XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

INVESTIGAÇAO DAS CONDIÇÕES TÉRMICAS DE UMA PRAÇA EM PALMAS-TO, ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL COM SOFTWARE ENVI-MET

Igor Naves (1); Lorena D´Arc Tork da Silva (2)
(1) Acadêmico do curso de Arquitetura e Urbanismo, ignavesoliveira@gmail.com, Palmas- TO, Tel.: (63) 3219-8088
(2) Mestre, Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, lorenatork@gmail.com, Centro Universitário Luterano de Palmas, Laboratório de Conforto Acústico, Térmico e Lumínico (LACALT), Palmas- TO, Tel.: (63) 3219-8088

RESUMO
Entre as competências do profissional de Arquitetura e Urbanismo está proporcionar conforto ambiental aos usuários através do projeto, seja ele arquitetônico, urbano ou de paisagismo. Para isso, existem ferramentas de simulação computacional que auxiliam na investigação e garantem índices satisfatórios de conforto térmico, acústico e luminoso. Sendo assim, esse estudo tem por objetivo avaliar as condições térmicas da Praça dos Girassóis situada em Palmas/TO, no que tange a temperatura do ar e temperatura média radiante dos materiais, utilizando de simulação computacional com programa ENVI-met. Entre os resultados encontrados, os maiores valores de temperatura acontecem no meio da tarde até o período noturno em virtude do coeficiente de condutividade dos materiais aplicados.
Palavras-chave: ambiente térmico; simulação computacional; ENVI-met.

ABSTRACT
Among the skills of Architecture and Urbanism professional is to provide environmental comfort to the users through the project, be it architectural, urban or landscaping. For this, there are computer simulation tools that help in the investigation and guarantee satisfactory indexes of thermal, acoustic and luminous comfort. Thus, this study aims to evaluate the termal conditions of the Square of Girassóis located in Palmas / TO, in relation to the air temperature and the average temperature of the materials, using computer simulation with ENVI-met program. Among the results found, the highest values of temperature occur in the middle of the afternoon until the night time by virtue of the conductivity coefficient of the materials applied.
Keywords: thermal environment. Computer simulation. ENVI-met.

1. INTRODUÇÃO

Palmas foi fundada em 20 de maio de 1989, teve como norteamento de seu planejamento abrigar as funções administrativas do estado do Tocantins. (FREITAS, 2016). A capital está localizada na latitude 10º12' 46'' e longitude 48º21'37', possui temperaturas elevadas durante a maior do ano. Entre os meses entre maio e setembro, tem-se umidade relativa baixa em virtude do reduzido índice de precipitações no período, por outro lado os meses entre outubro a abril apresentam chuvas abundantes (NASCIMENTO, 2009). As normais climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2010) mostraram que a temperatura média máxima registrada na cidade foi de 36,60°C no mês de setembro e a média mínima alcançou 18,80°C no mês de julho, e quanto a temperatura média anual foi registrado o valor de 26,70°C. Segundo Freitas (2016) chega-se a registrar no período seco temperaturas iguais ou superiores a 40°C. Palmas foi concebida a partir da locação da praça cívica central denominada de Praça dos Girassóis, artifício utilizado pelos urbanistas ao longo dos anos na concepção de cidades (FERNANDES, 2011).

Existe um intenso uso da praça para prática de atividades físicas, sendo um dos principais fatores que garante sua vitalidade. Além disso, muitos dos usuários à utilizam para passear, brincar com crianças ou exercer suas atividades religiosas. Quanto aos horários de uso, observou-se que a praça dos Girassóis é predominantemente usada no período noturno, atribui-se que o uso neste horário aconteça devido à ausência de incidência solar. Além disso, existe pouca arborização de sombra nos passeios públicos e uso intenso de materiais de pavimentação altamente reflexivos como a pedra portuguesa cinza de albedo 0.4, visto que baixo sombreamento somado a alta reflexão de materiais, são fatores que geram intenso desconforto em espaços abertos.

Como aponta Romero (2001), muitas vezes os efeitos desses espaços urbanos abertos são negativos para a população, devido ao cobrimento da maior parte do solo, dos gases poluentes presentes e acumulados na cidade, aumento da temperatura por haver baixa difusão de calor, além de baixos índices de evaporação que prejudicam a saúde das pessoas.

Para solucionar essas problemáticas, deve-se então utilizar estratégias para promover uma mudança na maneira de ocupar o solo, de locar infraestrutura, se preocupar em como o clima se comportará na cidade (BERNARDES; BOSCOLI, 2015). Este processo, que reúne a arquitetura e urbanismo, são pontos norteadores para alcançar conforto ambiental, economia de energia, utilização adequada dos materiais dos edifícios, pavimentação, arborização, isso verificado por meio de análises do desempenho ambiental. Entre as ferramentas tecnológicas disponíveis aplicadas nessa pesquisa para avaliar as condições térmicas da praça dos Girassóis, utilizou-se de simulação computacional com o ENVI-met 4.0, no sentido de identificar as problemáticas quanto a conforto térmico.

2. OBJETIVO

Este estudo tem por objetivo avaliar as condições térmicas da Praça dos Girassóis situada em Palmas/TO no que tange a temperatura do ar e temperatura média radiante, aplicando simulação computacional com programa ENVI-met.

3. MÉTODO

A pesquisa é do tipo aplicada e de método dedutivo, possuindo abordagem quantitativa e qualitativa com objetivo metodológico explicativo. O procedimento metodológico se caracteriza como estudo de caso e experimental. Abaixo segue os procedimentos quanto a delimitação do objeto de estudo e configurações para simulação computacional aplicados no artigo.

3.1. Procedimentos para delimitação do objeto de estudo

O objeto de estudo escolhido foi a Praça dos Girassóis, entretanto devido as suas grandes dimensões e limitações computacionais do programa, a área de estudo da simulação foi limitada. Sendo assim, foi preciso dividi-la em 4 quadrantes iguais a partir do centro do Palácio Araguaia. Cada quadrante mede 430m de comprimento e 370m de largura. Para esta pesquisa foram feitas as simulações no quadrante voltado a norte, quadrante A (figura 1).

Segundo Fernandes (2011), a Praça dos Girassóis está localizada em uma área de 560.000 m², sendo composta por áreas verdes que ocupam 240.000 m², calçamento em pedra portuguesa cinza totalizando uma área de 175.000 m², 145.000m² de área para estacionamentos e edifícios públicos. Os edifícios existentes na praça são: Palácio do Araguaia no centro, Assembleia Legislativa e o Tribunal de Justiça a norte, oito Secretarias de Estado a oeste e quatro a leste, Memorial Carlos Prestes e a Catedral ao sul (figura 1).

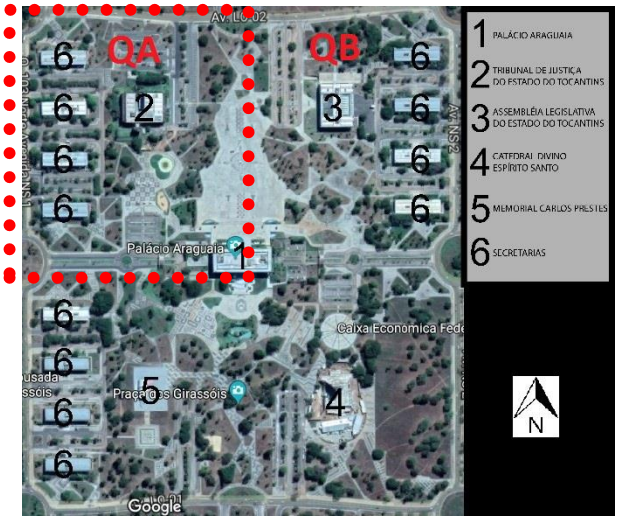


Figura 1- Edifícios da Praça dos Girassóis (em vermelho quadrantes investigados)

Primeiramente, realizou-se um levantamento dos materiais do local e das condições climáticas existentes através de pesquisa bibliográfica e visita no local. Essa investigação foi necessária porque o programa utiliza de dados matemáticos para cada material inserido na modelagem, além de valores de temperatura do ar, vento, umidade relativa e específica. Sendo assim, fez-se necessário realizar uma compatibilização dos materiais reais existentes e dos materiais disponíveis na biblioteca do *software* para alcance de maior confiabilidade dos resultados alcançados. Nesta pesquisa, alguns dados serão apresentados em figuras e outros em tabelas para melhor clareza das informações.

3.2. Procedimentos e configurações para simulação

O programa utilizado foi o ENVI-met 4.0 versão gratuita. Quanto as configurações utilizadas na simulação, a mesa de trabalho configurada em 100x x 100y x 15z, 1 pixel de borda, dimensão do pixel no eixo x de 3,7m, no y de 4,3m e em z de 2m, altura dos mapas gerado K3= 1,4m, inserção de dados de latitude, longitude e horário ajustado para Palmas-TO. Nas edificações aplicou-se valores de alturas reais. As vegetações especificadas foram grama (gg), árvore de 10m de copa com folhagem bastante densa (T1), árvore com 15m de copa com folhagem bastante densa (SK) e árvore de 20m de copa com folhagem densa (BS). Para solos e superfícies foram utilizados o asfalto (ST), solo natural (LO) e pavimento granito (*single stones*) por equivaler em suas configurações ao pavimento de pedra portuguesa cinza existente na praça.

O dia selecionado para a simulação foi o dia 1 de setembro de 2018 e 1 de fevereiro de 2019, sendo o mês de setembro por apresentar as temperaturas mais altas ao longo do ano, e fevereiro por representar o mês de chuvas abundantes. Os horários estabelecidos para análise foram 9:00h, 12:00h, 15:00, 18:00h e 21:00h. Para que o programa realize os cálculos necessários, foi inserido dados climáticos referentes a Palmas- TO, aplicando como fonte de pesquisa, informações do site ProjetEEE, que é uma plataforma governamental que utiliza dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para valores de velocidade de vento aplicou-se o valor de 3.0m/s, direção predominante a leste, rugosidade do solo padrão do *software*, temperatura inicial da atmosfera para fevereiro de 22,21°C e para setembro de 23,6°C, umidade relativa para fevereiro de 77,71% e para setembro 53,61%, variação de temperatura de fevereiro mínimo de 22,21°C e máxima de 30,24°C, para setembro inseriu-se variação de 23,6°C para mínima e máxima para 35,24°C, para variação umidade de fevereiro aplicou-se 57,86% a 89,93% e para setembro 31,43% a 76,27%.

4. RESULTADOS PARCIAIS

Após as simulações computacionais dos dados de temperatura do ar para fevereiro, aferiu-se que os valores de amplitude térmica, diferença entre a temperatura do ar máxima e mínima, variaram ao longo dos horários simulados (09:00h até as 18:00h) entre 2°C a 3°C até se chegar a diferença de aproximadamente 10°C. Após às 18h, a temperatura do ar apresentou redução de valores, contudo ainda se foi considerada alta quando comparado às temperaturas registradas durante o dia (figura 2).

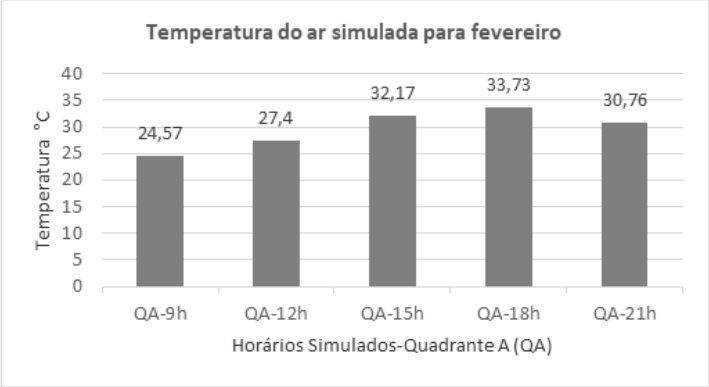


Figura 2- Temperatura do ar às 09:00h, 12:00h, 15:00h, 18:0h e às 21:00h no dia 1 de fevereiro

Nas simulações de temperatura do ar no mês de setembro, foi possível perceber que num ciclo de três em três horas ocorreu o aumento de temperatura do ar gerando uma diferença de até 10°C entre o horário de 9h até as 18h. Entende-se que esses valores foram maiores do que no mês de fevereiro em função das altas temperaturas registradas nesse período (Figura 3). Somente a partir das 21:00h, os valores de temperatura do ar começam a declinar, mas assim como no período de fevereiro apresentaram valores mais elevados do que os registrados pela manhã.

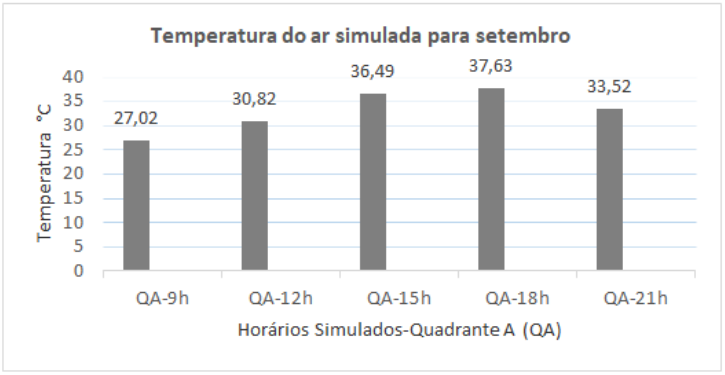
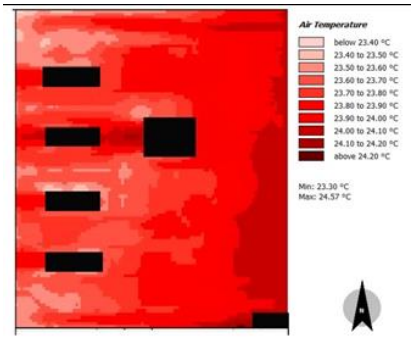
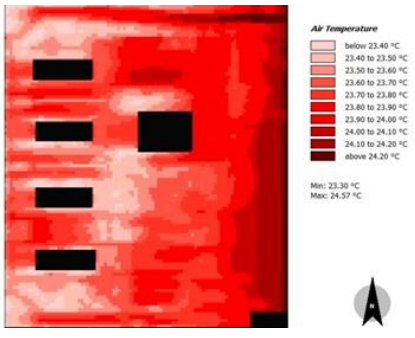
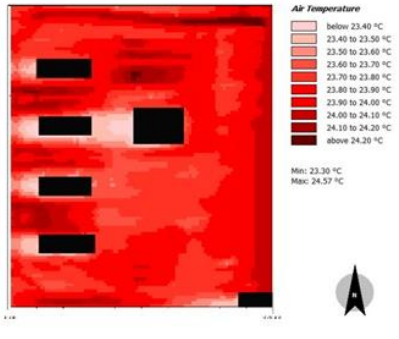


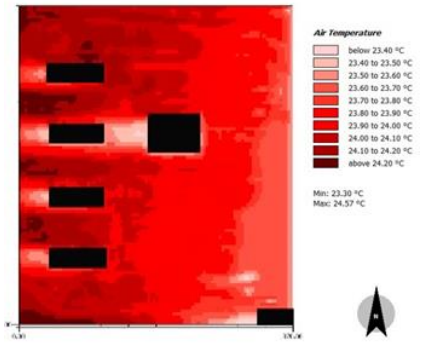
Figura 3- Temperatura do ar às 09:00h, 12:00h, 15:00h, 18:0h e às 21:00h no dia 1 de setembro

Percebeu-se também que das 9:00h às 15:00h tanto em fevereiro quanto em setembro, nas regiões onde existiam superfícies em asfalto e pedra portuguesa cinza apresentou-se os mais altos valores de temperatura do ar, e a região mais arborizada (próximo aos edifícios) registrou menores valores de temperatura do ar (quadro 1).

Quadro 1- Temperatura do ar às 09:00h, 12:00h, 15:00h, 18:0h e às 21:00h no dia 1 de setembro

Temperatura do ar às 09:00h dia 1 de set.	Temperatura do ar às 12:00h dia 1 de set.
	
Temperatura do ar às 15:00h dia 1 de set.	Temperatura do ar às 18:00h dia 1 de set.

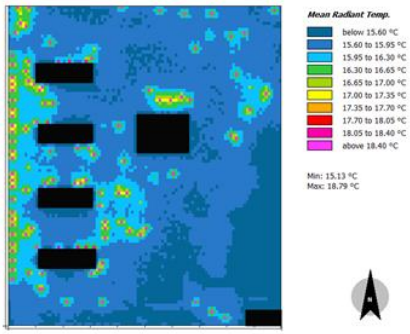
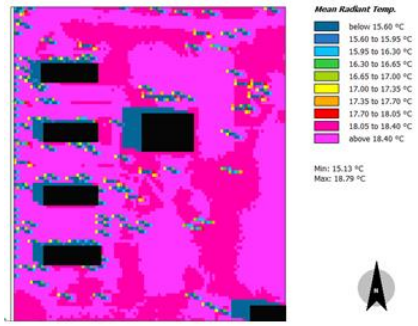
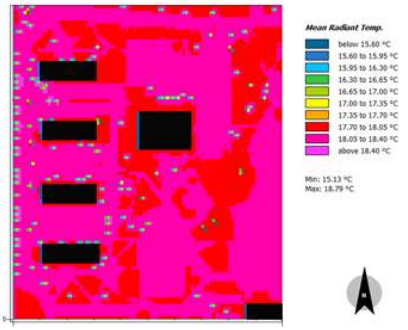
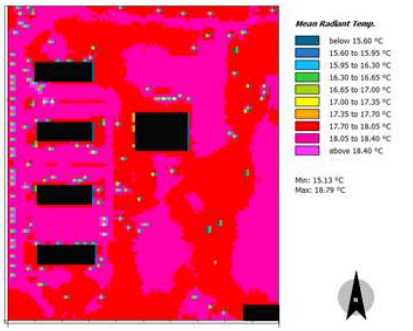
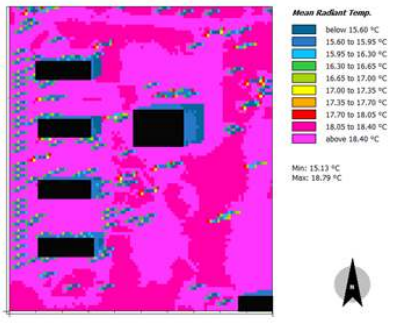




Quanto a análise de temperatura média radiante foi possível perceber o aquecimento dos materiais e a ação das sombras projetadas dos edifícios e de árvores nas superficies simuladas (quadro 2). Às 9h da manhã, nas superfícies onde foi aplicada a pedra portuguesa cinza, tanto em fevereiro quanto em setembro, apresentaram temperaturas abaixo de 15°C. Na região com vegetação, percebeu-se que a temperatura média radiante ficou entre 15°C a 17°C, ou seja, um pouco maior que os materiais de revestimento de piso.

Esse cenário começa a se reverter a partir das 12h, sendo que as superfícies mais aquecidas passaram a ser a pedra portuguesa cinza e o asfalto, seguida de áreas gramadas ou pouco arborizadas. Os locais com temperaturas mais amenas foram registrados em alguns pontos de sombra em copas de árvores e sombra gerada por edifícios. Uma informação importante a ser observada foi a de que às 21h, mesmo não havendo mais incidência solar, os materiais da superfície apresentam valores de temperatura média radiante semelhantes ao encontrado às 12h. Isso pode ter acontecido em virtude do coeficiente de condutividade dos materiais aplicados, visto que existe um considerável armazenamento de energia solar pelos materiais.

Quadro 2- Temperatura média radiante às 09:00h, 12:00h, 15:00h, 18:0h e às 21:00h no dia 1 de fevereiro

Temperatura média radiante às 09:00h dia 1 de fev.	Temperatura média radiante às 12:00h dia 1 de fev.
	
Temperatura média radiante às 15:00h dia 1 de set.	Temperatura média radiante às 18:00h dia 1 de set.
	
Temperatura média radiante às 21:00h dia 1 de set.	
	

É importante observar que as temperaturas média radiante apresentaram valores que beiraram os 80°C próximo às 18h no mês de setembro (figura 4). Mesmo às 21h, as temperaturas tanto em fevereiro quanto em setembro ainda estavam proximo a cada dos 60°C, ou seja, valor semelhante ao registrado às 12h. Essas informações são de extrema relevância, pois a praça tem a sua maior intensidade de uso no período noturno e é exatamente nessa ocasião que se tem os maiores valores de temperatura média radiante.

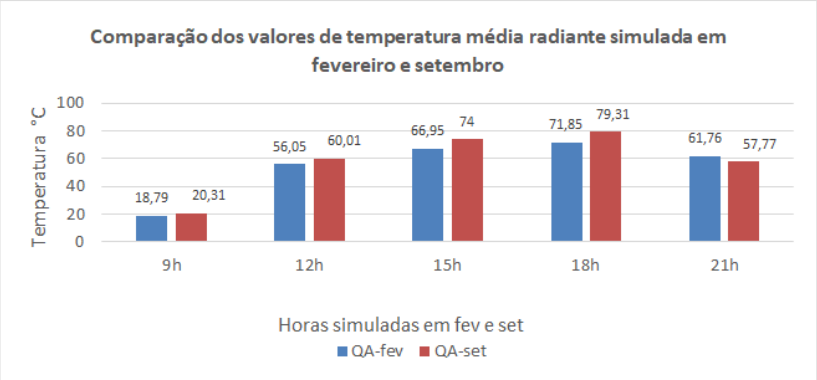


Figura 4- Comparação dos valores de temperatura média radiante às 09:00h, 12:00h, 15:00h, 18:0h e às 21:00h em fevereiro e setembro

As simulações contribuem para a investigação e avaliação de espaços simulados contribuindo para a tomada de decisões projetuais no âmbito urbano. Para as simulações, entende-se que embora as amplitudes entre cada horário simulado sejam pequenas, a diferença de temperatura entre a menor temperatura e a maior em um dia alcança aproximadamente até 10°C tanto em fevereiro quanto em setembro. Sendo ainda, que as maiores temperaturas se encontram no horário em que as pessoas começam a utilizar da praça para atividades físicas, ou seja, a partir das 18:00h. Mesmo que as temperaturas comecem a reduzir após esse horário, elas ainda são elevadas, em especial a temperatura média radiante, para a prática de atividades físicas, visto que esta gera aumento de temperatura corporal em função do metabolismo humano. Dessa forma, entende-se que os maiores valores de temperatura do ar no quadrante analisado acontece após as 15:00h e se estende até o período noturno, e que os materiais aplicados na superfície corroboram para esse aquecimento do ar na localidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDES, L.; BOSCOLI, M. A. B. **Estratégias de urbanismo sustentável para loteamento urbano**. In: Encontro Nacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, Presidente Prudente, 2015, Presidente Prudente, p. 245 - 252. Disponível em: <http://www.unoeste.br/site/enepe/2015/suplementos/area/Humanarum/Arquitetura%20e%20Urbanismo/ESTRAT%C3%89GIAS%20DE%20URBANISMO%20SUSTENT%C3%81VEL%20PARA%20LOTEAMENTO%20URBANO%201.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2018.

FERNANDES, L. D. **As praças cívicas das novas capitais brasileiras.** 2011. [265] f., il. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/9947>. Acesso em: 09 ago. 2018.

FREITAS, T. P. F. **A influência da vegetação no clima urbano na cidade de Palmas – TO:** contribuições ao conforto ambiental urbano. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

NASCIMENTO, J. **Tocantins: História e Geografia**. Goiânia: Bandeirante, 2009. 141 p

PROJETEE – Projetando Edificações Energeticamente Eficientes. Disponível em: < http://projeteee.mma.gov.br/sobre-o-projeteee/>. Acesso em 16 jan 2019.

ROMERO, M. A. B. **Arquitetura Bioclimática do espaço Público. Editora UnB, Brasília, 1° ed. 2001.**

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep. Acesso em 15 julho 2018.