

LEITE, Lucas Mendes; MORAES, Simone Cristina Jesus de; ALVES, Alessandra Beatriz Carneiro Gonçalves; MORAES, Anderson Antonio Ubices de. Desenvolvimento de banco de dados para o programa SOL-AR a partir de dados climáticos INMET 2016. In: WORKSHOP DE INOVAÇÃO, PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO, 4., 2019, São Carlos, SP. *Anais...* São Carlos, SP: IFSP, 2019. p. 8-11. ISSN 2525-9377.

DESENVOLVIMENTO DE BANCO DE DADOS PARA O PROGRAMA SOL-AR A PARTIR DE DADOS CLIMÁTICOS INMET 2016

LUCAS MENDES LEITE¹; SIMONE CRISTINA JESUS DE MORAES²; ALESSANDRA BEATRIZ CARNEIRO GONÇALVES ALVES²; ANDERSON ANTONIO UBICES DE MORAES¹

¹ Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Mecânica, São Carlos, Brasil.

² Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Departamento de Engenharia Civil, Uberaba, Brasil.

RESUMO: A necessidade de edifícios com melhores índices de eficiência energética é altamente desejável para redução do consumo de energia elétrica e na diminuição dos impactos ambientais. Dentre as técnicas passivas de climatização, destacam-se no Brasil, o uso de dispositivos de sombreamento com auxílio da ventilação natural. O programa SOL-AR é uma ferramenta computacional utilizada neste tipo de estudo, que permite avaliar a mancha de temperatura do ambiente externo na carta solar e da rosa dos ventos para 14 cidades brasileiras para dimensionamento de proteções solares. Devido a esta limitação, este trabalho desenvolveu um programa em linguagem Fortran 95 para tratar os dados climáticos INMET 2016 de 428 localidades brasileiras aumentando a abrangência de banco de dados para o programa SOL-AR.

PALAVRAS-CHAVE: SOL-AR. INMET 2016. Mancha de temperatura. Rosa dos ventos.

ABSTRACT: The need for buildings with better energy efficiency indices is highly desirable for reducing electricity consumption and decreasing of environmental impacts. Among the techniques passive of climatization, the use of shading devices with the aid of natural ventilation is particularly notable in Brazil. The SOL-AR program is a computational tool used in this kind of study, which allows the evaluation of the temperature of the external environment in the solar chart and the wind rose to 14 Brazilian cities for solar protection dimensioning. Due to this limitation, this work developed a program of Fortran 95 language, to deal with weather data INMET 2016 from 428 Brazilian locations, increasing the database scope to SOL-AR program.

KEYWORDS: SOL-AR. INMET 2016. Temperature smear. Wind rose.

INTRODUÇÃO

Em 2015, mais de 50% de toda energia elétrica produzida no país foi consumida em edifícios comerciais, públicos e residências, sendo que grande parte deste consumo advém de sistemas de climatização artificiais (MME, 2016). Neste sentido, técnicas passivas de climatização são altamente desejáveis, tanto por uma questão de custo de operação como diminuição dos impactos ambientais atrelados a produção da energia elétrica.

No Brasil, o uso simultâneo de dispositivos de sombreamento (brises, marquises e outros) aliado com a ventilação natural são estratégias passivas de projeto para garantir níveis aceitáveis de conforto térmico no interior dos edifícios por possuir um clima quente na maior parte do seu território (CASTAÑO, 2017). Para o projeto de dispositivos de sombreamento numa determinada abertura, orientação e localidade é necessário obter-se a carta solar e a mancha de temperatura do ambiente externo. Enquanto, para uso da ventilação natural, deve-se conhecer as direções dos ventos dominantes

e optar, na maioria das vezes, por aberturas nas fachadas nestas orientações. Dentre as ferramentas computacionais utilizadas para o projeto de proteções solares, tem-se o programa SOL-AR que fornece a carta solar para qualquer latitude no globo terrestre (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014), porém a mancha de temperaturas, irradiação e rosa dos ventos estão disponíveis para somente 14 cidades brasileiras. A proposta deste trabalho foi ampliar o banco de dados das manchas de temperaturas, irradiação e da rosa dos ventos de 428 localidades brasileiras presentes nos arquivos climáticos do INMET de 2016, disponíveis no laboratório LabEEE/UFSC.

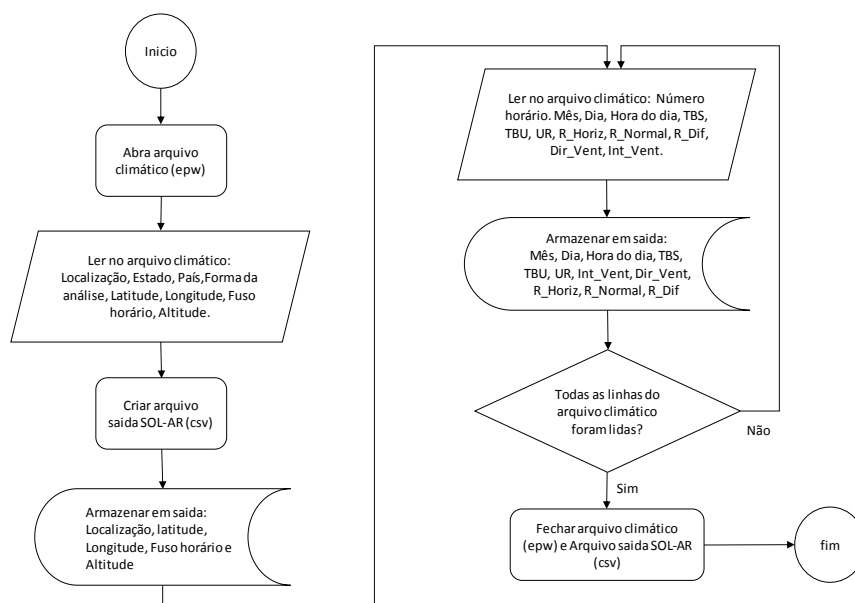
METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho é composta em três etapas:

1) Desenvolvimento do algoritmo;

A Figura 1 apresenta o fluxograma do processo adotado na compilação dos dados climáticos (epw) da localidade de interesse para geração do arquivo de saída (csv) utilizado pelo programa SOL-AR 6.2. O programa executável deve ser capaz de ler os principais parâmetros do arquivo de entrada, tais como localização, longitude, latitude, fuso horário, temperatura de bulbo seco (TBS), taxas de irradiação e outros e, organizá-los num arquivo de leitura (csv).

Figura 1 – Fluxograma do processo do executável para compilação dos dados climáticos para estrutura do arquivo de entrada do programa SOL-AR.



Fonte: Elaborado pelos autores.

2) Criação do programa;

O programa executável foi desenvolvido na plataforma Force 2.0.9 na linguagem Fortran 95. Devido a limitação em aferir os tipos de precisão utilizados em alguns parâmetros, optou-se em utilizar todas as declarações no formato do tipo CHARACTER e com posterior utilização da função TRIM para corrigir os excessos de espaços vazios no arquivo de saída.

3) Compilação dos dados pelo programa;

Para os dados de entrada utilizou-se dos arquivos climáticos INMET 2016 disponibilizado pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LabEEE da Universidade Federal de Santa Catarina. No total, são 428 localidades presentes no território brasileiro, sendo destes dados, 17 no formato TRY (*Test Reference Year*, Ano Climático de Referência) e 411 na forma INMET com dados compreendidos no período de 2000 a 2010 (SCHELLER, MELO e LAMBERTS, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para apresentação dos resultados desta compilação é fornecido somente o tratamento de dados obtido para a cidade de São Carlos no programa SOL-AR. Na Figura 2 é proporcionada uma visão dos dados climáticos da cidade de São Carlos na forma **epw** utilizados no arquivo de entrada do programa de compilação, enquanto na Figura 3 são apresentados os resultados de saída do programa na forma **csv** utilizado pelo SOL-AR.

Figura 2 – Esquema do dado climático (epw) da cidade de São Carlos/SP.

```

BRA_SP_Sao.Carlos.868450_INMET.epw - Bloco de notas
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
LOCATION,São Carlos,SP,BRA,INMET,868450,-22.02,-47.89,-3.0,863.0
DESIGN CONDITIONS,0
TYPICAL/EXTREME PERIODS,6,Summer - Week Nearest Max Temperature For Period,Extreme,2/10,2/16,Summer - Week
GROUND TEMPERATURES,3,-5,,,,,22.66,22.21,21.33,20.51,18.96,18.14,17.93,18.35,19.32,20.52,21.69,22.46,2,,,,,22
HOLIDAYS/DAYLIGHT SAVINGS,No,0,0,0
COMMENTS 1,"INMET Arquivo elaborado por M.Roriz - ANTAC - GT Conforto e Energia; Dados básicos registrados
COMMENTS 2,"Downloaded from Climate.OneBuilding.Org -- Ground temps represent undisturbed earth temperature
DATA PERIODS,1,1,Data,Sunday,1/ 1,12/31
2008,1,1,1,0,999999E0999999*9*9999999999999999*_*9*9,22.7,19.3,81,91600,0,0,386,0,0,0,0,0,0,119,1.0,
2008,1,1,2,0,999999E0999999*9*9999999999999999*_*9*9,22.4,19.0,81,91620,0,0,384,0,0,0,0,0,0,144,0.5,
2008,1,1,3,0,999999E0999999*9*9999999999999999*_*9*9,21.6,19.0,85,91600,0,0,380,0,0,0,0,0,0,193,0.3,

```

Fonte: (SCHELLER, MELO e LAMBERTS, 2016).

Figura 3 – Esquema do arquivo de saída (csv) da cidade de São Carlos/SP.

```

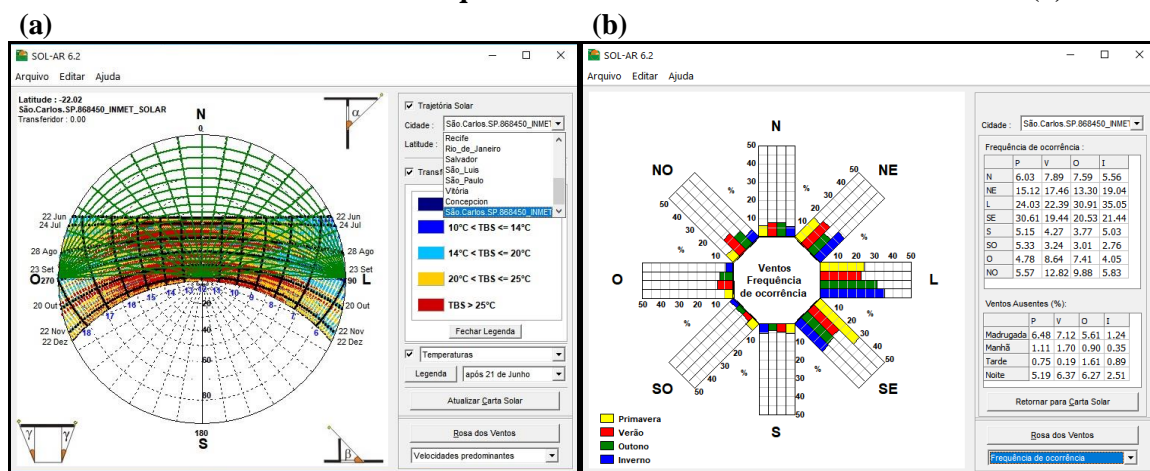
São.Carlos.SP.868450_INMET_SOLAR - Bloco de notas
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
Localização,Latitude{N+/S-},Longitude{E+/W-},ZonaHoraria{+/-GMT},Elevação{m},,,,,,,,,,,,,,
São.Carlos.SP.868450_INMET_SOLAR,-22.02,-47.89,-3.0,863.0,,,,,,,,,,,,,

Mês,Dia,Hora,TBS{C},TBU{C},T.PtoOrvalho{C},PressaoAtmosferica{kPa},Umidade{kg/kg},U.R.{%},Densidadedoar{kg/m3},Entalpia{BTU/
1,1,1,22.7,19.3,,,,,81,,,,,1.0,119,,,,,0,0,0
1,1,2,22.4,19.0,,,,,81,,,,,0.5,144,,,,,0,0,0
1,1,3,21.6,19.0,,,,,85,,,,,0.3,193,,,,,0,0,0
1,1,4,22.1,19.0,,,,,82,,,,,1.6,178,,,,,0,0,0
1,1,5,21.1,18.7,,,,,86,,,,,2.3,95,,,,,0,0,0

```

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4 – Carta Solar com mancha de temperatura do período após 21 de junho (a) e rosa do vento com intensidade de frequência de ventos da cidade de São Carlos/SP (b).



Fonte: Adaptados pelos autores do programa SOL-AR.

Na Figura 4 é apresentada a visualização no Programa SOL-AR da cidade de São Carlos/SP com a utilização do banco de dados gerado pelo programa de compilação. Nesta figura, no item a, é fornecida a mancha de temperaturas na carta solar para o segundo semestre do ano e, no item b, a rosa dos ventos com indicação da frequência de ocorrência de ventos para cada direção. Percebe-se nesta figura, que é aconselhado o uso de proteção de raios solares das 10 às 15 horas durante o período de 22 de junho até 20 de outubro, quando as temperaturas externas do ambiente são superiores a 25°C, ver cores vermelhas na carta solar. Após esta data, até dezembro, é recomendável que as proteções

solares tenham melhor efetividade das 9 às 16 horas da tarde. Em relação a posição das principais aberturas para aproveitamento da ventilação natural, nota-se que elas devem ser posicionadas na face leste, nordeste e sudeste pois apresentam predomínio de ocorrência de ventos nas 4 estações do ano (item b).

CONCLUSÕES

No presente trabalho foi apresentada a metodologia para criação de um programa executável para criação de um banco de dados para o software SOL-AR 6.2 expandido seu uso através da análise de mancha de temperaturas e rosa de ventos para 428 localidades brasileiras disponíveis nos arquivos climáticos INMET 2016.

Avaliando os dados climáticos compilados da cidade de São Carlos, aconselha-se que as aberturas possuam proteções dos raios solares durante o inverno das 10 às 15 horas, enquanto na primavera e parte do verão, que as proteções sejam efetivas das 9 às 16 horas. Em relação as principais aberturas do edifício, recomenda-se que elas estejam voltadas para as direções leste, sudeste e nordeste.

Como sugestão de trabalhos futuros, propõe-se que o programa de compilação seja utilizado em novas atualizações dos dados climáticos INMET disponibilizados pelo laboratório LabEEE/UFSC.

Os dados climáticos desta compilação para uso no programa SOL-AR podem ser acessados no seguinte endereço eletrônico:

https://mega.nz/#!jb4gWajl!Z1u_cJF4klx52R6-hOrz06Q8QOUZ-1oCzFrASv5S3Uo .

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem aos departamentos de Engenharia Mecânica da UFSCar e Engenharia Civil da UFTM pelo apoio ao desenvolvimento das atividades deste projeto de extensão e a Pró-reitora de extensão universitária da UFSCar através do projeto 23112.000461/2019-39.

REFERÊNCIAS

CASTAÑO, H. F. M. **Impacto de dispositivos de sombreamento externos e muro na ventilação natural e no desempenho térmico de uma habitação de interesse social térrea**. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) - IAU/USP. São Carlos, p. 178. 2017.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3a. ed. Rio de Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL, 2014.

MME. **Balanco Energético Nacional 2016: Ano base 2015**. Ministério de Minas e Energia. Brasília. 2016.

SHELLER, C.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. **CORREÇÕES REALIZADAS NOS ARQUIVOS CLIMÁTICOS INMET 2012**, Florianópolis, 2016. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos/inmet2016>>. Acesso em: 11 mar. 2018.