



Protocolo de elaboração de arquivo climático de cidades brasileiras para o software ENVI-met 4.0

CÁRDENAS CELIS, Aneli Maricielo¹
FREDERICO E SILVA, Caio²

¹ Especialista em Reabilitação Ambiental Sustentável, Universidade de Brasília, anneli.2792@gmail.com

² Doutor em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, caiofreds@gmail.com

Resumo

Após a 4^o revolução industrial, a simulação computacional vem contribuindo na elaboração e avaliação de projetos arquitetônicos e urbanísticos em conformidade com as condições climáticas locais, o que representa um importante avanço para o entendimento do clima urbano. Esta compreensão do clima local por meio dos arquivos climáticos mostra-se essencial para o adequado processo de simulação. Neste sentido, a pesquisa tem como objetivo elaborar o protocolo de arquivo climático de cidades brasileiras para utilização na simulação computacional microclimática no software ENVI-met 4.0 para o período de verão. No ENVI-met esses dados são inseridos no ConfigWizard (.cf), requerendo dados meteorológicos básicos, tais como a velocidade do vento a 10 metros da superfície (m/s), direção do vento em graus, umidade específica a 2500 metros (g/kg), coeficiente de rugosidade da superfície, umidade relativa (%) e temperatura inicial da atmosfera em (°C). A metodologia consiste na coleta de dados climáticos, proveniente da base de dados das estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) a partir da análise das normais climatológicas e de outras ferramentas. Conclui-se que com arquivos climáticos prontos se facilita substancialmente o processo de simulação computacional, evitando uma série de inadequações e erros nos resultados da simulação.

Palavras-chaves: NBR 15220-3, ENVI-met 4.0, Arquivos Climáticos, Dados Climáticos.

Abstract

After the 4th industrial Revolution, computer simulation contributes to the design and architectural projects & urban planning evaluation in accordance with local climatic conditions, which represents an important advance for the understanding of urban climatic. This understanding of the local climate through climatic archives is essential to the appropriate simulation process. In this regard, the work has the objective to elaborate archives protocols of brazilian city climatic. In ENVI-met, the data is entered in ConfigWizard (.Cf), requiring basic meteorological data, such as the wind speed 10 meters of the surface (m/s), wind direction in degrees, specific humidity at 2500 meters (g/kg), coefficient of roughness of the earth, relative humidity (%) and initial temperature of the atmosphere in (° C). The methodology consists in collecting climatic data, from the database of the meteorological stations of the National Institute of Meteorology (INMET), analyzing the climatological normals and another tools. It is concluded that with climatic archives conditions ready, substantially facilitates the computer simulation process, avoiding a series of inadequacies and erros in simulation results.

Keywords: NBR 15220-3, ENVI-met 4.0, Climatic Archive, Climatic Data.

1. Introdução

Os programas para simulação microclimática urbana vêm permitindo na produção de projetos em conformidade com o clima local. Essas novas ferramentas computacionais colaboram para o entendimento do clima no meio urbano e sua interação com o edifício, mediante a utilização de arquivos climáticos que caracterizem o clima da cidade a trabalhar. Contudo, são poucas as bases de dados que possuem dados climáticos atualizados e publicados, entretanto vem ganhando espaço no desenvolvimento de trabalhos referente a aplicação de arquivos climáticos na simulação computacional, entre eles destacam-se autores como Barbosa (2018), Roriz (2012), Nakata (2010), Castelo Branco (2009), Silva e Romero (2009), Bofo, et al., (1994) e Assis (2006).

Assis (2006), destaca o uso das ferramentas computacionais no meio acadêmico e sua pouca utilização na prática profissional. Para a autora, a utilização do programa permite o aprimoramento e o desenvolvimento de informações climáticas e ambientais e sua aplicabilidade em estudos referentes a simulação e o clima urbano. Para Barbosa (2018), uma das principais dificuldades encontradas na simulação computacional é a dificuldade na obtenção de um banco de dados que forneçam informações climáticas locais arquivos climáticos que colaborem para inserção de dados climáticos na configuração climática no software.

O programa de simulação computacional ENVI-met foi desenvolvido por Michael Bruse na Alemanha como um modelo tridimensional de clima urbano, oferecendo diversas possibilidades de aplicação entre o edifício e o meio urbano (NAKATA, 2010). Para Silva e Romero (2010), o programa auxilia na compreensão dos fenômenos relacionados ao clima, permitindo avaliar estratégias antes de sua implementação, sejam eles em cenários reais ou hipotéticos.

O programa envolve seis etapas importantes, de acordo com Barbosa (2018), essas etapas consistem na base de dados, modelagem, configuração climática, processamento, pós-processamento e visualização. Contudo, a presente pesquisa se volta especificamente para o desenvolvimento de dados climáticos básicos para a configuração climática do programa, permitindo sua aplicabilidade dos dados na simulação, subsidiando decisões no momento da configuração e na criação de projetos em conformidade com as condições climáticas locais.

De acordo com a NBR 15220-3, o território brasileiro possui oito zonas bioclimáticas devido a sua extensão territorial (ABNT, 2005) e por sua diversidade climática, formulando recomendações, diretrizes e estratégias que otimizam o desempenho térmico das edificações. Sua base climática foi construída sobre médias para aplicação no projeto de edificações. Entretanto, para o contexto climático do Brasil, existe uma carência de estudos de zoneamento climático que forneçam suporte adequado para projetos na escala do urbanismo.

Segundo Roriz (2012), menos de 4% dos mais de 5.500 municípios brasileiros possuem dados climáticos publicados, somado a falta de dados climáticos de qualidade, dificultando dados de entrada para a realização da simulação. O autor também comenta na restrição na obtenção das informações climáticas necessários e divulgados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no qual prejudica o desenvolvimento de trabalhos. Esse dado pouco se alterou nos últimos anos, portanto, ainda há carência na quantidade de arquivos climáticos publicados (*REPOSITORY OF FREE CLIMATE DATA FOR BUILDING PERFORMANCE SIMULATION, 2018*).

Lamberts et. al. (2015), comenta o seguinte:

A utilização da simulação computacional com o uso de arquivos climáticos permite identificar os períodos de maior probabilidade de conforto ao usuário, e conseqüentemente, definir as estratégias que devem ser incluídas na edificação para melhorar as condições de conforto. A ineficácia dos dados de um arquivo climático reproduz erros nos resultados das simulações,

influenciando a análise (LAMBERTS et. al, 2015, p.4).

Neste sentido, o presente trabalho aborda a elaboração de uma base de dados climáticos para apenas oito cidades brasileiras representativas de cada zona bioclimática estabelecidas na NBR 15220-3 para o período de verão, para que possam ser utilizadas na configuração climática do programa ENVI-met mediante a análise das normais climatológicas que são coletados por estações meteorológicas automáticas (EMA), localizadas em aeroportos e disponibilizados pelo INMET e outras ferramentas que proporcionem tais dados, como a plataforma Projetando Edificações Energeticamente Eficientes (PROJETEEE) e da Universidade de Wyoming (UWYO).

2. Objetivo

Apresentar um protocolo de criação de arquivo climático para as oito cidades brasileiras estabelecidas na NBR 15220-3, para o período de verão a fim de subsidiar a simulação computacional no software ENVI-met 4.0.

3. Procedimentos Metodológicos

A pesquisa consiste em duas etapas para a elaboração do protocolo de arquivo climático para as oito cidades brasileiras estabelecidas na NBR 15220-3. Se destaca o período de verão, por representar a época no qual são registrados os maiores índices de desconforto térmico.

A primeira etapa consiste na configuração básica da entrada de dados no ENVI-met 4.0, pontuando quais os parâmetros necessários para a simulação. A segunda etapa consiste no tratamento de dados para a configuração básica meteorológica na ConfiWizard (.cf), tais como: a velocidade do vento a 10 metros da superfície (m/s), direção do vento em graus, umidade específica a 2.500 metros (g/kg), coeficiente de rugosidade da superfície, umidade relativa (%) e temperatura inicial da atmosfera em (°C), mediante a análise das normais climatológicas de 1981-2010 fornecidos pelo INMET.

1º etapa: Configuração básica de entrada de dados espaciais no ENVI-met 4.0

Antes de realizar a simulação computacional se faz necessário a configuração de alguns parâmetros básicos referente a cidade a trabalhar. O software ENVI-met 4.0, permite a inserção de dados climáticos por meio da aba ConfigWizard (.cf), no qual apresenta dez parâmetros que podem ser preenchidos obrigatoriamente e corretamente, já os demais pontos podem ser preenchidos conforme a disponibilidade de dados encontrados na figura 1.

2º etapa: Elaboração de Arquivo Climático – Configurações meteorológicas básicas (*Meteorology Basic Settings*)

Depois da inserção dos dados espaciais, se faz necessário inserir os climatológicos ou dados de configurações meteorológicas do programa. Os dados climáticos necessários para construção do modelo são os seguintes: a velocidade do vento a 10 metros da superfície (m/s), direção do vento (em graus), rugosidade do solo (estação), temperatura do ar (2m), umidade atmosférica a 2.500 metros (g/kg) e umidade relativa a 2m. A construção dos dados climáticos das oito cidades bioclimáticas brasileiras, serão representadas pelo mês mais quente do ano a partir da análise das normais climatológicas fornecidas pelo INMET.

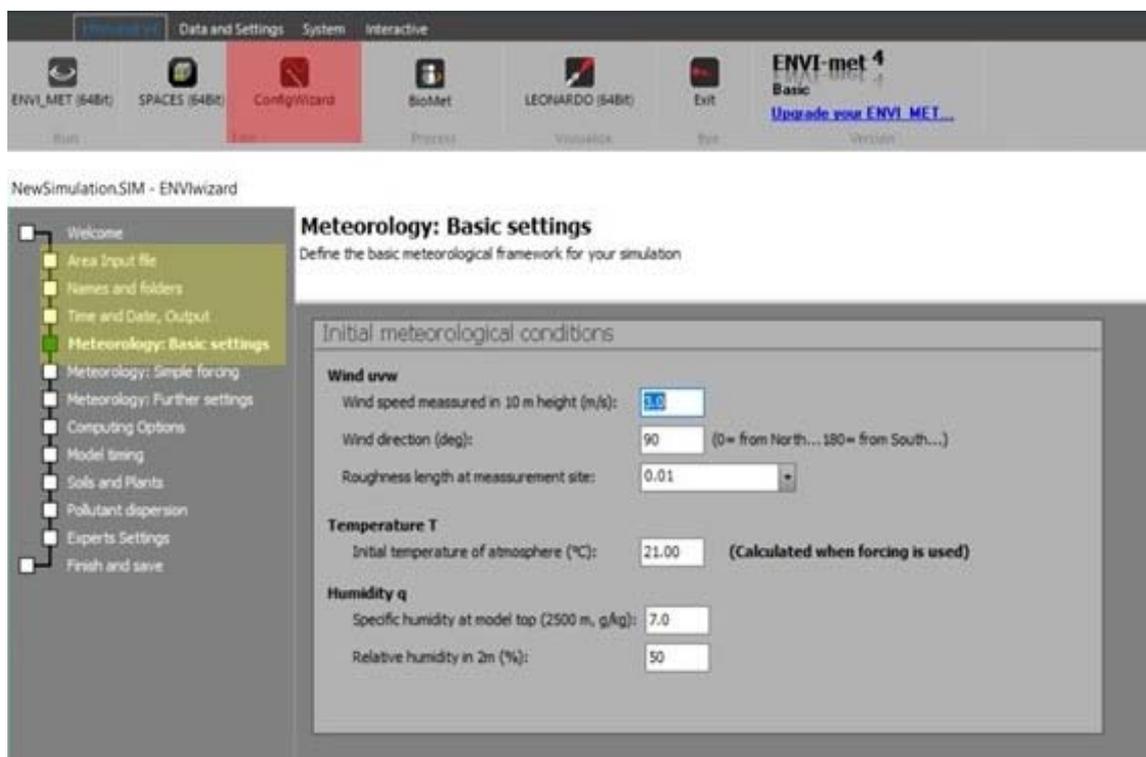
Para a obtenção das condições iniciais meteorológicas, consiste nos seguintes cinco passos:

- (1) Dados de Temperatura do ar (2m): Os dados são fornecidos pelo INMET e podem ser acessados pelo (<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>) . No qual deve-se levar em consideração o período climático a estudar, seja período de verão, inverno, seca, etc. A partir do período climático escolhido, as normais climatológicas devem ser analisadas e devem ser

identificadas as temperaturas máximas médias ou temperaturas mínimas médias do mês mais quente do ano. Posteriormente, com o mês representativo escolhido, os demais dados climáticos serão obtidos.

- (2) Umidade relativa e direção do vento: Os dados climáticos para a umidade relativa média e direção dos ventos são disponibilizados pela plataforma Projetando Edificações Energeticamente Eficientes (PROJETEE) acessado pelo portal web (<http://projeteee.mma.gov.br/>). Para obtenção dos dados climáticos inserimos o nome da cidade e os dados serão disponibilizados. Na ausência de dados climáticos, recomenda-se a utilização a base de dados da cidade mais próxima estabelecido pelo próprio portal. Os dados também podem ser obtidos pelo INMET, no qual disponibiliza as normais climatológicas de 1981-2010 para a maioria das cidades brasileiras.
- (3) Velocidade do vento a 10m/s: Para a obtenção dos dados da velocidade de vento diário se encontram disponibilizados pelo Centro de Previsão de tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), acessado pelo banco de dados observacionais (<http://bancodedados.cptec.inpe.br/>). Para ter acesso, se torna necessário criar uma conta e clicar na opção Metar, essa opção consiste em dados de estações meteorológicas da superfície situadas em aeroportos. Em seguida, inserir o código da estação, o mês e o ano da pesquisa. Ou seja, os dados da velocidade dos ventos são compostos por valores referente ao dia da simulação, porém a pesquisa é voltada para o mês representativo com a análise das normais climatológicas do INMET.
- (4) Dados climáticos atmosféricos: Para obtenção dos dados climáticos da umidade a 2.500 metros, deve-se acessar os dados disponibilizados pela Universidade de Wyoming (UWYO) pelo departamento de ciência atmosférica, na opção soundings acessado pelo (<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>), neste, são disponibilizados dados em dois horários: 0z e 12z (ou 21h00 e 9h00. Em seguida, selecionamos a área e o período de interesse e consultamos a umidade (g/kg) a 2.500 metros.

Figura 1. Configuração básica do programa ENVI -met



Fonte: ENVI-met 4.0 (2018)

(5) Rugosidade do solo: O comprimento de rugosidade das superfícies adotado para todas as oito cidades brasileiras foi de 0,1, tamanho máximo que o software disponibiliza.

4. Resultados

Os resultados são apresentados para as oito zonas bioclimáticas de acordo com os dados das normais climatológicas provenientes do INMET, PROJETEEE e UWYO.

4.1. Zona Bioclimática 1: Cidade de Caxias do Sul – Rio Grande do Sul

A cidade de Caxias do Sul, está localizada a uma latitude de -29.196389° , longitude de -51.186389° , altitude de 760 metros e com código OMM: 83942.

4.1.1. Dados de temperatura

De acordo com as normais climatológicas de 1981-2010, a cidade de Caxias do Sul apresenta sua temperatura máxima média mais elevada no mês de janeiro, com uma temperatura de $26,6^\circ\text{C}$, como se pode observar na figura 2.

Figura 2. Normais climatológicas de temperatura máxima média da cidade de Caxias do Sul - RS

Normal Climatológica do Brasil 1981-2010														INMET	
Temperatura Máxima ($^\circ\text{C}$)															
Código	Nome da Estação	UF	Janeiro	Fevereiro	Marco	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Ano
83942	CAXIAS DO SUL	RS	26,60	26,50	25,30	22,30	18,70	17,30	16,90	19,10	19,60	21,90	24,20	25,90	22,00

Fonte: INMET (2018)

4.1.2. Dados de umidade e direção dos ventos

Os dados climáticos para a cidade de Caxias do Sul, não se encontram disponibilizados na plataforma PROJETEEE, portanto, o mesmo recomenda utilizar como base uma cidade da mesma zona bioclimática, neste caso teremos como referência a cidade de Bento Gonçalves -RS. Portanto, a umidade relativa média mensal para o mês de janeiro encontra-se em 73,27 % como se pode observar na figura 3.

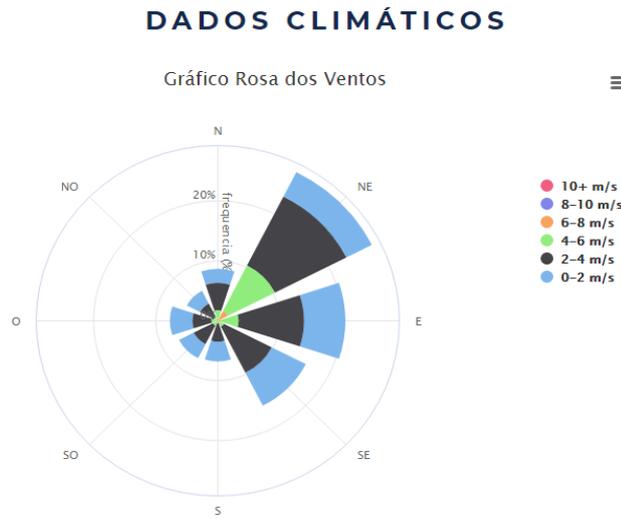
Figura 3. Normais climatológicas de temperatura máxima média da cidade de Caxias do Sul - RS



Fonte: PROJETEEE (2018)

Referente a direção dos ventos em graus, de acordo a análise das normais climatológicas fornecidas pelo INMET e pelo PROJETEEE, observou-se que a maior frequência da direção dos ventos vem do Nordeste, com ângulo azimute aproximadamente no mês de janeiro de 51° como demonstra a figura 4.

Figura 4. Normais climatológicas de temperatura máxima média da cidade de Caxias do Sul - RS



Fonte: PROJETEEE (2018)

4.1.3. Velocidade do vento a 10 metros da superfície

A partir da análise das normais climatológicas fornecidos pelo INMET para a cidade de Caxias do Sul, a velocidade dos ventos consta para o mês de janeiro com uma velocidade 1,9 m/s, como se pode observar na tabela 1.

Tabela 1: Dados da velocidade do vento

MÊS MAIS QUENTE	VELOCIDADE DOS VENTOS
Janeiro	1,9 m/s

Fonte: INMET (2018)

4.1.4. Dados climáticos atmosféricos

Os dados não se encontram disponibilizados no site da UWYO, portanto deve-se utilizar como base a estação mais próxima disponibilizada. Neste caso, utilizamos a cidade de Porto Alegre por estar mais próxima geograficamente. Os dados da umidade específica a 2.500 metros pelo UWYO são de 3,25 g/kg como se pode observar na figura 5.

Figura 5. Umidade específica a 2.500 metros

83971 SBPA Porto Alegre (Aero) Observations at 00Z 19 Jan 2016

PRES hPa	HGHT m	TEMP C	DWPT C	RELH %	MIXR g/kg	DRCT deg	SKNT knot	THTA K	THTE K	THTV K
1012.0	3	28.2	15.2	45	10.84	100	7	300.3	332.4	302.3
1000.0	107	27.6	17.6	54	12.82	95	15	300.8	338.7	303.1
976.0	322	25.8	17.8	61	13.31	100	17	301.0	340.4	303.4
957.0	496	28.4	-4.6	11	2.85	107	15	305.4	314.5	305.9
925.0	796	26.6	2.6	21	5.01	120	11	306.5	322.2	307.4
914.0	900	25.7	2.0	21	4.86	125	11	306.6	321.9	307.6
874.0	1290	22.4	-0.2	22	4.33	125	11	307.2	320.9	308.0
850.0	1532	20.4	-1.6	23	4.02	150	13	307.5	320.3	308.2
846.0	1572	20.0	-1.6	23	4.05	155	13	307.5	320.4	308.3
806.0	1985	16.3	-1.1	31	4.41	150	11	307.8	321.8	308.6
785.0	2210	14.2	-0.8	36	4.62	159	11	307.9	322.5	308.8
700.0	3165	7.0	-7.0	36	3.25	200	10	310.2	320.7	310.8
672.0	3498	5.1	-7.5	40	3.24	195	2	311.7	322.3	312.4

Fonte: UWYO (2018)

4.2. Zona Bioclimática 2: Ponta Grossa - Paraná

A estação do IAAPR é localizada a uma latitude -29.196389° , longitude de -51.186389° , altitude de 880 metros e com código OMM: 83837.

4.2.1. Dados de temperatura

De acordo com as normais climatológicas de 1961-1990, a cidade de Ponta Grossa apresenta sua temperatura máxima média mais elevada no mês de janeiro, com uma temperatura de $28,1^\circ\text{C}$, como se pode observar na figura 6.

Figura 6. Normais climatológicas de temperatura máxima média da cidade de Ponta Grossa - PR

Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990													INMET		
Temperatura Máxima ($^\circ\text{C}$)															
Código	Nome da Estação	UF	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Ano
83837	Ponta Grossa	PR	28,1	28,1	27,2	24,5	22,4	20,8	20,8	22,7	24,1	24,6	26,6	27,2	24,8

Fonte: INMET (2018)

4.2.2. Dados de umidade e direção dos ventos

Não se encontra disponibilizado os dados climáticos da cidade de Ponta Grossa na plataforma da PROJETEEE, no qual se recomenda utilizar dados disponíveis na mesma zona bioclimática, neste caso a da cidade de Ivaí - PR. A umidade relativa média mensal para o mês de janeiro se encontra em $82,65\%$ como se observa na figura 7.

Figura 7. Umidade relativa média da cidade do Ponta Grossa - Paraná



Fonte: PROJETEEE (2018)

Referente a direção dos ventos em graus, de acordo a análise das normais climatológicas fornecidas pelo INMET e pelo PROJETEEE, observou-se que a maior frequência da direção dos ventos vem do Nordeste, com ângulo azimute aproximadamente no mês de janeiro de 51° .

4.2.3. Velocidade do vento a 10 metros da superfície

A partir da análise das normais climatológicas fornecidos pelo INMET consta para o mês de janeiro com uma velocidade $1,2\text{ m/s}$, como se pode observar na tabela 2.

Tabela 2: Dados da velocidade do vento

MÊS MAIS QUENTE	VELOCIDADE DOS VENTOS
Janeiro	1,2 m/s

Fonte: INMET (2018)

4.2.4. Dados climáticos atmosféricos

Os dados não se encontram disponibilizados no site da UWYO, portanto deve-se utilizar como base a estação mais próxima disponibilizada. Neste caso, utilizamos a cidade de Curitiba por estar mais próxima geograficamente. Os dados da umidade específica a 2.500 metros pelo UWYO são de 3,25 g/kg como se pode observar na figura 8.

Figura 8. Umidade específica a 2.500 metros

83840 SBCT Curitiba (Aeroporto) Observations at 00Z 22 Oct 2016

PRES hPa	HGHT m	TEMP C	DWPT C	RELH %	MIXR g/kg	DRCT deg	SKNT knot	THTA K	THTE K	THTV K
1000.0	151									
925.0	819									
915.0	908	13.0	11.0	88	9.08	10	17	293.5	319.7	295.1
909.0	963	12.8	11.0	89	9.12	95	12	293.8	320.2	295.4
850.0	1529	10.6	10.6	100	9.53	80	17	297.2	325.1	298.9
843.0	1598	10.6	10.5	99	9.54	80	14	297.9	326.0	299.6
837.0	1658	11.4	11.3	100	10.13	80	11	299.3	329.2	301.2
821.0	1820	13.4	13.4	100	11.91	122	8	303.2	338.7	305.3
805.0	1987	13.3	13.2	99	11.95	165	4	304.7	340.7	306.9
795.0	2092	13.2	13.0	99	11.98	184	5	305.8	341.9	307.9
763.0	2438	11.4	11.3	99	11.18	245	10	307.4	341.5	309.5
738.0	2717	10.0	10.0	100	10.55	255	11	308.8	341.2	310.8
700.0	3157	8.2	6.9	92	8.99	250	14	311.5	339.5	313.2

Fonte: UWYO (2018)

4.3. Zona Bioclimática 3: Florianópolis – Santa Catarina

A estação do INMET para a cidade de Florianópolis está localizada a uma latitude -27,58°, longitude de -48,56°, altitude de 1,84 metros e com código OMM: 83897.

4.3.1. Dados de temperatura

De acordo com as normais climatológicas de 1981-2010, a cidade de Florianópolis apresenta sua temperatura máxima média mais elevada no mês de fevereiro, com uma temperatura de 29,30 °C, como se pode observar na figura 9.

Figura 9. Normais climatológicas de temperatura máxima média da cidade de Florianópolis - SC

Normal Climatológica do Brasil 1981-2010															
Temperatura Máxima (°C)															
Código	Nome da Estação	UF	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Ano
83897	FLORIANOPOLIS	SC	28,90	29,30	28,70	26,60	23,90	21,90	21,00	21,50	22,00	23,90	26,00	28,00	25,10

Fonte: INMET (2018)

4.3.2. Dados de umidade e direção dos ventos

De acordo com as normais climatológicas analisado anteriormente, o mês mais quente na cidade Florianópolis se encontra no mês fevereiro, portanto analisaremos a umidade relativa média e os demais dados referentes a esse mês. Como se pode observar nos dados disponibilizados na plataforma PROJETEEE, a umidade relativa média mensal no mês de fevereiro é de 87,67 % como demonstra a figura 10.

Figura 10. Umidade relativa média da cidade de Florianópolis - SC



Fonte: PROJETEEEE (2018)

Referente a direção dos ventos em graus, de acordo a análise das normais climatológicas fornecidas pelo INMET e pelo PROJETEEEE, observou-se que a maior frequência da direção dos ventos vem do Norte, com ângulo azimute aproximadamente no mês de fevereiro de 130°.

4.3.3. Velocidade do vento a 10 metros da superfície

A partir da análise das normais climatológicas fornecidos pelo INMET consta para o mês de fevereiro com uma velocidade 3,5 m/s, como se pode observar na tabela 3.

Tabela 3: Dados da velocidade do vento

MÊS MAIS QUENTE	VELOCIDADE DOS VENTOS
Fevereiro	3,5 m/s

Fonte: INMET (2018)

4.3.4. Dados climáticos atmosféricos

O valor da umidade específica a 2.500 metros de acordo com os dados da UWYO, no qual disponibilizados dados climáticos atmosféricos é no valor de 9,38 g/kg de acordo com a figura 11.

Figura 11. Umidade específica a 2.500 metros

83899 SBFL Florianopolis Observations at 00Z 22 Feb 2016

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot	K	K	K
1013.0	5	25.4	23.6	90	18.49	160	5	297.4	351.2	300.7
1000.0	118	25.2	22.5	85	17.50	125	12	298.4	349.4	301.5
925.0	801	20.4	19.2	93	15.38	100	17	300.2	345.4	302.9
850.0	1529	16.0	15.1	94	12.86	120	20	302.9	341.2	305.2
800.0	2044	13.2	12.8	97	11.74	118	19	305.2	340.6	307.4
734.0	2764	8.8	8.2	96	9.38	116	17	308.0	336.7	309.7
715.0	2981	7.2	3.7	78	7.03	116	16	308.6	330.4	309.9

Fonte: UWYO (2018)

4.4. Zona Bioclimática 4: Brasília - DF

A estação do INMET para a cidade de Brasília está localizada a uma latitude $-27,58^\circ$, longitude de $-48,56^\circ$, altitude de 1,84 metros e com código OMM: 83897.

4.4.1. Dados de temperatura

De acordo com as normais climatológicas de 1981-2010, a cidade de Brasília apresenta sua temperatura máxima média mais elevada no mês de setembro, com uma temperatura de $28,40^\circ\text{C}$, como se pode observar na figura 12.

Figura 12. Normais climatológicas de temperatura máxima média da cidade de Brasília – DF

Normal Climatológica do Brasil 1981-2010															
Temperatura Máxima ($^\circ\text{C}$)															
Código	Nome da Estação	UF	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Ano
83377	BRASILIA	DF	26,50	27,00	26,70	26,60	25,90	25,00	25,30	26,90	28,40	28,20	26,70	26,30	26,60

Fonte: INMET (2018)

4.4.2. Dados de umidade e direção dos ventos

De acordo com as normais climatológicas analisado anteriormente, o mês mais quente na cidade Brasília se encontra no mês de setembro, portanto analisaremos a umidade relativa média e os demais dados referentes a esse mês. Como se pode observar nos dados disponibilizados na plataforma PROJETEEE, a umidade relativa média mensal no mês de setembro é de $63,57\%$ como demonstra a figura 13.

Figura 13. Umidade relativa média da cidade de Brasília - DF



Referente a direção dos ventos em graus, de acordo a análise das normais climatológicas fornecidas pelo INMET e pelo PROJETEEE, observou-se que a maior frequência da direção dos ventos vem do Norte, com ângulo azimute aproximadamente no mês de setembro de 97° .

4.4.3. Velocidade do vento a 10 metros da superfície

A partir da análise das normais climatológicas fornecidos pelo INMET consta para o mês de setembro com uma velocidade $3,3\text{ m/s}$, como se pode observar na tabela 4.

Tabela 4: Dados da velocidade do vento

MÊS MAIS QUENTE	VELOCIDADE DOS VENTOS
Setembro	3,3 m/s

Fonte: INMET (2018)

4.4.4. Dados climáticos atmosféricos

O valor da umidade específica a 2.500 metros de acordo com os dados da UWYO, no qual disponibilizados dados climáticos atmosféricos é no valor de 8,99 g/kg de acordo com a figura 14.

Figura 14. Umidade específica a 2.500 metros

83378 SBBR Brasilia (Aeroporto) Observations at 00Z 25 Sep 2016

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot	K	K	K
1000.0	114									
925.0	811									
899.0	1061	22.2	17.5	75	14.20	300	2	304.5	347.0	307.1
889.0	1159	24.6	13.6	50	11.13	311	3	307.9	341.9	310.0
852.0	1531	22.8	9.8	44	9.00	353	6	309.8	337.7	311.5
850.0	1551	22.6	10.6	47	9.53	355	6	309.8	339.2	311.6
813.0	1929	19.3	9.8	54	9.41	305	10	310.3	339.4	312.0
700.0	3202	8.2	6.9	92	8.99	270	7	311.5	339.5	313.2
694.0	3273	7.6	6.4	92	8.76	266	7	311.6	338.9	313.3

Fonte: UWYO (2018)

4.5. Zona Bioclimática 5: Santos – São Paulo

A estação do INMET para a cidade de Santos está localizada a uma latitude -23,56°, longitude de -45,20°, altitude de 13,5 metros e com código OMM: 83782.

4.5.1. Dados de temperatura

De acordo com as normais climatológicas de 1981-2010, a cidade de Florianópolis apresenta sua temperatura máxima média mais elevada no mês de fevereiro, com uma temperatura de 29,40 °C, como se pode observar na figura 15.

Figura 15. Normais climatológicas de temperatura máxima média da cidade de Santos - SP

Normal Climatológica do Brasil 1981-2010														INMET	
Temperatura Máxima (°C)															
Código	Nome da Estação	UF	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Ano
83782	SANTOS	SP	29,40	29,40	28,30	27,30	25,20	24,10	23,00	22,70	23,00	24,70	26,70	27,90	26,00

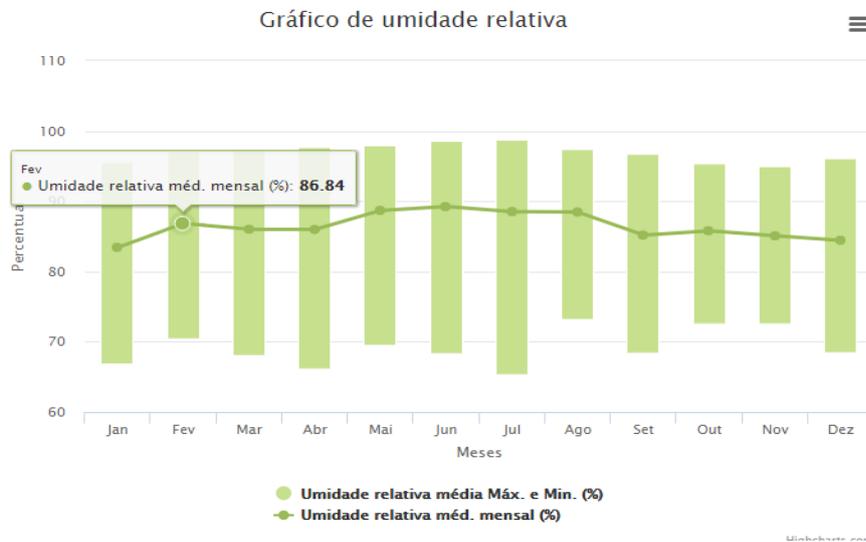
Fonte: INMET (2018)

4.5.2. Dados de umidade e direção dos ventos

De acordo com as normais climatológicas analisado anteriormente, o mês mais quente na cidade Brasília se encontra no mês de setembro, portanto analisaremos a umidade relativa média e os demais dados referentes a esse mês. Na plataforma PROJETEEE não se encontram disponibilizados os dados da cidade de Santos, no qual recomenda-se utilizar a cidade de Iguape, pois se encontra na mesma

zona bioclimática. Portanto, a umidade relativa média mensal no mês de fevereiro é de 86,84 % como demonstra a figura 16.

Figura 16. Umidade relativa média da cidade de Santos - SP



Fonte: PROJETEEE (2018)

Referente a direção dos ventos em graus, de acordo a análise das normais climatológicas fornecidas pelo INMET e pelo PROJETEEE, observou-se que a maior frequência da direção dos ventos vem do Leste, com ângulo azimute aproximadamente no mês de fevereiro de 106°.

4.5.3. Velocidade do vento a 10 metros da superfície

A partir da análise das normais climatológicas fornecidos pelo INMET consta para o mês de fevereiro com uma velocidade 3,2 m/s, como se pode observar na tabela 3.

Tabela 5: Dados da velocidade do vento

MÊS MAIS QUENTE	VELOCIDADE DOS VENTOS
Fevereiro	3,3 m/s

Fonte: INMET (2018)

4.6. Zona Bioclimática 6: Goiânia -Goiás

A estação do INMET para a cidade de Goiânia está localizada a uma latitude -16,66°, longitude de -49,25°, altitude de 741,48 metros e com código OMM: 83423.

4.6.1. Dados de temperatura

De acordo com as normais climatológicas de 1981-2010, a cidade de Goiânia apresenta sua temperatura máxima média mais elevada no mês de setembro, com uma temperatura de 33°C, como se pode observar na figura 17.

Figura 6. Normais climatológicas de temperatura máxima média da cidade de Goiânia -GO

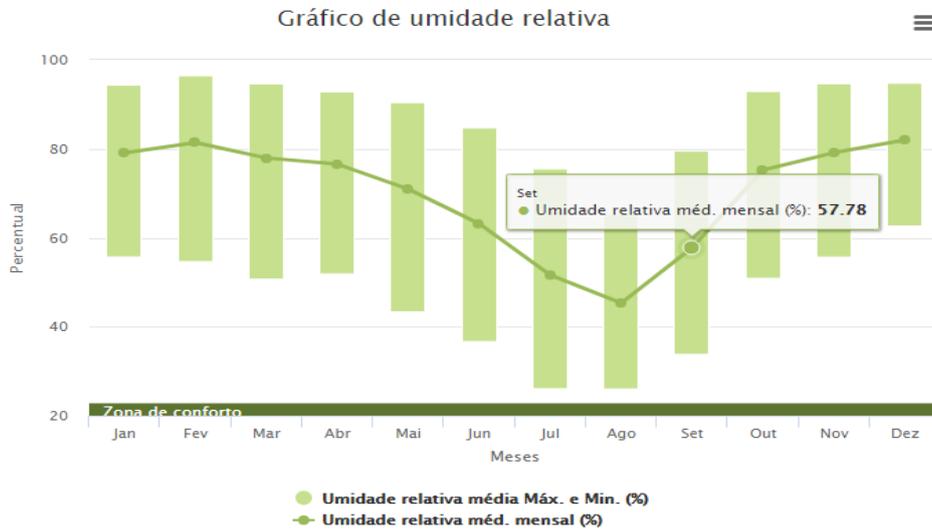
Normal Climatológica do Brasil 1981-2010													INMET		
Temperatura Máxima (°C)															
Código	Nome da Estação	UF	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Ano
83423	GOIANIA	GO	30,10	30,60	30,60	30,90	30,10	29,80	30,20	32,10	33,00	32,40	30,80	29,90	30,90

Fonte: INMET (2018)

4.6.2. Dados de umidade e direção dos ventos

De acordo com as normais climatológicas analisado anteriormente, o mês mais quente na cidade de Goiânia se encontra no mês de setembro, portanto analisaremos a umidade relativa média e os demais dados referentes a esse mês. Como se pode observar nos dados disponibilizados na plataforma a umidade relativa média mensal no mês de setembro é de 57,78 % como demonstra a figura 18.

Figura 18. Umidade relativa média da cidade de Goiânia -GO



Fonte: PROJETEEEE (2018)

Referente a direção dos ventos em graus, de acordo a análise das normais climatológicas fornecidas pelo INMET e pelo PROJETEEEE, observou-se que a maior frequência da direção dos ventos vem do Nordeste, com ângulo azimute aproximadamente no mês de setembro de 99°.

4.6.3. Velocidade do vento a 10 metros da superfície

A partir da análise das normais climatológicas fornecidos pelo INMET consta para o mês de setembro com uma velocidade 1,6 m/s, como se pode observar na tabela 6.

Tabela 6: Dados da velocidade do vento

MÊS MAIS QUENTE	VELOCIDADE DOS VENTOS
Setembro	1,6 m/s

Fonte: INMET (2018)

4.7. Zona Bioclimática 7: Picos - Piauí

A estação do INMET para a cidade de Picos está localizada a uma latitude -7,03°, longitude de -41,48°, altitude de 207,93 metros e com código OMM: 82780.

4.7.1. Dados de temperatura

De acordo com as normais climatológicas de 1981-2010, a cidade de Picos apresenta sua temperatura máxima média mais elevada no mês de outubro, com uma temperatura de 37,40°C, como se pode observar na figura 19.

Figura 19. Normais climatológicas de temperatura máxima média da cidade de Picos - PI

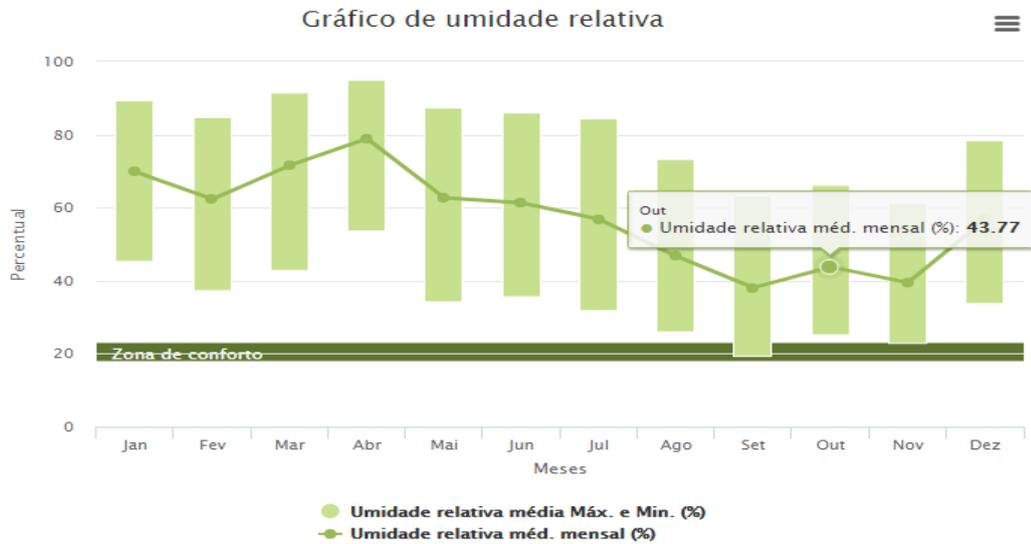
Normal Climatológica do Brasil 1981-2010															
Temperatura Máxima (°C)															
Código	Nome da Estação	UF	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Ano
82780	PICOS	PI	33,30	32,60	32,20	32,30	33,00	33,40	33,70	35,00	36,60	37,40	36,80	35,30	34,30

Fonte: INMET (2018)

4.7.2. Dados de umidade e direção dos ventos

De acordo com as normais climatológicas analisado anteriormente, o mês mais quente na cidade de Picos se encontra no mês de outubro, portanto analisaremos a umidade relativa média e os demais dados referentes a esse mês. Como se pode observar nos dados disponibilizados na plataforma a umidade relativa média mensal no mês de outubro é de 43,77% como demonstra a figura 20.

Figura 20. Umidade relativa média da cidade de Picos – PI



Referente a direção dos ventos em graus, de acordo a análise das normais climatológicas fornecidas pelo INMET e pelo PROJETEEEE, observou-se que a maior frequência da direção dos ventos vem do Nordeste, com ângulo azimute aproximadamente no mês de setembro de 109°.

4.7.3. Velocidade do vento a 10 metros da superfície

A partir da análise das normais climatológicas fornecidos pelo INMET consta para o mês de outubro com uma velocidade de 2,4 m/s, como se pode observar na tabela 7.

Tabela 7: Dados da velocidade do vento

MÊS MAIS QUENTE	VELOCIDADE DOS VENTOS
Outubro	2,4 m/s

Fonte: INMET (2018)

4.8. Zona Bioclimática 8: Belém - Pará

A estação do INMET para a cidade de Belém está localizada a uma latitude -1,43°, longitude de -48,48°, altitude de 10 metros e com código OMM: 82191.

4.8.1. Dados de temperatura

De acordo com as normais climatológicas de 1981-2010, a cidade de Belém apresenta sua temperatura máxima média mais elevada no mês de novembro com uma temperatura de 32,70°C, como se pode observar na figura 21.

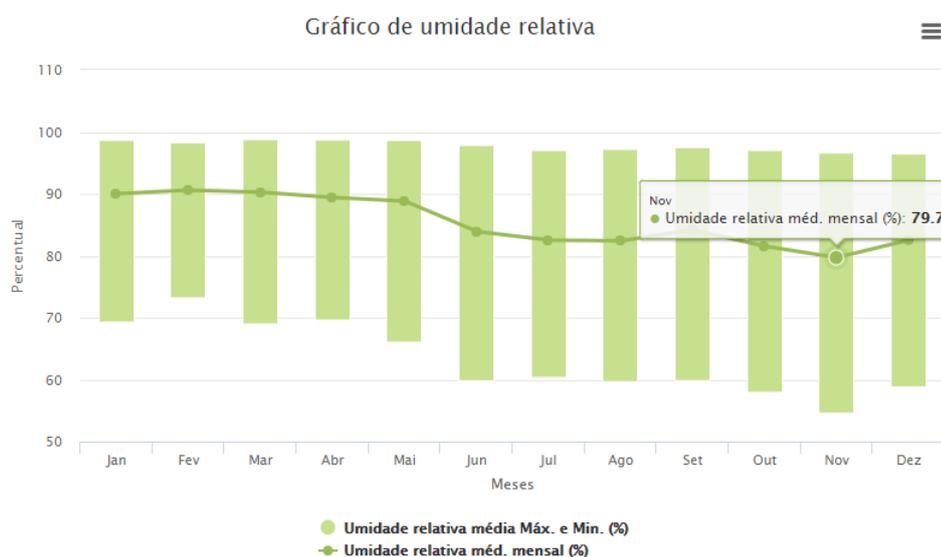
Figura 21. Normais climatológicas de temperatura máxima média da cidade de Belém -PA

Normal Climatológica do Brasil 1981-2010															INMET
Temperatura Máxima (°C)															
Código	Nome da Estação	UF	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Ano
82191	BELEM	PA	31,10	30,80	30,70	31,10	31,70	31,90	32,00	32,50	32,60	32,60	32,70	32,20	31,80

Fonte: INMET (2018)

4.8.2. Dados de umidade e direção dos ventos

De acordo com as normais climatológicas analisado anteriormente, o mês mais quente na cidade Belém se encontra no mês de novembro, portanto analisaremos a umidade relativa média e os demais dados referentes a esse mês. Como se pode observar nos dados disponibilizados na plataforma PROJETEEE, a umidade relativa média mensal no mês de novembro é de 79,7 % como demonstra a figura 22.

Figura 22. Umidade relativa média da cidade de Belém - PA

Fonte: PROJETEEE (2018)

Referente a direção dos ventos em graus, de acordo a análise das normais climatológicas fornecidas pelo INMET e pelo PROJETEEE, observou-se que a maior frequência da direção dos ventos vem do Norte, com ângulo azimute aproximadamente no mês de novembro de 50°.

4.8.3. Velocidade do vento a 10 metros da superfície

A partir da análise das normais climatológicas fornecidos pelo INMET consta para o mês de novembro com uma velocidade 2,2 m/s, como se pode observar na tabela 9.

Tabela 8: Dados da velocidade do vento

MÊS MAIS QUENTE	VELOCIDADE DOS VENTOS
Novembro	2,2 m/s

Fonte: INMET (2018)

4.4.4. Dados climáticos atmosféricos

O valor da umidade específica a 2.500 metros de acordo com os dados da UWYO, no qual disponibilizados dados climáticos atmosféricos é no valor de 4,16 g/kg de acordo com a figura 23.

Figura 23. Umidade específica a 2.500 metros

82193 SBBE Belem (Aeroporto) Observations at 00Z 11 Nov 2016

PRES hPa	HGHT m	TEMP C	DWPT C	RELH %	MIXR g/kg	DRCT deg	SKNT knot	THTA K	THTE K	THTV K
1009.0	16	26.0	21.0	74	15.78	60	4	298.4	344.5	301.2
1003.0	69	26.8	22.7	78	17.67	57	8	299.7	351.6	302.9
1000.0	95	26.6	22.7	79	17.72	55	10	299.8	351.8	302.9
981.0	264	25.7	22.1	81	17.44	50	24	300.5	351.8	303.6
964.0	418	24.8	21.6	82	17.19	55	29	301.1	351.9	304.2
925.0	781	22.8	20.4	86	16.61	75	15	302.6	352.0	305.6
912.0	904	22.0	19.9	88	16.33	70	12	303.0	351.6	305.9
890.0	1117	20.5	19.1	91	15.87	100	10	303.6	351.0	306.5
884.0	1176	20.1	18.8	92	15.74	110	11	303.8	350.8	306.7
873.0	1285	19.4	18.4	94	15.51	110	12	304.1	350.5	306.9
850.0	1515	18.2	16.7	91	14.28	110	15	305.2	348.1	307.8
836.0	1657	17.6	15.6	88	13.55	105	15	306.1	346.9	308.6
806.0	1970	16.4	13.3	82	12.05	125	17	308.0	344.7	310.2
796.0	2077	16.0	12.5	80	11.57	115	19	308.6	344.0	310.8
783.0	2218	16.8	7.8	55	8.55	101	21	310.9	337.6	312.5
777.0	2284	16.2	8.2	59	8.86	95	22	311.0	338.5	312.6
751.0	2573	15.2	-2.8	29	4.16	91	27	312.9	326.4	313.7
743.0	2663	14.5	-3.5	29	3.99	90	29	313.1	326.1	313.9

Fonte: UWYO (2018)

5. Discussão

A elaboração do protocolo para a criação do arquivo climático contribui para a organização dos dados meteorológicos básicos sejam inseridos e utilizados de maneira correta pelo pesquisador no momento das configurações climáticas no software ENVI-met 4.0. Atualmente já existem a elaboração de protocolos de arquivos climáticos, porém voltados para a utilização de programas de eficiência energética e não na utilização na simulação computacional microclimática no software ENVI-met 4.0.

Por exemplo, de acordo com a *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE, 2009), existem dois tipos de metodologias para obtenção de dados climáticos: o Test Reference Year (TRY) e o *Typical Meteorological Year* (TMY), no qual permitem identificar o ano climático de referência ou ano climático típico mediante a análise das médias mensais de temperaturas.

O formato desses arquivos climáticos varia de acordo com os diversos programas de eficiência energética existente, tais como Energyplus, Ecotect, dentre outros. Para Carlo, et al (2005), quanto mais detalhado for o programa, mais detalhado deve ser o arquivo climático para atender aos programas computacionais.

No momento da elaboração do arquivo climático no programa de simulação microclimática, algumas limitações foram encontradas no presente trabalho durante a elaboração dos tais arquivos climáticos, no qual se destacam os seguintes pontos:

- A obtenção dos dados meteorológicos para o arquivo climático no software ENVI-met consiste por valores referente ao dia da simulação. Entretanto, como o estudo é voltado para o período de verão, os dados são provenientes das normais climatológicas fornecidas pelo INMET, no qual apresentam valores resultantes de médias históricas compreendidas por um período de duas décadas de 1981 – 2010.
- Para a obtenção de dados climáticos atmosféricos, não foram disponibilizadas pela Universidade de Wyoming todas as estações meteorológicas para as cidades brasileiras, no

qual limita a pesquisa. Entretanto, de acordo com a NBR 15575-1¹ (2013), recomenda-se que na falta de dados deve-se utilizar os dados climáticos da cidade mais próxima geograficamente e com características climáticas semelhantes. Caso os dados do clima da cidade não se assemelhem ao de nenhuma outra cidade, deve-se evitar o método da simulação computacional.

- Das oito cidades brasileiras elaboradas na pesquisa, apenas a cidade de Santos, Goiânia e Picos não apresentam dados climáticos atmosféricos, e não possuem nenhuma outra cidade com características climáticas semelhantes para que possa ser substituída.

A seguir se apresenta um quadro resumo com os valores meteorológicos básicos para inserção na configuração climática do ENVI-met 4.0 (Figura 32). Cabe ressaltar que o clima de cada cidade não pode ser representativo para todas as zonas bioclimáticas, a estratégia metodológica de utilizar apenas uma cidade de cada zona foi apenas para dar uma maior amostragem do Brasil como se pode observar na figura 24.

Figura 9. Dados meteorológicos básicos para a configuração climática no ENVI-met 4.0

ZONA BIOCLIMÁTICA 1 (CIDADE DE CAXIAS DO SUL, RS)	VELOCIDADE UWW		ZONA BIOCLIMÁTICA 5 (SANTOS, SP)	VELOCIDADE UWW	
	VELOCIDADE DO VENTO A 10M DE ALTURA (M/S)	1,9		VELOCIDADE DO VENTO A 10M DE ALTURA (M/S)	3,2
	DIREÇÃO DO VENTO (0:N/90: L/180: S/270: O)	51°		DIREÇÃO DO VENTO (0:N/90: L/180: S/270: O)	106°
	RUGOSIDADE	0,1		RUGOSIDADE	0,1
	TEMPERATURA T			TEMPERATURA T	
	TEMPERATURA INICIAL PARA TODAS AS CAMADAS (K)	26,6		TEMPERATURA INICIAL PARA TODAS AS CAMADAS (K)	29,4
	UMIDADE Q			UMIDADE Q	
UMIDADE ESPECÍFICA DO MODELO A 2.500 M.g/kg	3,25	UMIDADE ESPECÍFICA DO MODELO A 2.500 M.g/kg	-		
UMIDADE RELATIVA EM 2M (%)	73,27	UMIDADE RELATIVA EM 2M (%)	86,84		
ZONA BIOCLIMÁTICA 2 (PONTA GROSSA, PR)	VELOCIDADE UWW		ZONA BIOCLIMÁTICA 6 (GOÂNIA, GO)	VELOCIDADE UWW	
	VELOCIDADE DO VENTO A 10M DE ALTURA (M/S)	1,2		VELOCIDADE DO VENTO A 10M DE ALTURA (M/S)	1,6
	DIREÇÃO DO VENTO (0:N/90: L/180: S/270: O)	79°		DIREÇÃO DO VENTO (0:N/90: L/180: S/270: O)	99°
	RUGOSIDADE	0,1		RUGOSIDADE	0,1
	TEMPERATURA T			TEMPERATURA T	
	TEMPERATURA INICIAL PARA TODAS AS CAMADAS (K)	28,1		TEMPERATURA INICIAL PARA TODAS AS CAMADAS (K)	33
	UMIDADE Q			UMIDADE Q	
UMIDADE ESPECÍFICA DO MODELO A 2.500 M.g/kg	10,55	UMIDADE ESPECÍFICA DO MODELO A 2.500 M.g/kg	-		
UMIDADE RELATIVA EM 2M (%)	82,65	UMIDADE RELATIVA EM 2M (%)	57,78		
ZONA BIOCLIMÁTICA 3 (FLORIANÓPOLIS, SC)	VELOCIDADE UWW		ZONA BIOCLIMÁTICA 7 (PICOS, PI)	VELOCIDADE UWW	
	VELOCIDADE DO VENTO A 10M DE ALTURA (M/S)	3,5		VELOCIDADE DO VENTO A 10M DE ALTURA (M/S)	1,6
	DIREÇÃO DO VENTO (0:N/90: L/180: S/270: O)	130°		DIREÇÃO DO VENTO (0:N/90: L/180: S/270: O)	99°
	RUGOSIDADE	0,1		RUGOSIDADE	0,1
	TEMPERATURA T			TEMPERATURA T	
	TEMPERATURA INICIAL PARA TODAS AS CAMADAS (K)	29,3		TEMPERATURA INICIAL PARA TODAS AS CAMADAS (K)	37,4
	UMIDADE Q			UMIDADE Q	
UMIDADE ESPECÍFICA DO MODELO A 2.500 M.g/kg	9,38	UMIDADE ESPECÍFICA DO MODELO A 2.500 M.g/kg	-		
UMIDADE RELATIVA EM 2M (%)	87,67	UMIDADE RELATIVA EM 2M (%)	43,77		
ZONA BIOCLIMÁTICA 4 (BRASÍLIA, DF)	VELOCIDADE UWW		ZONA BIOCLIMÁTICA 8 (BELÉM, PA)	VELOCIDADE UWW	
	VELOCIDADE DO VENTO A 10M DE ALTURA (M/S)	3,3		VELOCIDADE DO VENTO A 10M DE ALTURA (M/S)	2,2
	DIREÇÃO DO VENTO (0:N/90: L/180: S/270: O)	93°		DIREÇÃO DO VENTO (0:N/90: L/180: S/270: O)	50°
	RUGOSIDADE	0,1		RUGOSIDADE	0,1
	TEMPERATURA T			TEMPERATURA T	
	TEMPERATURA INICIAL PARA TODAS AS CAMADAS (K)	28,4		TEMPERATURA INICIAL PARA TODAS AS CAMADAS (K)	32,7
	UMIDADE Q			UMIDADE Q	
UMIDADE ESPECÍFICA DO MODELO A 2.500 M.g/kg	8,99	UMIDADE ESPECÍFICA DO MODELO A 2.500 M.g/kg	4,16		
UMIDADE RELATIVA EM 2M (%)	63,57	UMIDADE RELATIVA EM 2M (%)	79,7		

Fonte: Autora (2018)

¹ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1: Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

6. Conclusões

A elaboração do protocolo de arquivo climático das oitos cidades brasileiras estabelecidas na NBR 15220-3, permitiu a organização dos dados climáticos para a inserção dos mesmos na configuração básica meteorológica que o programa de simulação microclimática do software ENVI-met 4.0 estabelece para realizar a simulação e no qual possibilita que outros pesquisadores desenvolvam a criação de arquivos climáticos para outras épocas do ano.

Encontram-se algumas limitações no desenvolvimento do presente trabalho, ressalta-se por exemplo a dificuldade na obtenção dos dados atmosféricos, pois não se encontram disponíveis os dados para todas as cidades brasileiras, apenas algumas estações meteorológicas. Isso faz com que os dados utilizados sejam provenientes da cidade mais próxima geograficamente ou com características semelhantes como estabelece a NBR 15575-1.

Conclui-se que a elaboração de arquivos climáticos de modo sistemático, conforme documentado neste artigo científico, permite com que pesquisadores possuam o norteamento no momento de efetivar os dados climáticos na configuração climática do programa ENVI-met, pois sem eles a ineficácia e ausência dos dados reproduzem erros antes de realizar a simulação. Portanto, utilizar os dados climáticos corretamente é parte indispensável para a realização de projetos arquitetônicos e urbanísticos em conformidade com o clima local.

7. Referências

ABNT. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220 - Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.** Brasil, 2005.

ASHRAE – **AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERTATION AND AIR- CONDITIONING ENGINEERS. Fundamental Handbook.** Atlanta: ASHRAE, 2009.

ABNT. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1 Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais.** Rio de Janeiro, 2013.

ASSIS, Eleonora Sad de. **Aplicações da Climatologia urbana no planejamento da cidade: Revisão dos estudos brasileiros.** Rua, Salvador, 2006.

CARLO, J C; LAMBERTS, R. Relatório Técnico: LabEEE-200504. **Processamento de arquivo climático para simulação do desempenho térmico de edificações.** ELETROBRÁS/PROCEL, Florianópolis, SC, 2005.

CASTELO BRANCO, Lorena Burgos. **Microclima da Superquadra em Brasília.** (Dissertação de Mestrado), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UnB. Brasília, 2009

INMET. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Fundamentos das Normais Climatológicas do Brasil, 2018.** Disponível em:< <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em 18 de agosto de 2018.

LAMBERTS, R; MELO, A; SORGATO, M; SCHELLER, C; Análise de arquivos climáticos para a simulação do desempenho energético de edificações. Laboratório de eficiência energética em edificações. Florianópolis, 2015.

NAKATA, CAMILA MAYUMI; SOUZA, Léa Cristina Lucas de; FARIA, João Roberto Gomes de. **Simulação do conforto térmico do pedestre no ambiente urbano.** In: 9º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade e Interfaces HumanoTecnologia: Produtos, informações, Ambiente Construído e Transporte. Curitiba, 14 a 17 de setembro, 2009.

PROJETEE. **Projetando Edificações Energeticamente Eficiente. Dados climáticos das cidades brasileiras, 2018.** Disponível em: < <http://projeteee.mma.gov.br/>>. Acesso em 18 de agosto de 2018.

REPOSITORY OF FREE CLIMATE DATA FOR BUILDING PERFORMANCE SIMULATION. Disponível em: < <http://climate.onebuilding.org/default.html>>. Acesso 23 de novembro de 2018.

RORIZ, M. **Arquivos Climáticos de Municípios Brasileiros. ANTAC** – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Grupo de Trabalho sobre Conforto e Eficiência Energética de Edificações, 2012. Relatório Interno, disponível em: www.labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos.

SILVA, Caio Frederico e. **Caminhos Bioclimáticos. Desempenho ambiental de vias públicas na cidade de Teresina - PI.** 2009. Dissertação (mestrado – Universidade de Brasília, faculdade de Arquitetura e Urbanismo).

UNIVERSIDADE DE WYOMING. College of Engineering. Department of Atmospheric Science. Disponível em <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>. Acesso em 18 de agosto de 2018.