

## SIMULAÇÃO TERMODINÂMICA DE EDIFICAÇÕES: DEFINIÇÃO DO ANO CLIMÁTICO DE REFERÊNCIA DA CIDADE DE PELOTAS - RS

CAROLINA MACHADO BELTRAME<sup>1</sup>; EDUARDO GRALA DA CUNHA<sup>2</sup>;

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [carolinabeltrame.arquitetura@gmail.com](mailto:carolinabeltrame.arquitetura@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [eduardogralacunha@yahoo.com.br](mailto:eduardogralacunha@yahoo.com.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Ao elaborar um projeto arquitetônico, as características climáticas da cidade onde o projeto será executado devem ser levadas em consideração, pois dessa forma podemos garantir que a edificação seja eficiente energeticamente e ao mesmo tempo proporcione conforto para o usuário. Uma das formas de avaliar se os edifícios são eficientes energeticamente antes de serem construídos é a utilização de *softwares* de simulação termodinâmica. Esses *softwares* calculam as trocas térmicas do edifício com o meio analisando diversos parâmetros que abrangem desde temperaturas internas ao consumo energético das edificações. Sendo assim, programas como o *EnergyPlus*<sup>®</sup> e *Design Builder*<sup>®</sup>, por exemplo, podem auxiliar a simular o desempenho termoenergético do edifício, desde que possuamos um arquivo contendo os dados climáticos necessários para essa simulação. Esse arquivo é caracterizado como arquivo climático gerado a partir de diferentes métodos que sistematizam os principais dados climáticos necessários para a realização do balanço térmico da edificação.

O Ano Climático de Referência (*Test Reference Year* – TRY) é utilizado nos *softwares* de simulação de desempenho termoenergético para que profissionais da área possam criar projetos arquitetônicos confortáveis condizentes com o clima local. Segundo GOULART, et al. (1998), O *Test Reference Year* é formado por dados horários organizados em formato padronizado, contendo informações climáticas para as 8760 horas do ano. Os dados do TRY podem ser utilizados para gerar uma Carta Bioclimática, material que associa informações sobre a zona de conforto térmico, o comportamento climático do local e as estratégias de projeto indicadas para cada período do ano, a fim de adaptar a edificação ao clima da cidade.

Com base no exposto acima, este trabalho tem por objetivo apresentar as etapas realizadas para confeccionar o Ano Climático de Referência da cidade de Pelotas, RS, já que atualmente utilizam-se dados climáticos de cidades vizinhas e com características semelhantes.

### 2. METODOLOGIA

A pesquisa encontra-se na primeira fase, caracterizada na definição do Ano Climático de Referência, o qual posteriormente será referência para a criação do arquivo *.epw*, utilizado pelo software *Energy Plus*. A primeira etapa do trabalho foi a análise e organização dos dados climáticos referentes aos dez últimos anos completos, período de 2006 a 2015, fornecidos pela Estação Agroclimatológica de Pelotas, Campus Capão do Leão. Estes são coletados de hora em hora, totalizando 8760 horas por ano. Os dados necessários para criar o arquivo *.epw* são data, horário, fonte de dados, temperatura de bulbo seco (°C), temperatura do ponto de orvalho (°C), umidade relativa (%), pressão atmosférica (Pa), radiação horizontal

extraterrestre ( $\text{Wh/m}^2$ ), radiação normal direta extraterrestre ( $\text{Wh/m}^2$ ), radiação global horizontal ( $\text{Wh/m}^2$ ), radiação normal direta ( $\text{Wh/m}^2$ ), radiação horizontal difusa ( $\text{Wh/m}^2$ ), direção do vento (graus), velocidade do vento ( $\text{m/s}$ ) e precipitação ( $\text{mm}$ ) (Tabela 1).

Tabela 1 – Esquema base de arquivo com extensão .epw

| Date                           | Time | Data source                    | DryBulb ( $^{\circ}\text{C}$ ) | DewPoint ( $^{\circ}\text{C}$ ) | RelHum (%)               | AtmosPressure (Pa) | ExtHorzRad ( $\text{Wh/m}^2$ ) |
|--------------------------------|------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------------|
| GloHorzRad ( $\text{Wh/m}^2$ ) |      | DirNormRad ( $\text{Wh/m}^2$ ) | DifHorzRad ( $\text{Wh/m}^2$ ) | WindDir (deg)                   | WindSpd ( $\text{m/s}$ ) |                    | PrecipWtr (mm)                 |

Fonte: Acervo dos autores, 2016.

STAMPER (1997) explica que o procedimento utilizado para selecionar o ano climático para um local específico baseia-se na eliminação dos anos que possuem temperaturas médias mensais extremas (altas ou baixas), até restar um ano somente. Para tal, os anos são dispostos em ordem de importância, anotando-se o mês mais quente e o mês mais frio, depois anota-se o segundo mês mais quente e o segundo mês mais frio, e assim sucessivamente até completar doze meses.

Após essa etapa, repete-se a mesma sequência dos meses anotados, porém inverte-se o sentido da análise, ou seja, no primeiro mês mais quente, agora será anotada a temperatura mais fria deste mês. No primeiro mês mais frio, será anotada a temperatura mais quente do mesmo, e assim sucessivamente para os dez meses restantes. Dessa forma, vinte e quatro dados foram anotados em ordem de importância, podendo-se então começar a eliminação dos anos.

Os anos que apresentarem temperaturas médias mensais extremas (mais altas ou mais baixas), serão eliminados. O ano com o mês mais quente será eliminado, depois o ano que contém o mês mais frio, e assim sucessivamente, até restar apenas um ano, o qual será designado como Ano Climático de Referência (STAMPER, 1997). Segundo PEREIRA (2004), para simulações com o programa *EnergyPlus*®, por exemplo, é necessário tratar e compilar o arquivo climático TRY em outro arquivo, com formato EPW (*EnergyPlus Weather File*). Esse formato consiste em diversos dados meteorológicos que podem ser encontrados no manual do programa. Essa será uma etapa posterior da pesquisa.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na metodologia descrita por STAMPER (1997), as médias mensais das temperaturas de bulbo seco do período de 2006 a 2015 foram dispostas em uma tabela e posteriormente analisadas (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias mensais do período 2006 a 2015.

| ANO/MESES | Janeiro | Fevereiro | Março | Abril | Maior | Junho | Julho | Agosto | Setembro | Outubro | Novembro | Dezembro |
|-----------|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|---------|----------|----------|
| 2006      | 23,69   | 22,70     | 21,88 | 18,61 | 13,59 | 13,49 | 15,39 | 13,10  | 14,10    | 18,58   | 19,40    | 23,42    |
| 2007      | 23,86   | 23,87     | 23,29 | 20,16 | 12,72 | 11,99 | 9,90  | 11,65  | 16,78    | 19,14   | 18,54    | 22,34    |
| 2008      | 23,22   | 22,54     | 22,23 | 17,97 | 15,34 | 11,82 | 14,78 | 12,76  | 14,61    | 17,65   | 20,99    | 21,75    |
| 2009      | 22,53   | 23,32     | 22,33 | 18,89 | 15,97 | 11,49 | 10,12 | 14,88  | 15,34    | 16,90   | 21,20    | 22,12    |
| 2010      | 23,93   | 24,57     | 22,35 | 18,62 | 16,45 | 13,42 | 12,45 | 12,42  | 15,87    | 16,35   | 18,53    | 22,18    |
| 2011      | 24,89   | 23,49     | 21,50 | 18,49 | 14,99 | 12,41 | 11,20 | 12,47  | 14,43    | 17,42   | 19,81    | 20,62    |
| 2012      | 22,66   | 24,23     | 21,51 | 17,42 | 16,79 | 12,32 | 10,38 | 16,74  | 16,21    | 19,21   | 21,24    | 23,69    |
| 2013      | 22,30   | 22,83     | 19,81 | 18,27 | 14,56 | 12,45 | 11,58 | 11,30  | 15,66    | 17,52   | 20,46    | 23,45    |
| 2014      | 24,75   | 24,13     | 21,09 | 18,88 | 14,80 | 13,32 | 13,93 | 13,86  | 16,65    | 19,42   | 21,18    | 22,84    |
| 2015      | 23,97   | 23,49     | 22,09 | 18,90 | 16,27 | 13,43 | 13,52 | 17,70  | 15,17    | 16,72   | 19,13    | 22,44    |

Fonte: Acervo dos autores, 2016.

Os meses selecionados com temperaturas mais extremas foram dispostos conforme a seguinte tabela (Tabela 3):

Tabela 3 – Classificação dos meses por ordem de importância.

| MÊS                   | ANO  | T (°C) | MÊS                  | ANO  | T (°C) |
|-----------------------|------|--------|----------------------|------|--------|
| Janeiro mais quente   | 2011 | 24,89  | Janeiro mais frio    | 2013 | 22,30  |
| Julho mais frio       | 2007 | 9,90   | Julho mais quente    | 2006 | 15,39  |
| Fevereiro mais quente | 2010 | 24,57  | Fevereiro mais frio  | 2008 | 22,54  |
| Agosto mais frio      | 2013 | 11,30  | Agosto mais quente   | 2015 | 17,70  |
| Dezembro mais quente  | 2012 | 23,69  | Dezembro mais frio   | 2011 | 20,62  |
| Junho mais frio       | 2009 | 11,49  | Junho mais quente    | 2006 | 13,49  |
| Março mais quente     | 2007 | 23,29  | Março mais frio      | 2013 | 19,81  |
| Maior mais frio       | 2007 | 12,72  | Maior mais quente    | 2012 | 16,79  |
| Novembro mais quente  | 2012 | 21,24  | Novembro mais frio   | 2010 | 18,53  |
| Setembro mais frio    | 2006 | 14,10  | Setembro mais quente | 2007 | 16,78  |
| Abril mais quente     | 2007 | 20,16  | Abril mais frio      | 2012 | 17,42  |
| Outubro mais frio     | 2010 | 16,35  | Outubro mais quente  | 2014 | 19,42  |

Fonte: Acervo dos autores, 2016.

A partir desta tabela, foram eliminando-se os anos conforme apareciam, até restar um ano somente. O ano restante foi o 2014, que apareceu somente por último na classificação. Sendo assim, este foi o ano designado como Ano Climático de Referência (TRY).

A partir deste estudo, será criado um arquivo em formato TRY, o qual exige diversas informações a serem analisadas e inseridas no documento. Essas informações não serão apresentadas neste artigo, porém, é um estudo a se realizar futuramente.

#### 4. CONCLUSÕES

Ao definir o Ano Climático de Referência de uma cidade, cria-se a oportunidade de gerar um arquivo climático de formato compatível com os *softwares* de simulação computacional para análise de desempenho termoenergético. Nesta etapa inicial do trabalho o objetivo de definir o ano climático de referência foi cumprido, caracterizando o ano de 2014 como o escolhido para as etapas posteriores da pesquisa. Na próxima etapa serão obtidos os dados necessários para a confecção

do arquivo .epw, a ser utilizado pelo programa *EnergyPlus*® para a simulação do desempenho termoenergético de edificações localizadas na cidade de Pelotas, RS.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOULART, S. V.G.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. **Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras** – 2. Ed. Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Construção/UFSC, 1998.

PEREIRA, I. **Novas Metodologias Para Simulação Energética de Edificações: estudo de Caso**. Belo Horizonte, 2004. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

STAMPER, E. Weather Data. **ASHRAE Journal**. Fev. 1977. p.47