



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

ESTUDO DA CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA: BELÉM - PA

Gabriel Gustavo Barros de Souza^(a), Mariana Lopes Nishizima^(b)

^(a) Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Geografia – Faculdade de Ciência e Tecnologia - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Email: gabriel_cart@yahoo.com.br

^(b) Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia – Faculdade de Ciência e Tecnologia - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Email: mariana_nishizima@hotmail.com

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

Resumo/

A caracterização climática do município permite diagnosticar e elaborar planejamento de gestão urbana. Os registros de temperatura, precipitação somados aos índices de vegetação e coberturas são fatores integradores que podem interferir nas condições climáticas de uma cidade. Quando consideradas em âmbito urbano a sensação desses efeitos se torna ainda maior, visto que a maior parcela da população está inserida neste espaço. O objetivo deste trabalho é o estudo do excedente e a deficiência hídrica no município de Belém – PA, segundo o balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955), integrando procedimentos de estimativa da temperatura da superfície a partir do processamento de imagens do Landsat 8. Assim, foram gerados o NDVI e a carta da Diferença de Temperatura dos Alvos, identificando variação de 8°C no espaço analisado. Os resultados permitem caracterizar a área no aspecto dos elementos meteorológicos e configurar futuras intervenções localizadas para favorecer a população do município.

Palavras chave: Balanço Hídrico, Geoprocessamento, Climatologia, Belém - PA.

1. Introdução

Considerando que a composição da cidade modifica o clima em escala local, afetando outros elementos geográficos, os estudos clássicos de clima urbano focavam principalmente nas alterações que ocorriam na temperatura, na umidade do ar, na precipitação e no movimento do ar, observados no meio urbano (LIMA e AMORIM, 2006).

Tendo consciência da complexidade e das dimensões dos estudos sobre o clima urbano na sociedade contemporânea é fundamental assegurar a reflexão da interação entre fenômenos climáticos e a paisagem urbana a partir de um contexto do ambiente urbano (RODRIGUES; AMORIM, 2017, p. 2). Assim, o conhecimento da dinâmica desses recursos



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

pode auxiliar de base para o planejamento de ações que visam à melhoria da qualidade de vida da população.

A urbanização, considerada em termos de espaço físico construído, altera significativamente a atmosfera próxima da superfície, proporcionando o aumento das superfícies de absorção térmica, impermeabilização do solo, alterações na cobertura vegetal, interferência nos efeitos dos ventos pelas concentrações de edifícios que interferem nos efeitos dos ventos, contaminação da atmosfera através da emissão de gases (LOMBARDO, 1985).

O balanço hídrico climatológico, de acordo com Pereira et al. (1997), é uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo a partir do suprimento de água via precipitação ou irrigação, da capacidade de água disponível e da quantidade que o solo armazena.

Além disso, o balanço hídrico torna-se praticamente indispensável na definição e quantificação das exigências climáticas das culturas econômicas, nas diferentes fases fenológicas, possibilitando o mapeamento das aptidões climáticas dessas culturas na área ou região de interesse (CAMARGO e CAMARGO, 1993; PEREIRA et al., 1997; TOMASELLI e ROSSATO, 2005).

Sant'Anna Neto (2011) descreve que dentro da discussão do clima urbano, a cobertura vegetal constitui-se em importante indicador de regulação do clima das cidades, porque exerce diversas funções geoambientais, amenizando as modificações de temperaturas ocasionadas pela impermeabilização do solo, poluentes lançados por veículos e indústrias, e pelos diversos usos já que as áreas urbanas encontram-se, também, em estágios variados de organização.

Considerando os fatores e definições apontados neste espaço, verifica-se, como afirmam Lima e Amorim (2006), que o uso de técnicas de sensoriamento remoto, como ferramenta de apoio aos estudos do clima, principalmente pela utilização de imagens do



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

infravermelho termal, permite o mapeamento da temperatura das superfícies urbanas considerado como ponto de partida para a análise de outros fenômenos do clima urbano. Além de imagens termais, outras de alta resolução são muito úteis para a elaboração de cartas de uso da terra, contribuindo assim, para a análise da estrutura e funcionalidade urbana para a identificação de áreas com maiores registros de temperaturas.

A modificação da temperatura pode causar interferência na precipitação, ventilação, umidade e ilha ou arquipélago de calor, que por sua vez propiciam efeitos diretos no conforto térmico, causando problemas no desempenho fisiológico, psicológico do indivíduo afetado (LIMA e AMORIM, 2006).

1.1. Caracterização da área de estudo

O município de Belém, capital do Estado do Pará ($01^{\circ} 28' S$, $48^{\circ} 29' W$), possui mais de 1,4 milhões de habitantes (IBGE, 2010) e se localiza numa das regiões mais chuvosas do leste da Amazônia, com precipitação em torno de 2000 mm/ano (Figueroa e Nobre, 1990). O clima de Belém é do tipo Af de acordo com o critério de Köppen (sempre úmido), com sazonalidade da estação chuvosa (meses de dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril e maio – DJFMAM) (FIGUEROA e NOBRE, 1990), que ocorre principalmente devido à migração latitudinal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) nos meses de verão austral.

Os principais mecanismos que explicam o regime das chuvas dentro do contexto de escala global são: o resultado da combinação da atuação predominante da Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, resultante da convergência dos ventos alísios de nordeste e sudeste, que é caracterizada por ventos fracos e precipitações intensas (VIANELLO e ALVES, 1991), das brisas marítimas, da penetração de sistemas frontais oriundos do sul do continente e da fonte de vapor representada pela cobertura vegetal da região. Dentro do contexto mais local, pode-se dizer que as chuvas em Belém são resultantes das seguintes situações: de dezembro a maio, época mais chuvosa, a precipitação é originada pela ZCIT e



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

pelos efeitos de mesoescala, como as linhas de instabilidades que se formam na costa Atlântica da Guiana e Pará, e propagam-se para o oeste como uma linha de cumulonimbus. Estas linhas originam-se em associação à brisa marítima e se formam no período da tarde; de junho a agosto, final do período chuvoso, as chuvas são provocadas por efeitos locais, como as brisas terrestres e marítimas e por Ondas de Leste, vindas nas correntes dos ventos alísios, geralmente os do sudeste. Estas ondas são fenômenos que se formam no campo da pressão atmosférica, ao longo dos alísios, na faixa tropical do globo, deslocando-se de leste para oeste (VIANELO e ALVES, 1991); de setembro a novembro, período de estiagem, a precipitação geralmente é provocada pelos fenômenos de mesoescala (BASTOS *et al.*, 2002).

O município de Belém, área específica deste trabalho, é apresentado na Figura 1.

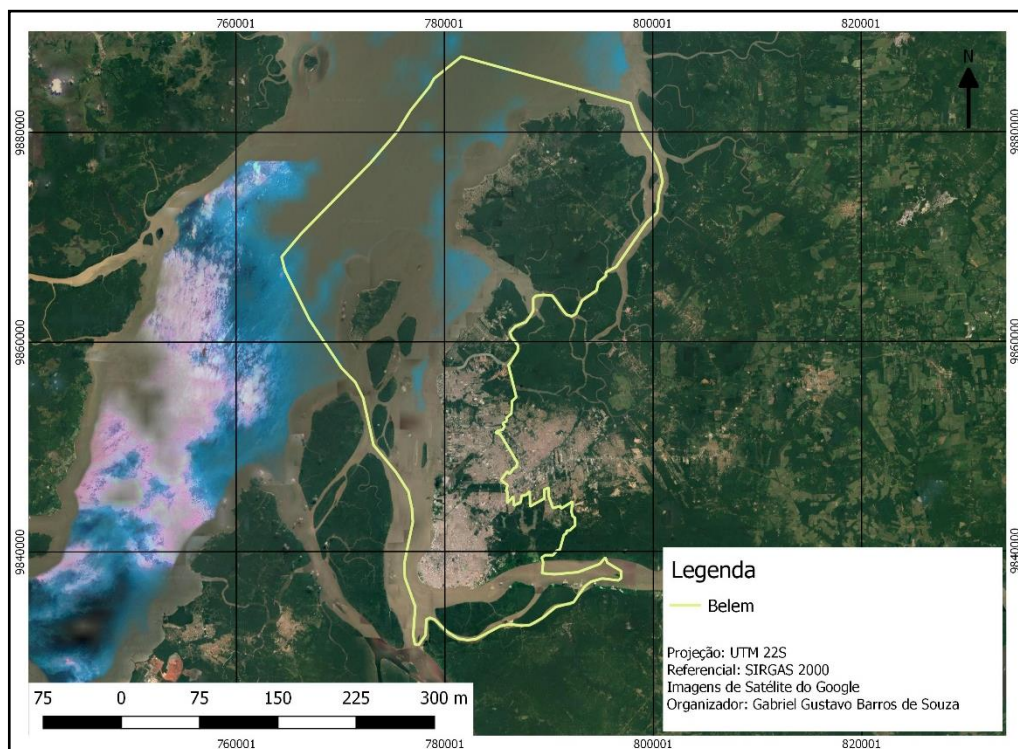


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo



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

As mudanças nos padrões de temperaturas médias ou máximas na cidade Belém do Pará vêm aumentando significativamente nos últimos trinta anos. Lugares pobres em vegetação alcançam temperaturas superiores àquelas áreas com maior cobertura da vegetação (LIMA E AMORIM, 2006). Neste estudo foi analisada a paisagem urbana de Belém, bem como a temperatura dos alvos da cidade, utilizando-se produtos do sensoriamento remoto, correlacionando-os com as mudanças nos padrões de cobertura vegetal e, ainda, com o balanço hídrico climatológico.

2. Materiais e Métodos

A revisão da literatura do tema em questão foi realizada além da aquisição de dados para o processamento das informações adquiridas e analisadas neste trabalho.

O balanço hídrico foi calculado de acordo com a proposta metodológica de Thornthwaite e Mather (1955), sendo utilizados os dados de temperatura e precipitação do período de 2000 a 2017. Os dados foram obtidos a partir do acesso <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>. O portal Giovanni é um ambiente online (Web) para a exibição e análise de parâmetros geofísicos que pode ser facilmente acessada. Os dados de precipitação e temperatura, baixados (portal mencionado anteriormente) e calculados.

Como descreve Pereira (2005), pode-se determinar o regime hídrico de um local, sem necessidade de medidas diretas das condições do solo. Para sua elaboração, há necessidade de se definir o armazenamento máximo no solo (CAD – Capacidade de Água Disponível), e de se ter a medida da chuva total, e também a estimativa da evapotranspiração potencial em cada período. Com essas três informações básicas o BHC permite deduzir a evapotranspiração real, a deficiência ou o excedente hídrico, e o total de água retida no solo em cada período. As fórmulas utilizadas para a apresentação dos cálculos do balanço hídrico, disponíveis neste documento, são encontradas em Pereira (2005).



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. Resultados e Discussões

Os elementos que intervêm no cálculo do Balanço Hídrico Climático (BHC), como registra Coral *et al.* (2015), são: Temperatura Média Mensal (TM), Evapotranspiração Potencial (ETP), Precipitação Média Mensal (P), Perda ou Adição Potencial de Água no Solo (P-ETP), Negativo Acumulado (NEG), Capacidade de Água Disponível (CAD), Água Armazenada no Solo (ARM), Alteração Mensal de Armazenamento de Água (ALT), Evapotranspiração Real (ETR), Deficiência Hídrica (DEF) e Excesso Hídrico (EXC). A tabela 3 apresenta o resultado dos cálculos do balanço hídrico.

Tabela 3 - Balanço Hídrico Normal por THORNTHWAITE e MATHER (1955) de Belém - PA.

Mês	P (mm)	ETP Thorntwaite 1948	P-ETP (mm)	NEG-AC	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	337,2	133,02	204,2	0,0	125,00	76,17	133,0	0,0	128,0
Fev	373,2	110,42	262,8	0,0	125,00	0,00	110,4	0,0	262,8
Mar	479,6	122,49	357,1	0,0	125,00	0,00	122,5	0,0	357,1
Abr	416,1	119,55	296,5	0,0	125,00	0,00	119,6	0,0	296,5
Mai	310,2	126,95	183,3	0,0	125,00	0,00	126,9	0,0	183,3
Jun	210,5	121,05	89,5	0,0	125,00	0,00	121,1	0,0	89,5
Jul	193,1	124,30	68,8	0,0	125,00	0,00	124,3	0,0	68,8
Ago	131,7	132,29	-0,6	-0,6	124,39	-0,61	132,3	0,0	0,0
Set	79,0	148,08	-69,1	-69,7	71,59	-52,80	131,8	16,3	0,0
Out	82,4	179,54	-97,1	-166,8	32,92	-38,67	121,1	58,4	0,0
Nov	75,6	186,83	-111,2	-278,0	13,52	-19,40	95,0	91,8	0,0
Dez	202,9	167,56	35,3	-117,5	48,83	35,31	167,6	0,0	0,0
TOTAIS	2891,5	1672,09	1219,4		1166	0,00	1505,6	166,5	1385,9
MÉDIAS	241,0	139,34	101,6		97,2		125,5	13,9	115,5

Através dos cálculos efetuados foi possível gerar os gráficos que podem ser verificados a seguir a partir da Figura 2 (Balanço Hídrico Mensal, Balanço Hídrico Normal Mensal) e Figura 3 (Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do Ano). O valor de CAD utilizado a partir da classificação pedológica local utilizado para o cálculo do BHC foi de 125 mm.



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

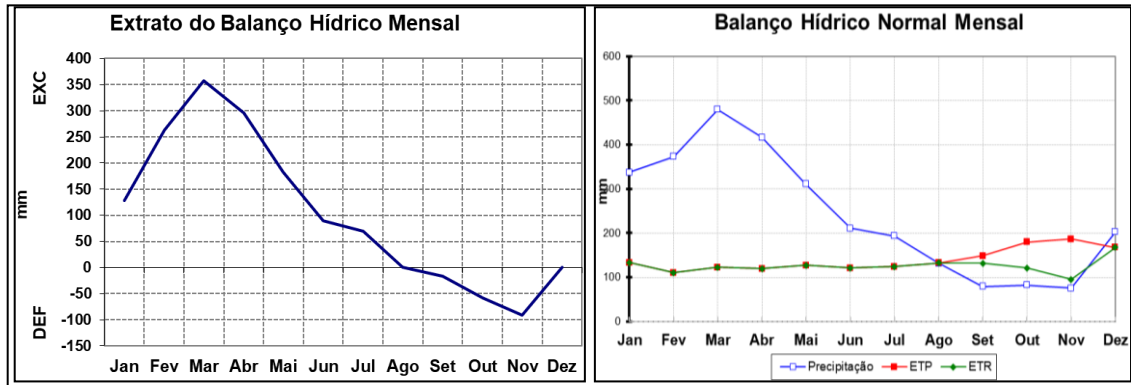


Figura 2 – Balanço Hídrico Mensal e Balanço Hídrico Normal Mensal.

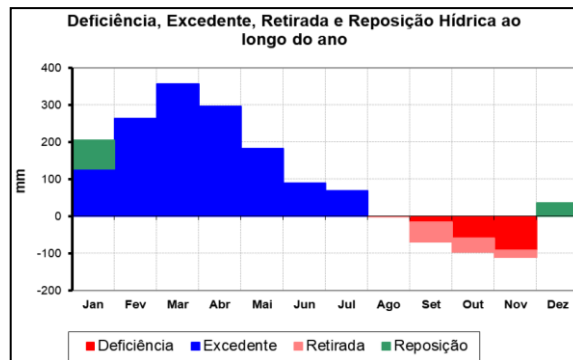


Figura 3 – Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do Ano.

A partir dos gráficos apresentados na Figura 2 e Figura 3 verifica-se que a energia recebida proporcionou, em termos anuais, uma demanda evaporativa menor que a chuva, resultando em elevado excedente hídrico ao longo do ano. A distribuição da demanda evaporativa ou evapotranspiração de referência e das chuvas no decorrer dos meses, produziu excessos e deficiências de água em determinados períodos, do seguinte modo: de janeiro a setembro, o total de chuvas excedeu a evapotranspiração de referência, proporcionando considerável excedente hídrico; de outubro a novembro, o total de chuva foi menor que a evapotranspiração, resultando em reduzida deficiência hídrica; em dezembro, o total das chuvas novamente excedeu a evapotranspiração, resultando primeiramente em reposição de água no solo, seguido de excedente hídrico.



Juntamente aos cálculos, mencionados anteriormente, foram elaboradas cartas de temperaturas das superfícies de Belém, bem como o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index* - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada). O processo de realização da modelagem dos dados se deu através do IDRISI¹.

Para a elaboração de uma série de cartas das temperaturas da superfície da área de estudo, foram utilizados produtos de sensoriamento remoto como imagens de satélites considerando a banda 10 infravermelho termal do satélite Landsat-8 (ano 2018). Na sequência, por meio da junção das bandas 4 e 5 gerou-se o NDVI, que permite identificar a densidade de vegetação e sua distribuição, apresentada na Figura 4.

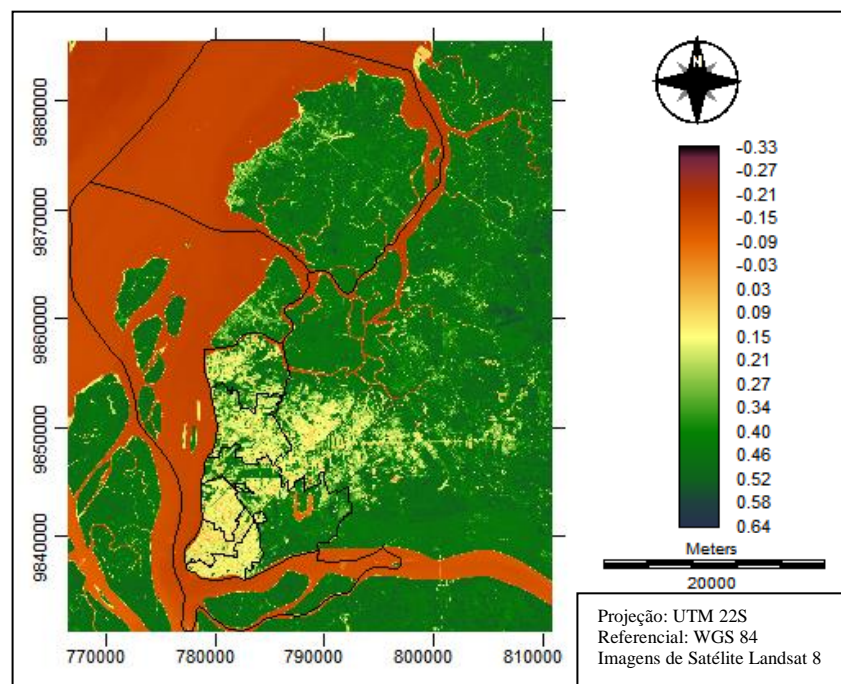


Figura 4 – Carta de NDVI de Presidente Prudente (SP), elaborada a partir das bandas 4 e 5 da imagem Landsat 8, 07/06/2018. Fonte da imagem: <http://earthexplorer.usgs.gov/>
Elaboração: Gabriel Gustavo Barros de Souza.

¹ Idrisi é marca registrada da Clark University.



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

A imagem foi tomada no período de transição da estação mais chuvosa para a menos chuvosa (junho), considerando os dias sem nebulosidade, uma vez que as nuvens interferem na interpretação da temperatura dos alvos.

Com base na Figura 5, há de ser considerado o ponto mais frio como sendo o “0” (zero) indicado na legenda, definido como ponto de referência. Desse modo é possível observar que a temperatura dos alvos sofre alterações.

Para a data em análise observa-se que houve amplitude térmica de 11^oC, levando-se em consideração a superfície das águas. Ao considerar a classe de vegetação como início de comparação presente no meio urbano, verifica-se variação térmica de 8^oC.

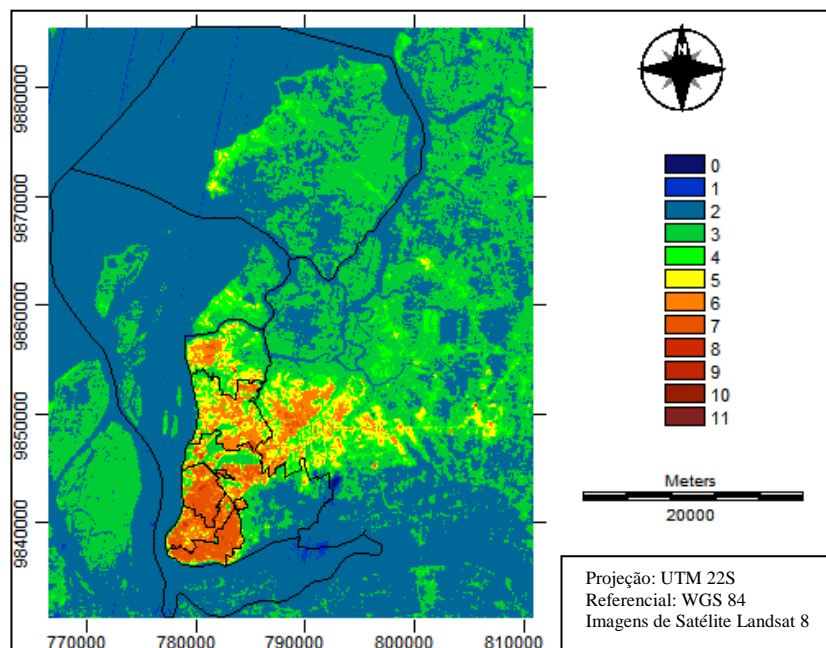


Figura 5 – Diferença da temperatura dos alvos de Belém-PA, elaborada a partir da bandas 10 da imagem Landsat 8, 07/06/2018. Fonte da imagem: <http://earthexplorer.usgs.gov/>
Elaboração: Gabriel Gustavo Barros de Souza.

Baseado nos resultados apresentados neste trabalho e considerando o que relata Lima et al. (1978), o balanço hídrico, nos estudos de disponibilidade de recursos hídricos, deve ser elaborado a intervalos de tempo anual considerando que o processo de movimento de água 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

solo representa um seguimento do ciclo hidrológico e que pode sofrer variações quantitativas segundo a variação da temperatura, da precipitação e das características pedológicas.

Lima et al. (1978) complementam também que o solo que receber os mesmos volumes de água da chuva numa mesma região climática e apresentar diferenças na disponibilidade hídricas, estas são devidas às variações da capacidade que o solo apresenta de armazenar água, principalmente aqueles formados por materiais pedológicos muito distintos do ponto de vista químico, físico e mineralógico. O solo funciona como um reservatório de água, atendendo, durante períodos de estiagem, a demanda de água pelas plantas. De maneira geral essa disponibilidade de água depende do suprimento, decorrente das precipitações atmosféricas, e da demanda, resultante do processo de evapotranspiração e pela drenagem. Assim o aproveitamento de água armazenada pelo solo depende do comportamento dinâmico do sistema solo-planta-atmosfera.

As áreas permeáveis, neste contexto, se caracterizam com temperaturas mais baixas e também com maior capacidade de armazenamento hídrico. Os dados analisados e apresentados são de um período sequencial aos meses chuvosos, portanto ainda com excesso hídrico, como mostrado anteriormente. Ainda assim, verifica-se a amplitude térmica no município de 8° C no que concerne a identificação de áreas de vegetação no entorno urbano às áreas densamente construídas. A escala de intensidade, adotada na legenda da Carta apresentada na Figura 5 retrata a temperatura de 21°C considerada como “0” e a intensidade “11” corresponde à temperatura de 32°C.

4. Considerações finais

A verificação das componentes Precipitação e Temperatura são importantes parâmetros a serem considerados ao analisar o clima de uma região. Somado a isso é possível destacar, a partir dos dados observados, que as áreas densamente construídas tendem a reunir



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

temperaturas mais elevadas, uma vez que há pouca cobertura vegetal nesse espaço, quando comparado ao entorno externo ao urbano.

A caracterização climática, aqui considerada, envolveu a utilização da determinação de valores diários e mensais dos elementos meteorológicos através de estatísticas como médias e somatórias. Neste trabalho os parâmetros como relevo e dados de estações meteorológicas (dentro do município e entorno) não foram considerados. Possivelmente haveriam novos fatores a serem analisados e correlacionados.

É recomendável, para melhor detalhamento dos processos semelhantes aos empregados neste estudo, que sejam analisadas outras séries temporais. Isso permite analisar ao longo dos anos, por exemplo, as variações dos elementos meteorológicos somados ao processo de ampliação da malha urbana e os impactos decorrentes a ela.

5. Agradecimentos

À Faculdade de Ciência e Tecnologia / Universidade Estadual Paulista (FCT/UNESP) – Campus de Presidente Prudente, em especial aos orientadores Prof^o Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes; Prof^o Dr. José Tadeu Garcia Tommaselli e a Prof^a Dra. Margarete Cristiane de Costa Trindade.

Agradecimentos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo o fomento da pesquisa, processo nº 2018/08293-0.

6. Referências

BASTOS, T.X.; PACHECO, N.A.; NECHET, D.; SÁ, T.D. de A. **Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos. Belém: Embrapa Amazônia Oriental**, 2002. 31p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 128).

CAMARGO, M.B.P.; CAMARGO, A.P. **Representação gráfica informatizada do extrato do balanço hídrico de Thornthwaite & Mather**. Bragantina, Campinas, v.52, n.2, p.169-172, 1993.

Coral, A., García-Tommaselli, J., & Leal, A. C. (2015). **Cálculo de balance hídrico usando modelamiento de datos espaciales: estudio aplicado a la cuenca del río Buena Vista, Ecuador**. *Formação*, 1(22), 119-137.



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

FIGUEROA, S.N.; NOBRE, C.A. Precipitations distribution over Central and Western Tropical South America. **Climanálise - Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 5, n.6, p.36-45. 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 Nov. 2018.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. C. T. **A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades**. Revista Formação, n.13, p. 139 -165. 2006.

LIMA, J.J.; CORSINI, P.C.; POLITANO, W. Condições hídricas de solos dispostos em uma topossequência no município de Rio Branco-Acre. **Científica**. Botucatu, v.6, p.53-60, 1978.

LOMBARDO, M. A. **Ilhas de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec. 1985. 224 p.

PEREIRA, A.R. **Simplificando o Balanço Hídrico De Thornthwaite-Mather**, In: Bragantia, Campinas, v.64, n.2, p.311-313, 2005.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba, 1997.

RODRIGUES, José Edilson Cardoso; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. ANÁLISE DA TEMPERATURA DOS ALVOS NA ÁREA CENTRAL DA CIDADE DE BELÉM-PA UTILIZANDO BANDAS TERMAIS. In: LEAL, Antonio Cezar; BORDALO, Carlos Alexandre Leão; NUNES, João Osvaldo Rodrigues (Org.). **A geografia do Pará em múltiplas perspectivas: Natureza, Urbano, Rural e Cultura**. Tupã-sp: Anap, 2017. Cap. 1. p. 1-29.

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, v. 8, 2011.

SOUZA, Juliana Fontini de; SILVEIRA, Hélio. ESTIMATIVA DA DEFICIÊNCIA E EXCEDENTE HÍDRICO ANUAL E SAZONAL NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO PARANAPANEMA III, IV E PIRAPÓ-PR. **Geoingá**: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Maringá, v. 8, n. 1, p.3-22, ago. 2016.

THORNTWHAITE, C.W; MATHER, J.R. **The water balance climatology**. Centeton, v.8, n° 1, p.1-86, 1955.

TOMASELLI, J.T.G.; ROSSATO, L. **Tópicos em Meio Ambiente e Ciências Atmosféricas – Balanço Hídrico**. INPE, São José dos Campos, 2005.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A. R. **Meteorologia e aplicações**. Viçosa: UFV, 1991. 449p.