na universidade. Neste contexto, destaca-se a importância de estudos do clima em escalas mais detalhadas, sobretudo a relação deste com o uso e cobertura da terra e a vegetação, conforme afirmam Galvani e Lima (2010).

Dessa forma, é importante ressaltar que outros trabalhos devem ser realizados nesta linha de pesquisa, e que privilegiem outros elementos da atmosfera, tais como, a pressão atmosférica, a precipitação, a nebulosidade, entre outros, conforme aponta Martonne (1948), de modo que o clima possa ser melhor compreendido, haja vista a estreita correlação entre os elementos do clima.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFES (PPGG); a FAPES e a CAPES pelas bolsas concedidas e apoio à realização deste experimento.

Referências bibliográficas

ALVES, E.D.L.; BIUDES, M.S. **Padrões da temperatura do ar e da umidade relativa: estudo de caso no campus de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso**. Boletim de Geografia 30(3): 5-16, 2012.

AMORIM, M. C. de C. T. **Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: episódios de inverno**. Geosul, Florianópolis, v. 20, n. 39, p. 65-82, 2005.

ASSIS, W. L. **O Sistema Clima Urbano do Município de Belo Horizonte na Perspectiva Têmporo-Espacial**. 2010. 299 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Curso de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

_____. Variações temporais e espaciais da precipitação em áreas urbanas: estudo de caso na região oeste do município de Belo Horizonte. **Geosul**, Florianópolis, v. 24, n. 48, p. 177-196, jul./dez. 2009.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 17^o. ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 2013.

BORGO, I.A. **UFES: 40 Anos de História**. 2. ed-Vitória: EDUFES, 244 p, 2004.

BOTKIN, D. & Keller, E. **Enviromental Science Earth as a living planet**, 1995.

BRANDÃO, A. M. P. M. – **O Clima Urbano da Cidade do Rio de Janeiro** – Tese de Doutorado em Geografia Física USP – São Paulo, 1996.

Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC. Banco de dados de imagens – GOES do dia 08 de abril de 2015. Disponível em <<http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes.formulario.logic>>, acesso em 15/12/2017.

Diretoria de Hidrografia e Navegação – Marinha do Brasil – carta sinótica do dia 08 de abril de 2015. Disponível em <<https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>>, acesso em 15/12/2017.

JARDIM, C. H. Variações da temperatura do ar e o papel das áreas verdes nas pesquisas de climatologia urbana. **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa, 2010, v. 10, n. 1, p. 9-25.

FIALHO, E. S. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte: Um caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira**. Tese de doutorado. São Paulo: FFLCH/USP, 2009.

_____, E. S. **Ilha de calor: Reflexões acerca de um conceito**. Revista Acta Geográfica. 2012; edição especial p. 61-76. ISSN: 1980-5772.

GALVANI, E; LIMA, N. G. B. de. Estudos climáticos nas escalas inferiores do clima: manguezais da Barra do Rio Ribeira, Iguape, SP. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, v. 9, n. 1, 2010.

GARCIA, C. M. **Climatologia Urbana**. Barcelona: Universidade de Barcelona, 1999.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES (IJSN) Disponível em: <http://www.ijsn.gov.br/home/> Acesso em 22 de março de 2012.

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

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

MACIEL, C. R.; NOGUEIRA, M.C.J.A; NOGUEIRA, J. S. **Cobertura do solo e sua influência na Temperatura de microclimas urbanos na cidade de Cuiabá-MT**. Caminhos de Geografia 12 (38): 40-57, 2011.

MARTONNE, E. de. Traitê de Géographie Phisique. In: **Panorama da Geografia**. Edições Cosmos, Paris, 1948.

MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IG06-USP, 1976. (Série Teses e Monografias n.25)

MONTEIRO, C. A. F. **Qualidade ambiental**- Recôncavo e Regiões Limítrofes. Salvador, Centro de Estatísticas e Informações, 1987, 48p e 3 cartas Oke, Tim R. Boundary layer climates. London: Methen, 1978.372p.

MOREIRA, T. H. L.; PERRONE, A.. **História e geografia do Espírito Santo. Vitória (ES) 6. ed.:** [s.n.], 2007.

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

SANT' ANNA NETO, J. L. Escalas geográficas do clima- mudanças, variabilidade e ritmo. In: AMORIM, M.C.C.T.; SANT' ANNA NETO, J.L.; MONTEIRO, A (orgs). **Climatologia urbana e regional**: questões teóricas estudos de caso. I° ed. São Paulo. Outras Expressões. p. 75-92.2013.

SARAIVA, A. L. B. da. C. **O clima urbano de Mossoró (RN)**: o subsistema termodinâmico. Dissertação (mestrado em geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFES, Vitória, 2014.

STRECKEISEN AL. 1976. **To Each Plutonic Rock its Proper Name**. Earth Sci. Rev., 12: 1–33.

THOMAZ, E. L. Avaliação de interceptação e precipitação interna em capoeira e floresta secundária em Guarapuava–PR. **GEOGRAFIA Revista do Departamento de Geociências** v. 14, n. 1, jan./jun. 2005.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão Digital. Recife – PE, 2006.