

TRATAMENTO DE DADOS CLIMÁTICOS DE SANTA MARIA-RS PARA ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES

Michelle Gomes Flores (1); Giane Grigoletti (2); Bruno Dalla Lana Pinto (3); Liège Garlet (4)

(1) Arquiteta, Mestre do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, mickgflores@yahoo.com.br

(2) Doutora, Professora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, ggrigoletti@gmail.com

(3) Arquiteto, Aluno especial do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, brunodlp@yahoo.com.br

(4) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, liegeg9@gmail.com

Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental – PPGEC, Centro de Tecnologia – CTLAB Sala 518, Av. Roraima 1000 – Campus Universitário, CEP: 97105-900 – Camobi – Santa Maria – RS, Tel.: (55) 3220-8837

RESUMO

A eficiência energética só pode ser atingida quando o projeto considera as especificidades do clima local. O tratamento e a disponibilização de dados climáticos para o projeto de edificações são importantes para atingir desempenho térmico e eficiência energética. O objetivo do estudo foi tratar e analisar dados climáticos para a região de Santa Maria, RS visando o projeto de edificações. Foram gerados o Ano Climático de Referência (TRY), o Ano Meteorológico Típico (TMY), a carta bioclimática, diagrama de ventos. Algumas destas sistematizações já existiam, porém para um período de oito anos. O estudo incorporou dados horários de doze anos (2002 a 2013) e atualizou o tratamento de dados. A geração dos arquivos baseou-se em bibliografia científica e metodologias que vêm sendo empregadas por grupos de pesquisa envolvidos no tema, como trabalhos desenvolvidos por Duffie e Beckmann (1980), Sattler (1989), Goulart (1993), Pereira (2004), Carlo e Lamberts (2005) e Roriz (2012). Os resultados apontam, para Santa Maria, maior desconforto por frio. A radiação solar direta é bem distribuída ao longo do ano, indicando aquecimento solar passivo, no inverno, e sombreamento, no verão. Para a ventilação natural, estratégia para o verão, deve-se privilegiar ventos a Leste. Esta pesquisa contribui para o conhecimento das diretrizes bioclimáticas que irão auxiliar os arquitetos e engenheiros em suas propostas arquitetônicas adequadas ao clima da região de Santa Maria, além da disponibilidade de arquivos climáticos para simulação termo-energética com fins de pesquisa.

Palavras-chave: dados climatológicos, arquitetura bioclimática, eficiência energética.

ABSTRACT

Energy efficiency can only be achieved when the project considers the specifics of the local climate. The treatment and the availability of weather data for building design are important to achieve thermal performance and energy efficiency. The aim was to process and analyze climatic data for the region of Santa Maria, RS aimed at building design. Were generated the Reference Climate Year (TRY), the Meteorological Typical Year (TMY), the bioclimatic chart, diagram winds. Some of these systematization already existed, but for a period of eight years. The study incorporated hourly data twelve years (2002-2013) and updated data processing. The generation of the files was based on scientific literature and methodologies that have been used by research groups involved in the issue as works developed by Duffie and Beckmann (1980), Sattler (1989), Goulart (1993), Pereira (2004) Carlo and Lamberts (2005) and Roriz (2012). The results point to Santa Maria, larger discomfort for cold. Direct sunlight is well distributed throughout the year, indicating passive solar heating in winter and shade in the summer. For natural ventilation strategy for the summer, one should focus winds to the east. This research contributes to the knowledge of bioclimatic guidelines that will assist architects and engineers in their proper architectural proposals to the climate of the Santa Maria region, and the availability of weather files for thermal energy simulation research purposes.

Keywords: climatological data, bioclimatic architecture, energy efficiency.

1. INTRODUÇÃO

A arquitetura bioclimática requer o conhecimento do clima local, sendo importante a disponibilização de dados climáticos adequados ao projeto de edificações. Esse objetivo exige tratamento de dados que transformem a grande quantidade de registros de estações meteorológicas em ferramentas aplicáveis ao projeto (RORIZ, 2012).

Em busca de soluções mais eficientes do ponto de vista energético, a climatologia passou a ser aplicada em projetos dando origem à arquitetura bioclimática (OLGYAY, 1998). A arquitetura bioclimática usa elementos favoráveis do clima local e técnicas construtivas adaptadas a ele, com o objetivo de baixar o consumo energético e melhorar o conforto dos usuários, revelando-se como um dos meios mais eficazes para reduzir o consumo de energia na edificação.

A maior dificuldade no Brasil é que grupos de dados meteorológicos sistematizados para fins de projeto de edificações estão disponíveis para um número limitado de localidades. Além disso, são dados inadequados, uma vez que esses dados são usados para estudos em planejamento agrícola e não para projetos de edificações (PEREIRA et al., 2004). Estas limitações precisam de ajustes e requerem um tratamento de qualidade dos dados e métodos que transformem essa grande quantidade de registros em ferramentas práticas de trabalho.

Estudos anteriores encabeçados Goulart (1993), Pereira (2004), Carlo e Lamberts (2005) e Roriz (2012) contribuem para esse objetivo. No entanto, os métodos adotados pelos autores estão dispersos em vários documentos, o que pode dificultar sua ampla divulgação e aplicação.

Entre outras finalidades, os arquivos climáticos são necessários, como base para os programas computacionais voltados para análises térmicas, cada vez mais utilizadas no desenvolvimento de projetos, permitindo a verificação de elementos construtivos e analisando diferentes alternativas que melhorem a eficiência energética da edificação. Um dos programas que atualmente vem sendo muito utilizado e recomendado pela NBR15575-1 (ABNT, 2013) é o *EnergyPlus*, desenvolvido pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos, que possibilita a modelagem dos sistemas de uso de energia e água das edificações.

Neste contexto, pretende-se a sistematização de dados climáticos para a cidade de Santa Maria- RS, complementando uma base de informações fundamentais para o projeto bioclimático. Dentre os variados métodos de análises climáticas existentes, foram escolhidos o Ano Climático de Referência (em inglês, *Test Reference Year* - TRY), a Carta Bioclimática de Givoni (1992) gerada pelo programa *AnalisisBio*, a sistematização dos dados de velocidade do ar segundo médias mensais de intensidade e direção e a formatação dos dados para gerar arquivos climáticos compatíveis com o programa *EnergyPlus*.

A importância dessa pesquisa está na compilação dos arquivos climáticos em formatos de consulta e para o uso de programas computacionais, como *EnergyPlus* e *AnalisisBio*, e o conhecimento das diretrizes bioclimáticas por arquitetos e engenheiros que irão desenvolver projetos adequados ao clima contribuindo pela melhor eficiência energética.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste artigo é fazer o tratamento dos dados climáticos de Santa Maria- RS e gerar a carta bioclimática e o diagrama de ventos da cidade, para que se possam conhecer as diretrizes de projeto adequadas ao clima.

3. MÉTODO

3.1. Fonte de dados

Os dados levantados para este trabalho foram registrados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e coletados na estação automática da cidade de Santa Maria-RS, situada no campus de Camobi da UFSM, iniciada em janeiro de 1912, com altitude de 95m, latitude de -29,7° e longitude de -53,7°. Foram coletados dados, medidos de hora em hora, a partir de 1° de janeiro de 2002 a 31 de dezembro de 2013.

As variáveis horárias oriundas dessa estação são: temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de ponto de orvalho, umidade relativa (UR), radiação solar global, pressão atmosférica, velocidade e direção dos ventos e precipitação. Os dados disponibilizados pela estação são dados brutos e as informações estão em horário UTC, ou seja, para o horário oficial de Brasília, é necessário subtrair 3 horas.

As informações disponibilizadas possuem algumas limitações. É comum haver distorções em registros de dados históricos, possivelmente em função de problemas nos sensores ou sinal de satélite e também de falhas humanas. Falhas decorrentes de problemas (pane) nos sensores ou sinal de satélite estão identificadas

pela palavra *NULL*. E, colunas referentes à Radiação ficam em branco nos horários em que não há radiação.

Além de alguns dados nulos durante todo o período, também se observa a falta de equipamento para medição de algumas variáveis, como por exemplo, a ausência da temperatura de bulbo úmido, além dos parâmetros de radiação solar (radiação direta normal, radiação difusa horizontal, radiação extraterrestre global e radiação extraterrestre direta normal), o que gerou lacunas sem registro nos arquivos que foram calculados conforme as equações obtidas em Duffie e Beckmann (1991). Para correção dessas limitações foram utilizadas metodologias para controle de qualidade dos dados e em seguida tratamento dos dados para gerar aqueles não registrados na estação.

3.2. Tratamento dos dados

Foram convertidas algumas unidades de medida para adequar os dados às unidades do arquivo climático final, das variáveis, pressão atmosférica e radiação solar. A primeira, originalmente em hecto Pascal (hPa), foi convertida para Pascal (Pa), e a segunda, convertida de kilo Joule por metro quadrado (kJ/m²) para watt-hora por metro quadrado (Wh/m²) conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Tabela de conversão das unidades de medida.

Pressão Atmosférica		Radiação Solar	
hPa	Pa	kJ/m ²	Wh/m ²
1	100	1	0,278

Para a série histórica dos dados, foi realizada uma inspeção visual em busca dos dados com problemas. Com o auxílio de uma planilha eletrônica foram eliminados e verificados os dados ausentes (ver Tabela 2). Quando o intervalo de dados ausentes era maior que cinco horas, foi necessária a análise de dias anteriores e posteriores a este, de tal forma a completar os dados faltantes pelos referentes de mesmo horário e que seguiam a mesma tendência das variações. Já para períodos maiores, foi preferível adotar os dados de outro ano semelhante ao ano que apresentava as lacunas. Na situação em que as lacunas encontradas se estendem por vários dias consecutivos, os tratamentos foram considerados ineficientes, e os meses em questão foram descartados da compilação dos arquivos climáticos. O mês de julho de 2011 foi descartado, pois todo o mês estava com dados nulos.

Tabela 2 – Dados nulos selecionados para o tratamento.

	21:00	22:00	23:00	24:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00
02-MAI-2002	16,3	16,2	16,9	16,4	16,2	16,2	15,7	15,5	15,6	15,7
03-MAI-2002	15,6	14,8	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	13,3
04-MAI-2002	15,7	14,8	14,1	13,7	13,6	12,8	12,6	12,1	11,8	11,3
.....										
14-MAI-2002	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
15-MAI-2002	24,5	26,7	26,4	29,5	29,1	29,3	28,8	28,3	27,8	27,9

Ano Climático de Referência e Ano Meteorológico Típico

O *EnergyPlus* e o *DesignBuilder* adotam informações horárias para um ano. Os formatos mais adequados para simulação são o TRY e o TMY2 (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014). Para a construção do TRY, os anos que apresentam temperaturas médias mensais extremas (altas e baixas) são descartados até que reste um ano considerado representativo do período (GOULART, 1993; FERREIRA, 2006). O TMY2 consiste em 12 meses restantes dessa eliminação, diferente do TRY, que desconsidera o ano inteiro, não sendo um ano real e sim 12 meses de anos diferentes.

Para simulações com o programa *EnergyPlus*, é necessário tratar e compilar o arquivo climático TRY ou TMY2 para o formato *EnergyPlusWeather File* (EPW). Esse formato consiste em dados tais como temperaturas de bulbo seco (°C), temperatura de ponto de orvalho (°C), umidade relativa (%), pressão atmosférica (Pa), radiação solar (global, direta, difusa e infravermelha, expressa em Wh/m²), iluminância

(global, direta e do zênite, expressa em lux), direção do vento (graus), velocidade do vento (m/s), cobertura total do céu (em décimos), visibilidade (km) e precipitação (mm) (PEREIRA, 2004).

A partir dos dados cedidos pelo INMET o Ano Climático de referência para Santa Maria foi determinado para o período entre 2002 e 2013. As médias mensais desses anos são representadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Temperaturas médias mensais com o mês descartado em azul.

T (°C)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2002	24,7	23,0	25,2	19,7	18,2	13,8	13,3	16,2	16,3	20,5	21,8	23,5
2003	24,9	24,8	22,2	18,6	16,6	15,7	13,6	13,4	15,8	19,8	21,2	21,4
2004	24,4	22,9	22,2	21,0	14,2	15,4	13,2	15,0	18,0	18,1	20,6	23,2
2005	25,3	23,7	23,2	18,8	17,6	17,7	15,1	16,6	14,3	17,9	21,7	22,8
2006	25,0	23,8	22,7	18,8	13,9	15,0	16,5	14,5	15,2	20,2	20,7	24,9
2007	24,2	24,1	23,6	20,6	14,2	13,9	11,0	13,1	18,7	20,2	20,3	23,4
2008	23,7	23,2	22,4	18,1	15,6	11,8	15,9	14,4	15,0	18,7	22,2	23,4
2009	23,1	23,8	22,2	19,1	16,5	11,8	10,5	16,2	15,8	18,4	22,8	23,5
2010	24,2	25,5	23,3	19,0	15,6	14,1	13,3	13,8	16,5	17,7	20,3	23,3
2011	25,4	24,0	22,0	19,2	15,3	14,1		15,4	16,5	19,0	22,1	23,0
2012	25,3	25,9	22,6	18,5	17,5	14,3	12,8	19,3	17,5	20,4	23,3	24,7
2013	23,4	23,6	20,6	19,2	15,4	13,5	13,5	13,2	17,4	19,3	22,5	25,2

De acordo com metodologia já descrita, para a determinação do ano climático, foi realizada uma sequência de meses com médias extremas. A Tabela 4 mostra a classificação dos anos de acordo com a metodologia.

Tabela 4 – Sequência dos meses em ordem de importância para o cálculo.

Mês	Ano	T (°C)	Mês	Ano	T (°C)
Fev mais quente	2012	25,9	Fev mais frio	2004	22,9
Jul mais frio	2009	10,5	Jul mais quente	2006	16,5
Jan mais quente	2011	25,4	Jan mais frio	2009	23,1
jun mais frio	2009/2008	11,8	jun mais quente	2005	17,7
Mar mais quente	2002	25,2	Mar mais frio	2009	22,2
Ago mais frio	2007	13,1	Ago mais quente	2005	16,6
Dez mais quente	2013	25,2	Dez mais frio	2005	22,8
Mai mais frio	2006	13,9	Mai mais quente	2002	18,2
Nov mais quente	2012	23,3	Nov mais frio	2007	20,3
Set mais frio	2005	14,3	Set mais quente	2007	18,7
Abr mais quente	2004	21	Abr mais frio	2008	18,1
Out mais frio	2010	17,7	Out mais quente	2002	20,5

Os anos extremos foram anotados: 2002, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 e 2013; com isso neste período de ano, o Ano Climático de Referência é o ano de 2003, conforme Tabela 5.

Para o período de anos disponível, o TRY é representado pelo ano de 2003, conforme indicado na Tabela 5 (linha em destaque). O TRY deste trabalho coincidiu com o mesmo ano já encontrado por Roriz (2012) que aplicou o método para o período entre 2002 e 2010. Esse resultado pode demonstrar a estabilidade do comportamento climático dos intervalos de anos estudados.

Tabela 5: Ano Climático de Referência (em verde), médias mais quentes (em vermelho) e médias mais frias (em amarelo).

T (°C)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2002	24,7	23,0	25,2	19,7	18,2	14,6	13,6	16,2	16,3	20,5	21,8	23,5
2003	24,9	24,8	22,2	18,6	16,6	15,7	13,6	13,4	15,8	19,8	21,2	21,4
2004	24,4	22,9	22,2	21,0	14,2	15,4	13,2	15,0	18,0	18,1	20,6	23,2
2005	25,3	23,7	23,2	18,8	17,9	17,7	15,1	16,6	14,3	17,9	21,7	22,8
2006	25,0	23,8	22,7	18,8	13,5	15,0	16,5	14,5	15,2	20,2	20,7	24,9
2007	24,2	24,1	23,6	20,6	14,2	13,9	11,0	13,1	18,7	20,2	20,3	23,4
2008	23,7	23,2	22,4	18,1	15,6	11,8	15,9	14,4	15,0	18,7	22,2	23,4
2009	23,1	23,8	22,2	19,1	16,5	11,8	10,5	16,2	15,8	18,4	22,8	23,5
2010	24,2	25,5	23,3	19,0	15,6	14,1	13,3	13,8	16,5	17,7	20,3	23,3
2011	25,4	24,0	22,0	19,2	15,3	14,1		15,4	16,5	19,0	22,1	23,0
2012	25,3	25,9	22,6	18,5	17,5	14,3	12,8	19,3	17,5	20,4	23,3	24,7
2013	23,4	23,6	20,6	19,2	15,4	13,5	13,5	13,2	17,4	19,3	22,5	25,2

A Tabela 6 apresenta os meses que compuseram o TMY2 para Santa Maria a partir do período de anos disponível para sua construção.

Tabela6 – Meses representativos para formação do TMY2

MÊS	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
TMY	2004	2005	2012	2010	2009	2002	2010	2006	2002	2011	2005	2010

3.3. Formatação de dados para tabelas de referência e organização dos dados

Os arquivos climáticos das estações meteorológicas apresentam formatos distintos. Para organizar os dados nos formatos reconhecidos pelos programas de eficiência energética, foram utilizadas planilhas eletrônicas fornecidas pelo Laboratório de Tecnologias em Conforto Ambiental e Eficiência Energética da Universidade Federal de Viçosa (LATECAE).

As planilhas se encontram em formato para extensão .csv que é voltado para consulta de dados e utilizado nos softwares AnalysisBio e Analysis Sol -Ar e .epw que é o formato compatível com o programa Energy Plus. A Tabela 8 mostra a ordem do arquivo, com os parâmetros considerados como requisito mínimo.

Tabela 7: Tabela de referência para os arquivos de extensão .epw.

Date	HH:MM	Datasource	DryBulb {°C}	DewPoint {°C}	RelHum {%}
Date	HH:MM	Datasource	Dry Bulb Temperature {°C}	Dew Point Temperature {°C}	Relative Humidity {%}
AtmosPressure {Pa}	ExtHorzRad {Wh/m ² }		GloHorzRad {Wh/m ² }		DirNormRad {Wh/m ² }
Atmospheric Pressure {Pa}	Extraterrestrial Horizontal Radiation {Wh/m ² }		Global Horizontal Radiation {Wh/m ² }		Direct Normal Radiation {Wh/m ² }
DifHorzRad {Wh/m ² }		WindDir {deg}	WindSpd {m/s}	PrecipWtr {mm}	
Diffuse Horizontal Radiation {Wh/m ² }		Wind Direction {deg}	Wind Speed {m/s}	Precipitable Water {mm}	

4. RESULTADOS

4.1. Carta Bioclimática

A carta bioclimática foi gerada para os dois arquivos TRY e TMY2. A Tabela 8 apresenta os resultados para TRY e TMY2 e a figura 5, as suas cartas bioclimáticas. O desconforto está presente em cerca de 70% das horas do ano, sendo as principais estratégias a ventilação e inércia térmica para resfriamento (verão) e aquecimento solar passivo e inércia térmica (inverno).

A carta bioclimática mostrada nas Figuras 1 e 2, com os dados de temperatura e umidade relativa do ar, indica desconforto em 71,5% das horas do ano: 51,2% por frio e 20,3% por calor. As estratégias mais indicadas são inércia térmica com aquecimento solar (29,4% do ano), aquecimento solar passivo (13% do ano), aquecimento artificial (8,86% do ano) para o inverno e para o verão a ventilação natural (18,4% do ano), conforme Tabela 7.

Tabela 8 – Relatório geral das estratégias do TRY para Santa Maria.

Conforto		TRY	TMY2
		28,5%	30,6%
Desconforto		71,5%	69,4%
	Calor	20,3%	20,3%
	Ventilação	18,4%	18,4%
	Alta Inércia p/ Resfriamento	0,59%	0,74%
	Resfr. Evaporativo	0,56%	0,70%
	Ar Condicionado	0,58%	0,55%
	Frio	51,26%	49,1%
	Aquecimento Solar/Inércia térmica	29,4%	27,1%
	Aquecimento Solar Passivo	13%	11,5%
	Aquecimento Artificial	8,86%	10,5%
	Umidificação	0%	0%

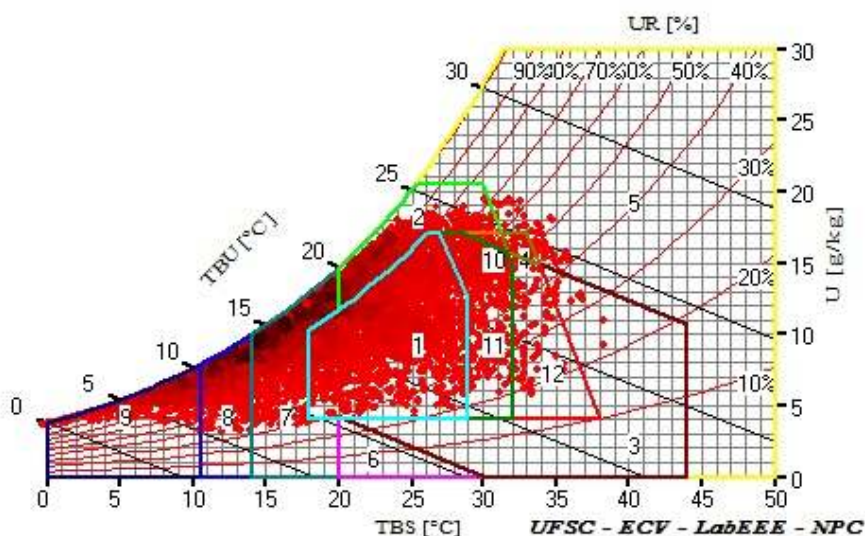


Figura 1 – Cartas bioclimáticas para TRY.

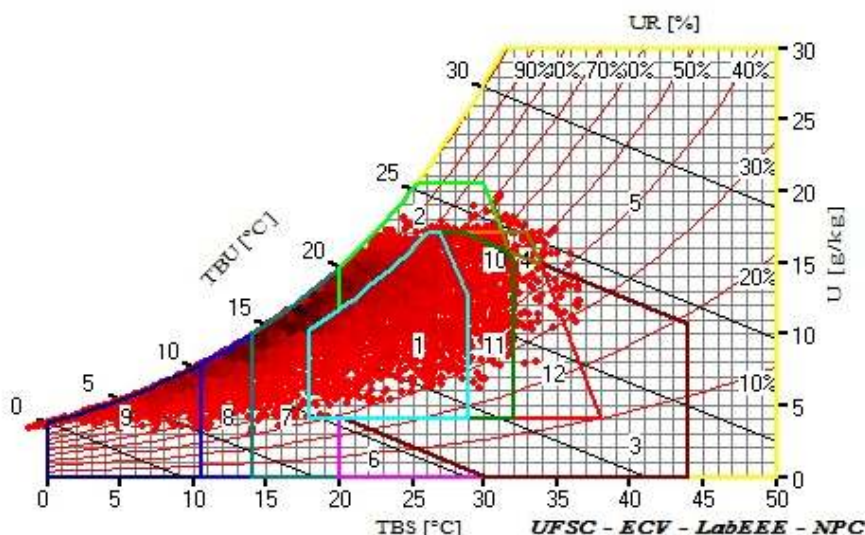


Figura 2 – Cartas bioclimáticas para TMY2.

As Figuras 1 e 2 demonstram a concentração dos pontos para UR acima dos 30%, com forte concentração à medida que se aproxima de valores mais altos para UR, nota-se também concentração dos pontos em temperaturas inferiores a 28°C.

4.2. Análises dos ventos

Com a finalidade de caracterizar melhor o comportamento dos ventos em Santa Maria, foi necessário associar a velocidade com a direção dos ventos, para isso, utilizou-se o programa Analysis SOL-AR elaborado pelo LABEEEE/UFSC. Na Figura 3, o TRY e o TMY2 também permitem a análise dos ventos, a velocidade em m/s distribui-se em oito direções (N, NE, L, SE, S, SO, O, NO), em uma escala de dez faixas, analisadas pelas estações do ano (primavera, verão, outono e inverno), observando-se a maior velocidade ocorrendo no inverno, na direção Norte. A frequência em porcentagem também dividida em dez faixas, distribuídas em oito direções e analisadas pelas orientações, percebe-se que a maior frequência de velocidade é para Leste em todas as orientações.

Observa-se que a maior velocidade ocorre no inverno na direção norte, com mais de 4m/s, e a menor velocidade ocorre nas fachadas oeste e sudeste, com menos de 2m/s. Já no verão, as principais orientações para captação de ventos são Leste e Sudeste, sendo importante prever aberturas nessas fachadas para usufruir de brisas frescas.

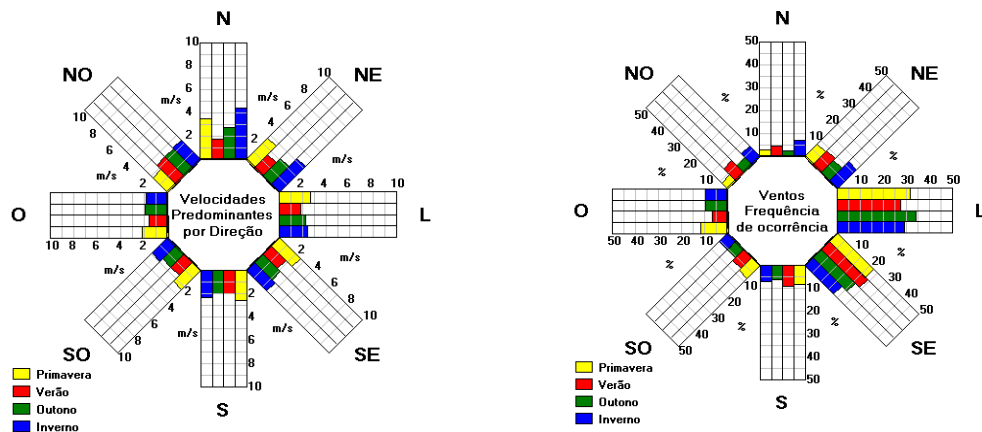


Diagrama para TRY

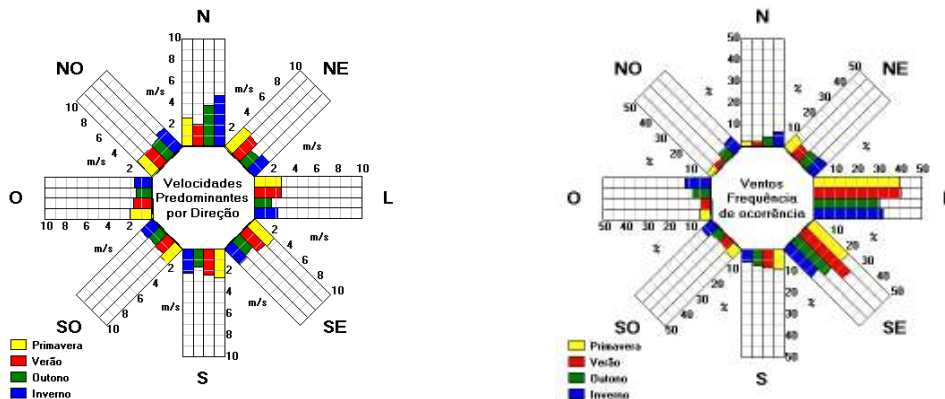


Diagrama para TMY2

Figura 3 – Velocidades predominantes e frequências por direção e por estações do ano

5. CONCLUSÕES

Devido às dificuldades encontradas na coleta dos dados climáticos, foi necessária a adequação dos dados às características do estudo e uma série de tratamentos para dados espúrios. Partindo dos dados cedidos pelo INMET, o Ano Climático de Referência para Santa Maria- RS foi determinado para o período entre 2002 e 2013. Houve a necessidade também, de revisar os dados e convertê-los segundo os diferentes usos, resultando na extensão .csv e um de extensão .epw para simulação energética no *Energy Plus*.

Os arquivos TRY e TMY2 ficaram com dados bastante próximos o que reforça sua coerência. De acordo com o TMY2, as tardes apresentam maior radiação solar que as manhãs, indicando que orientações para captação desse recurso devem ser a norte e noroeste e a maior frequência de temperaturas corresponde ao intervalo de 18°C e 22°C.

O TRY gerado neste estudo coincidiu com o mesmo ano achado por Roriz (2012), porém em um período compreendido entre 2002 e 2010, ou seja, para o intervalo de 8 anos. Assim, o ano de 2003 mantém-se sendo a época sem extremos para a cidade de Santa Maria. Esse resultado pode demonstrar a estabilidade do comportamento climático dos intervalos de anos estudados. A comparação dos arquivos TRY-INMET, TMY2 e demonstram curvas muito semelhantes tanto para temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar e radiação global horizontal.

Foi possível observar, a importância da climatologia aplicada à arquitetura, condições que por meio

das estratégias bioclimáticas, geradas pela carta bioclimática, ficam mais simples de serem utilizadas. Com o tratamento dos dados climáticos para a cidade de Santa Maria, proposto nesse trabalho, é possível complementar uma base de informações fundamentais para o projeto bioclimático, gerando um banco de dados com fácil acesso, além de arquivos climáticos compatíveis com programas como o Energy Plus e uma análise mais profunda dos ventos na cidade com o diagrama de ventos gerado pelo software Analysis SOL-AR. Com isso, a grande importância dessa pesquisa está no conhecimento de diretrizes bioclimáticas e arquivos formatados para simulação energética para auxiliar os arquitetos e engenheiros em suas propostas arquitetônicas adequadas ao clima contribuindo pela melhor eficiência energética.

REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220-3 – Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. 30p.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575-1 - Edificações Habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- CARLO, J; LAMBERTS, R. **Processamento de Arquivos Climáticos para Simulação do Desempenho Energético de Edificações**. In: ARQUIVOS Climáticos. Florianópolis: UFSC/LabEEE. 2005. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos>>. Acesso em: 20 jan. 2012.
- DUFFIE, J.A.; BECKMANN, W.A. **Solar Engineering of Thermal Processes**. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1980.
- DUFFIE, J.A.; BECKMANN, W.A. **Solar Engineering of Thermal Processes**(2nd., chapter 5.7., p.231). New York: John Wiley, 1991.
- FERREIRA, F. C. **Procedimento de avaliação de conforto ambiental e eficiência energética aplicado a um caso típico da Rede Estadual de Escolas Públicas de Minas Gerais**. 2006. 256 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura)–Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
- GIVONI, B. **Climate considerations in building and urban design**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1998.
- GIVONI, B. **Comfort, climate analysis and building design guidelines**. Energy and Building. Vol.1, pp. 11-23.1992.
- GOULART, S. V. G. **Dados Climáticos para Avaliação de Desempenho Térmico de Edificações em Florianópolis**. 1993.124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.
- LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA EM EDIFICAÇÕES. ANALYSIS-BIO. Versão 2.1. Florianópolis: UFSC, 2006. Programa para a adequação climática local de edificações. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/downloads/software/analysis-bio>>. Acesso em: 6 dez. 2013.
- LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA EM EDIFICAÇÕES. ANALYSIS-SOL-AR. Florianópolis: UFSC, 2012. Programa que confecciona cartas solares para qualquer latitude e rosa dos ventos para as cidades que possuem arquivo climático horário. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/downloads/software/analysis-sol-ar>>. Acesso em: 15 set. 2013.
- LAMBERTS, R. ; DUTRA, L. ; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. [3. ed]. Rio de Janeiro, 2014.
- MASCARÓ, J.; MASCARÓ, L. **Incidência das Variáveis Projetivas e de Construção no Consumo Energético dos Edifícios**. Porto Alegre: Sagra - DC Luzzatto, 1992.
- OLGYAY, V. **Arquitetura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. 3°. ed. Barcelona : G. Gili, 1998. 203 p.
- PEREIRA, I; ALVES, T; PINHEIRO, R; ASSIS, E. Metodologia de Tratamento de Dados Climáticos para Inserção em Softwares de Simulação Energética de Edifícios. In: I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, 2004, **Anais...** São Paulo, clACS- ENTAC 2004. CD-ROM.
- PEREIRA, I. **Novas metodologias para simulação energética de edificações: Estudo de Caso**. 2004. 174p. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)–Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.
- RORIZ, M. **Uma proposta de revisão do zoneamento bioclimático brasileiro**. ANTAC. São Carlos, 2012.
- SATTLER, M. **Dias típicos para o projeto térmico de edificações em Porto Alegre**. Porto Alegre: CIENTEC, 1989. 38 p.
- STAMPER, E. *Weather data*. ASHARAE Journal. February. 1977, pp.47.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à CAPES, pelo apoio recebido.