



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE COMPARATIVA DA INCIDÊNCIA DE RADIAÇÃO SOLAR E FATOR DE VISÃO DO CÉU EM DOIS CONDOMÍNIOS DE DISTINTOS PADRÕES CONSTRUTIVOS NO BAIRRO DE CAMPO GRANDE – RIO DE JANEIRO/RJ: APROXIMAÇÕES METODOLÓGICAS

Higor Lopes Barcelos ^(a)

^(a) Estudante de Bacharelado/Licenciatura em Geografia, Instituto de Geografia/Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IGEOG/UERJ), higor.lopes.cg@hotmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O trabalho tem como objetivo de identificar as potencialidades do uso das ferramentas *Google Earth®* e *Google Sketchup® 2007* para estudos de clima urbano, por meio da análise comparativa de dois condomínios com padrões construtivos diferentes em Campo Grande-RJ. Como estratégia metodológica, foram escolhidos dois dias (um dia típico de verão e um dia típico de inverno) para identificar, através da modelagem, o fator de visão do céu (FVC) e a hora total de incidência solar em pontos escolhidos no interior dos dois condomínios. Dentre os resultados parciais, observou-se que as ferramentas utilizadas tem o potencial de contribuir para a análise do clima urbano, notadamente do subsistema termodinâmico.

Palavras chave: Clima Urbano, Geografia do Clima, Sky View Factor e Desenho Urbano.

1. Introdução e referencial teórico



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Com o crescimento e intensificação da urbanização nas cidades brasileiras, dado sobretudo a partir dos anos 1970, acabou acarretando a utilização de materiais construtivos, formas urbanas e padrões de construção inadequados a sua realidade climática, com a utilização de uma variedade de materiais construtivos com características termodinâmicas distintas. Além disso, os grupos sociais que possuem menor renda têm acesso a materiais construtivos que podem ser considerados inadequados a nossa realidade climática. Assim, esses grupos acabam aumentando sua vulnerabilidade e, conseqüentemente, o risco associado a uma variada gama de processos relacionados à dinâmica climática.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho consiste em identificar as potencialidades do uso das ferramentas *Google Earth*® e *Google Sketchup*® 2017 para estudos de clima urbano, por meio de uma análise comparativa de dois condomínios localizados no bairro de Campo Grande – Rio de Janeiro – RJ, marcados por padrões construtivos diferentes.

De acordo com Monteiro (1976), o clima urbano é fruto das relações dinâmicas entre a cidade e sua urbanização. Sendo concebido por meio da Teoria Geral dos Sistemas, o clima urbano seria um sistema complexo, dinâmico e aberto, estando em constante troca de energia com o ambiente a sua volta, recebendo e interagindo com a atmosfera por meio dos elementos da natureza, aqui compreendidos como o relevo, a vegetação, os rios e outros. Este sistema não poderia ser entendido apenas pela sobreposição de suas camadas, mas sim pela conexão intrínseca entre elas.

Diante disso, Monteiro (1976) dividiu o Sistema Clima Urbano em três subsistemas, que são entendidos através das formas pelas quais a sociedade os percebe, sendo também chamados de canais de percepção. São eles: o subsistema termodinâmico (canal de percepção de conforto térmico); subsistema físico-químico (canal de percepção da qualidade do ar) e subsistema hidrometeorológico (canal de percepção dos impactos meteorológicos). Neste trabalho, foi focado o subsistema termodinâmico, associado ao balanço de energia térmica na cidade.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O balanço térmico se refere a relação entre a quantidade de energia total que entra e a que sai de um sistema. No caso da Terra, essa energia é majoritariamente proveniente da radiação solar, que percorre a atmosfera, interagindo com todas as suas camadas até a superfície (Gartland, 2011; Yamasoe e Correa, 2016). Nesse percurso, uma parte dessa energia é absorvida, uma outra parte é refletida e outra, emitida de volta para o espaço.

Os recentes padrões de cobertura da terra, sobretudo nas cidades, tem como característica o uso de materiais inadequados para a realidade climática do mundo tropical. Junto a isso, a pouca consideração com elementos existentes no sítio urbano, tais como orientação das vertentes, nível de declividade, situação latitudinal, proximidade/distância das superfícies marinhas, acarretaram a intensificação de processos derivados do clima urbano, como a grande magnitude de ilhas de calor tanto nas metrópoles (Lombardo, 1985) quanto nas cidades pequenas e médias (Rampazzo, 2012, 2015; Teixeira *et al*, 2012).

As características “naturais” do sítio urbano como o relevo e/ou as construídas pela sociedade através da produção do espaço urbano, como a urbanização, funcionam como fatores geográficos do clima, que dependendo de sua posição e/ou grau de intensidade vão diferenciar e influenciar os elementos do clima, que são os atributos básicos que servem para definir o tipo climático de uma determinada região como a temperatura, a umidade e a pressão atmosférica.

A morfologia urbana também influencia nos elementos climáticos de uma área, que dependendo de sua formação mais adensada ou não, forma um desenho urbano próprio que influencia na incidência de radiação solar nas edificações, que sendo alta ou baixa influencia no conforto térmico. Uma das técnicas potenciais de identificação das influências da geometria urbana no microclima local é por meio do Fator de Visão do Céu (FVC). O FVC representa a fração do céu que está livre para realizar a troca de energia com a atmosfera, sendo por meio desse fator que a superfície recebe e libera calor, se aquecendo e/ou resfriando.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Segundo estudo de Fialho et al. (2018), percebeu-se que há uma correlação positiva, embora fraca, entre o comportamento da temperatura do ar e do FVC. Conforme os autores, quanto maior o percentual de limitação do horizonte, maior será a temperatura do ar, pois ocorre um aumento da rugosidade. No entanto, a correlação entre FVC e radiação solar não é linear, pois depende do desenho urbano, do material construtivo e da relação entre a altura dos edifícios e do espaço entre eles.

Nesse sentido, a radiação se comporta de forma diferente em relação ao FVC, tendendo a produzir temperaturas em média mais amenas quando o percentual de limitação do horizonte é menor, pois toda a energia absorvida em ondas curtas durante o dia, consegue ser liberada em ondas longas durante a noite. E o contrário, quando o fator de limitação do horizonte é maior forma-se um bloqueio; Durante a noite, pode-se formar obstáculos que impedem parcial ou totalmente a dispersão de calor, fazendo com que ocorra uma menor queda na temperatura.

Associado a isso, Sant'anna Neto (2001) apresenta uma concepção do clima como fenômeno geográfico e, portanto, formula a existência do fenômeno climático como um fenômeno social. Isso significa dizer que o espaço urbano se apresenta estruturado com todas as desigualdades e segregações sociais inerentes a sociedade, resultando em um ambiente heterogêneo, desigual, fragmentado e segregado (Carlos, 2011).

2. Área de estudo

Campo Grande (Figura 1) é um bairro localizado na Zona Oeste do município do Rio de Janeiro, com uma área territorial de 10.444,51 ha. Sendo limitado a norte pelo maciço do Mendanha e a sul pelo maciço da Pedra Branca, é um dos maiores bairros da cidade, também sendo considerado o bairro mais populoso, com total mais de 328.370 habitantes de acordo com o censo do IBGE (2010).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Para este trabalho, foram escolhidos dois condomínios situados as margens da Estrada do Campinho, um em frente ao outro, na parte mais próxima ao centro do bairro: o Condomínio Morada Campinho e o Condomínio Bela Vida I e II (Figura 1).

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

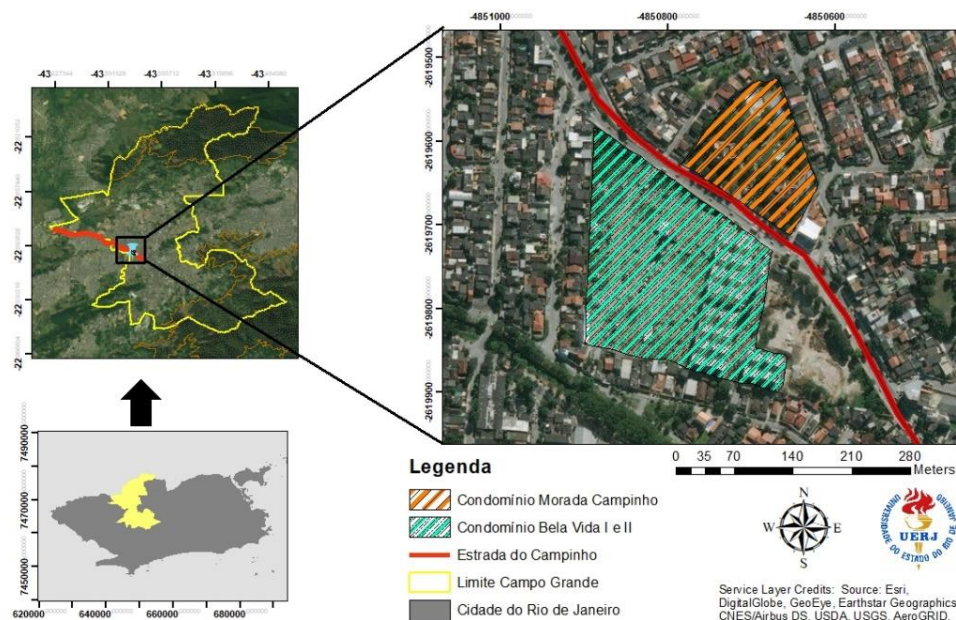


Figura 1 – Mapa com a localização da área de estudo.

Os Condomínios Bela Vida I e II (Figura 2) possuem, juntos, mais de 27.657,26 m², com 20 (vinte) prédios de 5 (cinco) pavimentos. Ao todo, eles possuem 800 (oitocentos) apartamentos, custando a partir de 144 mil reais. O condomínio possui um padrão construtivo adensado, com quase nenhum espaçamento entre os prédios. O terreno é quase inteiramente pavimentado, com pouca ou nenhuma arborização e, também, com ausência de áreas significativamente abertas que possam eventualmente propiciar a circulação do ar.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019



Figura 2 – Imagem obtida no site da Tenda: <https://www.tenda.com/encontre-seu-imovel/rj/rio-de-janeiro/bela-vida-iii>

O outro empreendimento escolhido para o trabalho foi o condomínio Morada Campinho (Figura 3), que se localiza no lado oposto ao condomínio anterior. Sendo mais antigo que o primeiro, ele possui 2 (dois) prédios de 5 (cinco) pavimentos, com apartamentos que possuem, em média, 130 m² e com o preço a partir de 550 mil reais. Esse condomínio possui um padrão construtivo que apresenta maior espaçamento entre os prédios, com apenas duas torres em um terreno amplo, com significativa arborização.

Tabela I – Comparação entre os dois condomínios

| | Bela Vida I e II | Morada Campinho |
|-----------------|-------------------------|------------------------|
| Metragem | 38 a 40m ² | 130 m ² |
| Quartos | 1 a 2 | 3 |
| Preço | A partir de R\$ 144 mil | R\$ 550mil |



Figura 3 – Localização da área de estudo. Fonte: Google Maps



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

3. Procedimentos metodológicos

Para a obtenção dos resultados preliminares, primeiro foi realizada modelagem 3D das edificações com o uso do software Google Earth Pro®. Foi necessário delimitar a altura das edificações, feita de acordo com a literatura consultada (Machado, 2016 e Assis, 2016) na qual optou-se por considerar cada pavimento com 3 metros de altura. A modelagem foi útil para que se pudesse obter gráficos de obstrução da abóbada celeste e da incidência solar horária com o auxílio do software Google Sketchup® 2017 (Figura 4).

No programa Vivaty Studio® 1.0, foi realizada a conversão do arquivo de shapefile 3D para .3ds e, em seguida, iniciou-se o emprego do software Google Sketchup® 2017. Para a elaboração de gráficos de sombreamento de edificações, foi necessário instalar o plugin Lss Chronolux, adendo fundamental do Google Sketchup® 2017.

Inicialmente foram gerados os gráficos com horário e ângulo de incidência dos raios solares. Para este trabalho, foram escolhidos dias representativos do inverno e do verão (07 de agosto de 2018, das 06h às 19h, e 03 de janeiro de 2019, das 06h às 20h). Além das datas e horários, foram escolhidos 5 pontos amostrais para identificação da influência das características do entorno na incidência de radiação solar. Dois desses pontos ficaram situados no Condomínio Morada Campinho, e três nos Condomínios Bela Vida I e II (Figura 4).



Figura 4 – Modelagem com a localização dos pontos amostrais



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Por último, e ainda na interface do *Google Sketchup® 2017*, foi extraída a informação relacionada ao Fator de Visão do Céu (FVC) e o gráfico de obstrução da abóbada celeste. A partir desses resultados, foi confeccionada uma tabela com o total de radiação solar recebida em todos os pontos durante os dias representativos, e com dados referentes ao FVC.

4. Resultados e discussões

Os dois pontos localizados no condomínio Morada Campinho apresentam maior incidência de radiação solar em comparação aos três pontos localizados no Condomínio Bela Vida I e II (Tabela II e Figura 4). Isso pode ser explicado pela posição dos dois empreendimentos em relação ao sol, assim como pelo desenho dos condomínios escolhidos.

O Condomínio Morada Campinho possui apenas 2 prédios espaçados entre si em um terreno largo. Esse desenho urbano possibilitou com que houvesse uma maior incidência de radiação em seus dois pontos, superando as 8 horas de incidência diária. Por mais que a sua área aberta seja arborizada, as árvores não influenciaram na incidência solar em sua superfície. Machado (2016) obteve como resultado que as áreas arborizadas apresentam menores médias de temperatura que as não arborizadas, nos levando a inferir que os pontos 1 e 2 fossem os mais frescos.

Já o Condomínio Bela Vida I e II possui um formato mais adensado, com prédios mais próximos uns aos outros. Isso favorece a formação de cânions urbanos, com um maior sombreamento do seu interior e uma menor incidência de luz solar nos pontos 3 e 4, por exemplo. O ponto 5, por estar alinhado em uma posição próxima a trajetória solar (Leste-Oeste), recebeu uma maior insolação, sendo, por esse motivo, o ponto mais ensolarado do que os outros.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Tabela II – Total de Radiação e Sky View Factor

| Pontos | Verão | Inverno | FVC Manhã | FVC Tarde |
|---------|--------|---------|-----------|-----------|
| Ponto 1 | 11h11m | 8h27m | 64.19% | 65.20% |
| Ponto 2 | 10h59m | 11h31m | 76.26% | 77.40% |
| Ponto 3 | 3h14m | 2h31m | 12.41% | 12.41% |
| Ponto 4 | 3h56m | 2h56m | 17.43% | 17.43% |
| Ponto 5 | 10h7m | 8h28m | 32.94% | 32.94% |

O ponto 1 está localizado próximo a uma árvore, entre as duas torres no Condomínio Morada Campinho. Ele recebe, no verão, um total de 11h11min de radiação solar, sendo, em sua grande maioria, distribuída entre 08h43min e 17h36min. No inverno, esse número diminui, sendo de 8h27min de radiação ao total, em sua maioria distribuída das 7h14min às 14h10min. Nesse ponto, FVC variou durante todo o dia entre 64,19% nas primeiras horas da manhã, chegando a 65,20% a tarde e terminando o dia em 63,21%.

O ponto 2 está localizado em uma área comparativamente mais aberta dentro do mesmo Condomínio do ponto 1, situando-se mais distante dos prédios. Sendo cercado apenas por árvores, este ponto recebe, no verão, 10h59min de radiação solar, em sua grande maioria distribuída entre as 07h34min às 16h51min. No inverno a insolação aumenta, recebendo ao total 11h31min de radiação, sendo em sua maioria distribuída entre as 07h18min e 17h37min.

Em relação ao FVC (Figura 5), nesse ponto ele também variou, iniciando com 76,26% de visualização do céu nas primeiras horas da manhã, chegando aos 77,40% a tarde e terminando o dia com 77,01%. Por mais que o ponto 1 e 2 recebam uma maior quantidade de radiação durante o dia, a sua baixa porcentagem de limitação do Céu, junto com a característica do material construtivo de seus entornos (gramado com baixa impermeabilização/cores mais claras) nos leva inferir que nesses pontos a temperatura média do ar seja mais amena em relação aos outros pontos, pelo motivo de haver uma maior troca de energia entre a superfície e a atmosfera amenizando a temperatura do ar.

O ponto 3 está localizado entre dois prédios no Condomínio Bela Vida I, em uma área um pouco mais fechada, com alinhamento norte-nordeste a sul-sudoeste. Ele recebe, no



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

verão, apenas 3h14min de incidência de radiação solar, sendo distribuída em sua grande maioria das 12h5min às 13h37min. No inverno, esse número diminui para 2h31min, sendo em sua maioria distribuído das 11h35min às 12h54min. Nesse ponto, FVC não variou durante o dia, se mantendo em 12,41%.

O ponto 4 também está localizado entre dois prédios com alinhamento Norte –Sul no condomínio Bela Vida II, em uma área relativamente mais fechada. Este ponto recebe no verão 3h56min de radiação solar, sendo a sua maioria distribuída entre as 11h28min e 13h42min. Já no inverno, esse ponto recebe um total de 2h56min de radiação solar distribuída, em sua maioria, das 11h22min às 13h06min. Em relação ao FVC, o quarto ponto também se manteve com 17,43% por todo o dia.

O ponto 5, localizado entre dois prédios em uma área mais aberta com alinhamento Oeste-Sudeste Lés-Sudeste, recebe, no verão, um total de 10h7min de incidência solar, distribuída em sua maioria das 06 h as 14h50min, sendo, assim, o ponto que mais recebe incidência solar dentre os escolhidos nesse condomínio. No inverno, apesar do total de incidência solar apresentar diminuição, ele continua alto se comparado aos outros pontos, com o total de 8h28min distribuída, em sua maioria, das 10h51min às 18h07min. Assim como nos dois pontos anteriores, o FVC se manteve igual durante todo o dia, com 32,94%.

O alto percentual de bloqueio do horizonte nos pontos 3,4 e 5 (Figura 5), fruto de um desenho urbano mais adensado com pouco espaçamento entre as edificações, nos sugere que nesses pontos a temperatura média do ar seja mais alta do que nos pontos 1 e 2, por mais que o total de radiação tenha sido menor. Pois a alta rugosidade proporcionada pela morfologia urbana do condomínio, junto com a diminuição da abertura de visada do Céu pode formar obstáculos que impeçam a liberação de energia em ondas longas durante a noite, fazendo com que as médias de temperatura permaneçam altas. No entanto, como diz Fialho et al. (2018) em seus estudos, a correlação entre o FVC e a temperatura do ar não é totalmente linear, pois é



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

necessário mais estudos e correlações com outros fatores, como o vento, para podermos aferir certas suposições.

6. Considerações Finais

Conclui-se que o emprego dos Software Google Earth® e Google Sketchup® 2017 para a análise do clima urbano foi satisfatório, pois esta técnica nos permitiu perceber algumas características do clima urbano, como a diminuição de incidência solar e aumento da limitação do horizonte comparando o desenho dos dois condomínios. Em todos os casos, a morfologia dos condomínios funcionou como fator geográfico, influenciando nos elementos do clima local. Em destaque os pontos 3, 4 e 5 do condomínio Bela Vida I e II, em que o traçado da edificação dificultou a incidência de radiação e que provavelmente dificultará a dispersão de sua energia.

O ponto 5 teve destaque por se localizar entre dois prédios com alinhamento próximo a trajetória do sol, que permitiu com que esse ponto fosse bem iluminado pela radiação solar, no verão e no inverno. Contudo, pelo desenho do condomínio ser adensado, com um FVC de 32,94%, nos levou a induzir que esse ponto fosse o mais quente dentre os 5 analisados, pois por não possuir nenhum tipo de arborização e ser totalmente impermeabilizado a sua energia absorvida em ondas curtas pelos materiais construtivos/superfície não conseguiria ser totalmente liberada em ondas longas fazendo com que esse ponto apresenta-se a temperatura do ar mais quente durante a noite.

Essa metodologia nos fez perceber o quanto a morfologia e o desenho urbano, que são características sociais da produção do espaço urbano, podem funcionar como fatores geográficos do clima anulando ou até mesmo potencializando elementos do clima e características “naturais” do sítio. Os passos seguintes compendem a alocação de termohigrometros nos pontos identificados, e a tentativa de identificação de possíveis outros elementos que possam influenciar na temperatura local.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

7. Referências Bibliográficas

ASSIS, D. C. O conforto térmico associado às variáveis de cobertura da terra na região central de Juiz de Fora (MG). 2016. 196f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas, program de pós graduação em geografia, 2016.

CARLOS, A.F.A. **A condição espacial**. São Paulo: Contexto, 2011.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

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

MONTEIRO, C.A.F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IG/USP, 1976.

MACHADO, A.L. Impactos da verticalização e adensamento urbano das edificações em topoclimas e mesoclimas na porção norte do município de nova lima (MG). 2016. 183f. Dissertação (Graduação). Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2016

RAMPAZZO, C. R. Clima e produção do espaço urbano: Contribuição ao estudo da geografia do clima no contexto das cidades de São Carlos e Marília. 2015. 332 f. Dissertação (Mestrado em geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015.

REGINA, G.R.; FIALHO, E.S. Campo térmico X fator de visão do céu: estudo da área central do município de viçosa-MG. **Boletim Gaúcho de Geografia**, V.42, N. 2: 1-25, 2016.

SANT'ANNA NETO, J. L.. Por uma Geografia do Clima. **Revista Terra Livre**. São Paulo, n. 17, p. 49-62, 2001.

SANT'ANNA NETO, J. L. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 7, vol. 8, 2011.

TEIXEIRA, D.; ORTIZ, G.; Amorim, M.; Análise do conforto térmico em habitação popular no município de Presidente Prudente – SP. **Revista Geonorte**, Ed.Especial 2, V.2, N.5, p. 194-206, 2012.

YAMASOE, M. A.; CORRÊA, M. P. **Processos radiativos na atmosfera: fundamentos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.