

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

ROGERIO SHIBATA

**IDENTIFICAÇÃO DA ILHA DE CALOR NA REGIÃO CENTRAL DE
CURITIBA E SEU IMPACTO NA ADOÇÃO DE ESTRATÉGIAS
PROJETUAIS**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2015

ROGERIO SHIBATA

**IDENTIFICAÇÃO DA ILHA DE CALOR NA REGIÃO CENTRAL DE
CURITIBA E SEU IMPACTO NA ADOÇÃO DE ESTRATÉGIAS
PROJETUAIS**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Construções Sustentáveis, do Curso de Especialização em Construções Sustentáveis da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Profº. Dr. Aloísio Leoni Schmid

Co-orientadora: MS. Paula Domingos Fraiz
Moraes

CURITIBA

2015

FOLHA DE APROVAÇÃO

IDENTIFICAÇÃO DA ILHA DE CALOR NA REGIÃO CENTRAL DE CURITIBA E SEU IMPACTO NA ADOÇÃO DE ESTRATÉGIAS PROJETUAIS

Por

Rogério Shibata

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Construções Sustentáveis, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, defendido e aprovado em 06 de novembro de 2015, pela seguinte banca de avaliação:

Prof. Orientador – Aloísio Leoni Schmid, Dr.
UTFPR

Prof. José Alberto Cerri, Dr.
UTFPR

Prof. Jair Urbanetz Jr., Dr.
UTFPR

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos colegas de curso com quem compartilhei, durante o período de nossa especialização, aprendizados, experiências, conflitos e momentos diversos.

Ao Sistema Meteorológico do Paraná – Simepar – pelos dados que ajudaram no desenvolvimento do trabalho.

Ao Profº. Luiz Eduardo Lazinsky, pelas dicas que auxiliaram em minhas medições, pelos dados climatológicos diários e pelas rápidas conversas nas quais pude aprender um pouco de sua experiência acumulada dos anos de trabalho a frente do Instituto Nacional de Meteorologia do Paraná – Inmet.

Ao meu orientador Profº. Dr. Aloísio Leoni Schmid por acreditar e auxiliar na estruturação de minha proposta de pesquisa.

Ao pequeno Francisco, por aceitar minha ausência durante seu primeiro ano de vida, demonstrando um amor maior a cada sorriso.

À Paula, quem mais me incentivou a embarcar neste projeto de amadurecimento profissional e pessoal. Que não mediu esforços para que eu seguisse tranquilo até o final, dando todo o suporte possível disponibilizando seu tempo, experiência, aprendizado e amor até o encerramento desta monografia.

RESUMO

SHIBATA, Rogerio. **Identificação da ilha de calor na região central de Curitiba e seu impacto nas estratégias projetuais.** Monografia de Especialização em Construções Sustentáveis da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

A busca pelas condições ideais de bem estar do usuário em uma edificação exige não apenas o conhecimento dos programas e atividades a serem desenvolvidas no espaço mas principalmente, o entendimento da interação de um conjunto complexo de fatores. Segundo González (2004, p.232) estes poderiam ser agrupados em parâmetros geográficos, climáticos, pessoais e de espaço interior. A pesquisa tem foco no estudo destes parâmetros com ênfase nos dois primeiros grupos, buscando quantificar, dentro de um curto intervalo de tempo (utilizado como referência propositiva), o fenômeno conhecido como ilha de calor dentro da região central de Curitiba indicando o seu impacto na definição de estratégias a serem aplicadas na fase de concepção dos projetos de arquitetura. Foram instalados aparelhos para levantamento em campo de dados microclimáticos de dois pontos diferentes nos bairros São Francisco e Água Verde os quais foram trabalhados afim de fornecer os dados necessários à construção de diagramas bioclimáticos para cada um dos dois lotes. A partir da comparação destes diagramas com aqueles elaborados com os dados de institutos meteorológicos oficiais encontrou-se uma variação de temperatura capaz de influenciar a adoção de estratégias bioclimáticas recomendadas. Por exemplo, o tempo de permanência dentro da zona de conforto definida que aumenta consideravelmente.

Palavras-chave: Ilhas de calor; Clima urbano; Desenvolvimento sustentável; Estratégias projetuais bioclimáticas.

ABSTRACT

SHIBATA, Rogerio. **Identification of a heat island in the central region of Curitiba and its impact in the architectural project strategies**. 2015. Dissertation Paper (Sustainable Constructions Specialization) – Technology Post Graduation Program, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

The search for ideal wellbeing conditions for the user within a building requires not only the knowledge of the programs and activities to be developed within the space but most importantly, the understanding of the interaction of a complex group of factors. According to González (2004, p.232) they could be grouped in geographic, climatologic, personal and internal space parameters. The research focuses on the study of these with emphasis in the first two groups, seeking to quantify, within a short space interval (utilised as proposed reference) the phenomenon known as heat island within the central region of Curitiba indicating its impact in the definition of strategies to be applied at the conceptual phase of architectural projects. Monitoring devices to collect microclimatic data fields were installed in two different locations in the neighbourhoods of São Francisco and Água Verde which were set up aiming to provide the necessary data to the construction of bioclimatic diagrams for each of the two sites. From the comparison between these diagrams to the ones constructed using the data from official meteorology institutes, a variation in temperature capable of influencing the adoption of recommended bioclimatic strategies. For example, the time of permanency within the defined comfort zone which increases considerably.

Key Words: Heat Islands; Urban Climate; Sustainable Development; Bioclimatic Architectural Project Strategies

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – PERFIL ESQUEMÁTICO DE ICS	11
FIGURA 2 – CARACTERÍSTICAS URBANAS IMPORTANTES PARA FORMAÇÃO DE ICS	14
FIGURA 3 – DADOS ANUAIS APLICADAS AO DIAGRAMA DE OLGYAY.....	22
FIGURA 4 – DADOS DE VERÃO APLICADAS AO DIAGRAMA DE OLGYAY	22
FIGURA 5 – DADOS DE INVERNO APLICADAS AO DIAGRAMA DE OLGYAY.....	23
FIGURA 6 – GRÁFICO DE ISOPLETAS PARA A CIDADE DE CURITIBA	24
FIGURA 7 – GRÁFICO PSICOMÉTRICO DE CURITIBA ADAPTADO PELO AUTOR DA BASE APRESENTADA POR GONZÁLEZ (2004)	25
FIGURA 8 – FOTO AÉREA BAIRRO JARDIM DAS AMÉRICAS, SIMEPAR ESTAÇÃO CENTRO POLITÉCNICO/ UFPR – CURITIBA	28
FIGURA 9 – FOTO AÉREA BAIRRO SÃO FRANCISCO – CURITIBA.....	29
FIGURA 10 – TERMÔMETRO ICEL MODELO TD-890 E LOCAL DE INSTALAÇÃO NO BAIRRO SÃO FRANCISCO	30
FIGURA 11 – FOTO AÉREA BAIRRO ÁGUA VERDE – CURITIBA.....	31
FIGURA 12 – HIGRO-TERMÔMETRO INCOTERM MOD. 7666 E LOCAL DE INSTALAÇÃO NO BAIRRO ÁGUA VERDE	32
FIGURA 13 – ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO	33
FIGURA 14 – DISTÂNCIAS ENTRE OS PONTOS DE LEVANTAMENTO DE DADOS.....	34
FIGURA 15 – GRÁFICO COMPARATIVO DE TEMPERATURAS (°C) REGISTRADAS NAS ESTAÇÕES SIMEPAR – CENTRO POLITÉCNICO/ PINHAIS.....	35
FIGURA 16 – GRÁFICO COMPARATIVO DAS UMIDADES RELATIVAS (%) REGISTRADAS NAS ESTAÇÕES SIMEPAR – CENTRO POLITÉCNICO/ PINHAIS.....	36
FIGURA 17 – ENTORNO ESTAÇÕES SIMEPAR – CENTRO POLITÉCNICO E PINHAIS	37
FIGURA 18 – GRÁFICO DE TEMPERATURAS (°C) LEVANTADAS NA REGIÃO CENTRAL E DADOS INMET-CENTRO POLITÉCNICO (21.JUL – 12.AGO)	38

FIGURA 19 – DADOS DE TEMPERATURA EM BULBO SECO E ÚMIDO (°C) LEVANTADOS NA RUA PORTUGAL COMPARADOS AOS DADOS INMET-CENTRO POLITÉCNICO (21.JUL – 13.AGO).....	39
FIGURA 20 – RECORTE DE DADOS DE BULBO SECO E ÚMIDO LEVANTADOS NA RUA PORTUGAL COMPARADOS AOS DADOS INMET-CENTRO POLITÉCNICO (27.JUL – 30.JUL).....	40
FIGURA 21– GRÁFICO PSICOMÉTRICO DE CURITIBA COM IDENTIFICAÇÃO DAS TEMPERATURAS LEVANTADAS NA REGIÃO CENTRAL, DADOS DA SIMEPAR E INMET	42

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÉDIAS DIÁRIAS REGISTRADAS PELO SIMEPAR – CENTRO POLITÉCNICO/ UFPR	17
TABELA 2 – MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS MENSAIS REGISTRADAS PELO SIMEPAR – CENTRO POLITÉCNICO/ UFPR	17
TABELA 3 – MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS MENSAIS REGISTRADAS PELO SIMEPAR – CENTRO POLITÉCNICO/ UFPR	18
TABELA 4 – MÉDIAS MENSAL DA UMIDADE RELATIVA DIÁRIA REGISTRADAS PELO SIMEPAR – CENTRO POLITÉCNICO/ UFPR	18
TABELA 5 – UMIDADES MÁXIMAS MENSAIS REGISTRADAS PELO SIMEPAR – CENTRO POLITÉCNICO/ UFPR	19
TABELA 6 – UMIDADES MÍNIMAS MENSAIS REGISTRADAS PELO SIMEPAR – CENTRO POLITÉCNICO/ UFPR	19
TABELA 7 – TABELA COM A MÉDIA DOS DADOS MENSAIS REGISTRADOS PELO SIMEPAR – CENTRO POLITÉCNICO/ UFPR	20
TABELA 8 – MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÉDIAS DIÁRIAS REGISTRADAS PELO SIMEPAR – PINHAIS	48
TABELA 9 – MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS MENSAIS REGISTRADAS PELO SIMEPAR – PINHAIS	48
TABELA 10 – MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS MENSAIS REGISTRADAS PELO SIMEPAR – PINHAIS	49
TABELA 11 – MÉDIAS MENSAL DA UMIDADE RELATIVA DIÁRIA REGISTRADAS PELO SIMEPAR – PINHAIS	49
TABELA 12 – UMIDADES MÁXIMAS MENSAIS REGISTRADAS PELO SIMEPAR – PINHAIS	50
TABELA 13 – UMIDADES MÍNIMAS MENSAIS REGISTRADAS PELO SIMEPAR – PINHAIS	50
TABELA 14 – TABELA COM A MÉDIA DOS DADOS MENSAIS REGISTRADOS PELO SIMEPAR – PINHAIS	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVO	11
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
4	METODOLOGIA	16
4.1	ESTUDO DAS CONDIÇÕES IDEAIS DE BEM ESTAR.....	16
4.1.1	Dados meteorológicos	16
4.1.2	Representações gráficas	21
4.2	COLETA DOS DADOS LOCAIS.....	27
4.2.1	Institutos de meteorologia.....	27
4.2.2	Bairro São Francisco.....	28
4.2.3	Bairro Água Verde.....	31
5	A ILHA DE CALOR NA REGIÃO CENTRAL.....	33
5.1	CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA NA CIDADE	33
5.2	DADOS LEVANTADOS NA REGIÃO CENTRAL DE CURITIBA.....	37
5.3	APLICAÇÃO PRÁTICA DOS RESULTADOS	41
6	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS	45
	APÊNDICES	48

1 INTRODUÇÃO

O homem na natureza, a modifica, constrói novas condições de vida. A natureza é dinâmica, o que se deve, também, à atividade humana. Não existem mais ecossistemas naturais que não estejam, de algum modo, modificados pelo homem. É importante não ver a natureza isolada das variações produzidas pela ação humana. (LOMBARDO, 1985, p.17).

As modificações citadas por Lombardo, veiculadas quase que diariamente em nossos noticiários e os efeitos oriundos destas, com destaque para as alterações climáticas, como tema cada vez mais frequente em congressos especializados, têm ganhado dia a dia a atenção de uma parcela crescente de nossa sociedade.

Sem se deter no debate pela busca das causas e consequências globais, a pesquisa tem o intuito de demonstrar, em termos práticos a partir de levantamento de dados atuais, a existência de variações dentro do microclima urbano da área central de Curitiba, efeito conhecido por ilhas de calor (ICs), e como estas podem impactar sobre as tomadas de decisões iniciais no desenvolvimento do projeto de arquitetura.

A crescente preocupação do consumidor final com os aspectos ambientais que o cercam, aliada a atual crise que agrava a cada dia a situação do mercado imobiliário tem feito as incorporadoras buscarem novas alternativas que diferenciem seus lançamentos, visando a maior liquidez dos produtos ofertados.

Neste contexto, a simples opção por empreendimentos diferenciados nas suas áreas comuns, com a oferta de clubes ou outros ambientes de serviço e convívio munidos de sofisticados projetos de interiores já não têm se mostrado como um forte argumento de venda para este novo público, fazendo crescer a procura por construções que tragam também algum tipo de retorno ao comprador.

Neste contexto, a busca por profissionais capazes de incluir em seus projetos decisões que tragam eficiência ao produto, sem entretanto reduzir o retorno financeiro de seus contratantes, parece essencial. Desta maneira o profundo conhecimento do escopo e programa deverá estar alinhado, na mesma proporção de relevância, ao domínio sobre o local onde a edificação está sendo proposta.

2 OBJETIVO

O trabalho busca identificar e aplicar, de forma exploratória ao contexto da cidade, alguns métodos de elaboração de diagramas bioclimáticos.

Estes são comumente utilizados para recomendação de estratégias projetuais a serem previstas nas fases de concepção das edificações. As análises em geral são feitas com o intuito de reduzir os gastos na operação das construções já que auxiliam o profissional na correta previsão de soluções de controle climático.

Considerando a análise de gráficos embasados nos dados de institutos oficiais, assim como o uso da edificação, busca-se demonstrar quais seriam as recomendações para se atingir de forma passiva a sensação de bem estar comum a maior parte dos usuários de determinada tipologia.

Os resultados obtidos, a partir da aplicação de dados fornecidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná (Simepar), e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet-PR) foram confrontados com aqueles extraídos de levantamentos realizados nos bairros Água Verde e São Francisco. Estes últimos com o intuito de identificar possíveis variações da temperatura do ar, decorrente da formação de ICs na região central de Curitiba, fenômeno demonstrado esquematicamente na Figura 1.

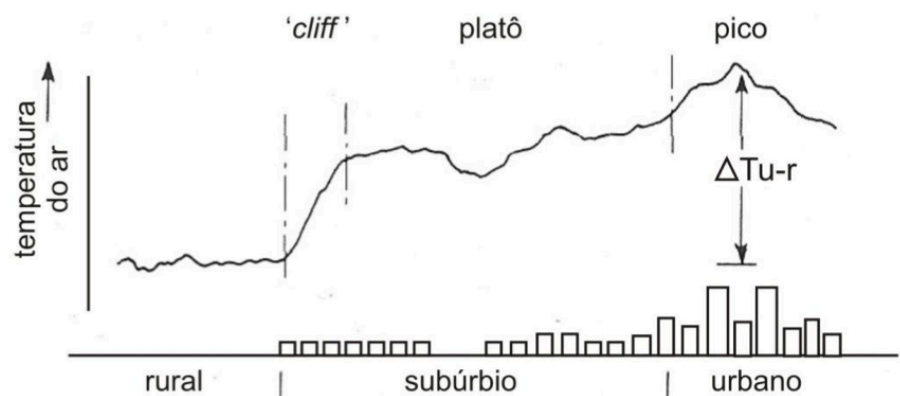


Figura 1 – Perfil esquemático de ICs¹

fonte: Rossi (2012, p. 38)

¹ O fenômeno de ilha de calor pode ser verificado pela diferença de temperatura do ar entre a região periférica da cidade, em geral próxima ou pertencente a área rural, e a área mais densamente

Buscou-se demonstrar o impacto das variações e suas consequências nos resultados de sua aplicação nos diagramas bioclimáticos elaborados. Neste ponto vale ressaltar que os dados utilizados de ambos os institutos citados têm seus aparelhos localizados no Campus do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR), na região periférica da cidade, o que facilitou a manipulação dos dados.

O levantamento na região central, conforme detalhado em capítulo específico, ocorreu dentro de um período de aproximadamente 3 semanas entre os meses de julho e agosto de 2015.

A pesquisa foi organizada de forma a: 1- Relacionar trabalhos já publicados referentes ao estudo do clima e sua influência sobre o meio urbano; 2- Identificar diferentes estratégias para obtenção de diretrizes de projeto; 3- Levantar os dados de temperatura e umidade do ar na região central da cidade para aplicação e confronto com os resultados experimentais.

É importante ressaltar que apesar da análise ter sido inicialmente proposta considerando o uso residencial, os dados apresentados podem ser utilizados como base para interpretação e definições de soluções aplicáveis a outras edificações de diferentes usos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Os primeiros registros que se tem conhecimento relatando a diferença de temperaturas entre o meio urbano e rural relacionando esta às modificações do meio decorrentes de atividades humanas foram feitos em Londres por Evelyn em 1661 e posteriormente em 1833 por Howard (GARTLAND, 2008 p.1; LOMBARDO, 1985 p.28).

Em Curitiba, a última década apresentou uma série de trabalhos desenvolvidos acerca do estudo e conhecimento do clima na cidade conforme artigo apresentado na edição nº 56 da revista digital *Urban Climate News* publicada pela *International Association for Urban Climate – IAUC* (KRUGÜER; TAMURA; ROSSI, 2015 p. 8-17). Apesar de possuírem focos diversos, os trabalhos descritos no artigo apresentam algumas semelhanças de abordagens. A análise e organização destas informações poderia influenciar de forma qualitativa o planejamento da cidade conforme sugerido pelos autores do artigo.

Por exemplo o trabalho desenvolvido por Rossi (2004), que merece destaque não apenas por ser o primeiro entre os listados no artigo, mas pela similaridade com o proposto neste trabalho já que busca a identificação do fenômeno das ICs na região de Curitiba. Neste foram os dados climático foram coletados por aparelhos com *data logger* locados em 14 equipamentos urbanos de características similares (Faróis do Saber) espalhados por bairros de diferentes características de ocupação. Na comparação com os dados extraídos do Simepar, alguns dos pontos apresentaram variações quase nulas (ROSSI, 2004 p.117). Estas diferenças podem ter sido registradas devido a interferência de outros fenômenos climáticos não considerados no estudo. Podem ter ocorrido também em função da localização dos aparelhos, a cerca de 10 metros do solo, o que implica afirmar que a coleta de dados foi feita acima da camada intra-urbana diferentemente da estação do Simepar localizada no Centro Politécnico/ UFPR, e sugerida por diversos autores a cerca de 1,50 metros do solo. Vale ressaltar que a área central da cidade não fez parte do escopo estudado neste trabalho.

Outra pesquisa citada pelo artigo, desenvolvida por Minella (2009 apud KRUGÜER; TAMURA; ROSSI, 2015), buscou estabelecer uma relação entre o

índice de conforto do pedestre e o Fator de Visão do Céu (FVC) perceptível ao longo da Rua das Flores (calçada da Rua XV de Novembro). Ao comparar-se os dados da temperatura do ar medidos no local com aqueles registrados pelo Inmet verificou-se que a sensação decorrente da formação das ICs, apesar de baixa, é mais perceptível nos trechos de maior FVC (MINELLA; RASIA; KRÜGER, 2011 p. 312).

Schmitz (2014 p.170) ao descrever a evolução dos planos de ocupação dos eixos-estruturais da cidade até sua configuração atual, conhecida por Plano Massa, destaca as características que influenciam à formação das ICs nestas regiões, decorrentes de sua topografia edificada e ausência de vegetação.

A autora ainda, citando Gartland (2010 apud SCHIMTZ, 2014), apresenta o quadro resumo (Figura 2) listando as principais características urbanas para a formação das ilhas de calor.

CARACTERÍSTICAS QUE CONTRIBUEM PARA FORMAÇÃO DE ILHAS DE CALOR	EFEITOS SOBRE O BALANÇO DE ENERGIA
Falta de vegetação	Reduz evaporação
Utilização difundida de superfícies impermeáveis	Reduz evaporação
Maior difusividade térmica dos materiais urbanos	Aumenta o armazenamento de calor
Baixa refletância solar dos materiais urbanos	Aumenta saldo de radiação
Geometrias urbanas que aprisionam calor	Aumenta salto de radiação
Geometrias urbanas que diminuem as velocidades dos ventos	Reduz convecção
Aumento dos níveis de poluição	Aumenta saldo de radiação
Aumento da utilização de energia	Aumenta o calor antropogênico

Figura 2 – Características urbanas importantes para formação de ICs
 fonte: Schmitz (2014, p. 35)

Os 5 efeitos sobre o balanço de energia listados no quadro são detalhados de forma mais criteriosa por Gartland em sua publicação (2008 cap.2) como as principais causas das IC's. Nos capítulos seguintes ela sugere alguns métodos para a verificação e modelagem destas.

Lombardo, uma das pioneiras no estudo do fenômeno no Brasil destaca a alteração da temperatura e concentração de poluentes como “uma das mais significativas expressões da alteração climática” (LOMBARDO, 1985 p. 23) tendo sido a temperatura a variável escolhida para o desenvolvimento do trabalho. Em seu livro cita o estudo feito por Jáuregui (1979 apud LOMBARDO, 1985 p.39) em Toluca, México em que as maiores diferenças térmicas foram percebidas em noites limpas

de inverno. O mesmo comportamento foi registrado em seu levantamento das temperaturas na cidade de São Paulo (LOMBARDO, 1985 p. 148) quando as maiores amplitudes registradas se deram no período do inverno. Estes dados deram suporte para a definição das datas de medição para esta pesquisa.

Diagramas bioclimáticos facilitam a análise das características climáticas de um dado local do ponto de vista do conforto humano, na medida que apresentam num diagrama psicrométrico a combinação de temperatura e umidade em qualquer momento. Eles também podem especificar princípios de projeto de edifícios para maximizar condições de conforto quando o interior do edifício não é condicionado mecanicamente. Todos estes diagramas são estruturados ao redor da “zona de conforto” e se referem a ela. (SCHMID, 2015, p. 2)

Conforme sugerido por Schmid, para a verificação dos dados levantados e sua aplicação na definição de estratégias de projeto, buscou-se nos trabalhos de Givoni (1998), Olgyay (2004) e Gonzáles (2004) o detalhamento das metodologias e especificação dos resultados obtidos da construção das cartas bioclimáticas propostas. Vale aqui citar o cuidado que se deve ter na aplicação dos resultados obtidos dos diagramas conforme ressaltado por Schmid (2015) em sua tradução do artigo de Givoni.

Como base de dados, verificou-se a existência do ano climático de referência³ (TRY – *test reference year*) para Curitiba proposto inicialmente pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LabEEE/UFSC (GOULART; LAMBERTS; FIRMINO, 1998), baseados nos parâmetros propostos pela ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*). Este foi posteriormente atualizado por Rossi, Dumke e Krüger (2009). Embasados em dados 1961 a 1970, os primeiros haviam estabelecido o ano de 1969 como o ano típico o qual foi posteriormente atualizado como o ano de 2001 (baseados em dados de 1998-2007) na última publicação.

Para o presente trabalho, embasado pelo pela publicação de Gonzáles (2004) optou-se pela utilização da média do período obtida pela análise dos dados extraídos do Simepar, de certa forma mais atuais que aqueles citados.

³ Conforme descrito na publicação de Rossi, Dumke e Krüger “um dos objetivos do ano climático de referencia – TRY (*test reference year*) é fornecer informações climáticas para o cálculo de energia” sendo amplamente utilizado em países da europa e norte-americanos para simulação e melhoria térmica de edificações. Além desta metodologia desenvolvida pelo *National Climatic Center*, dos Estados Unidos da América, é bastante usual também o *Typical Meteorological Year* (TMY) preparado pelo *Sandia Laboratories* da cidade de Albuquerque, no Novo México -EUA.

4 METODOLOGIA

4.1 ESTUDO DAS CONDIÇÕES IDEAIS DE BEM ESTAR

4.1.1 Dados meteorológicos

Os diagramas bioclimáticos citados anteriormente utilizam dados comumente fornecidos pelos diversos Institutos de Meteorologia. Conforme cita González em seu livro, é comum que algumas das informações necessárias não estejam disponíveis⁴ para pesquisa. Por exemplo a dificuldade na obtenção de um acompanhamento horário dos valores de umidade relativa do ar (2004, p.256) ou até mesmo os valores máximos e mínimos registrados. A inexistência destes dados acaba gerando a necessidade de certas adaptações na formulação dos diagramas.

Para o desenvolvimento do trabalho foram obtidos junto ao Simepar o levantamento diário dos últimos 18 anos (junho de 1997 à julho de 2015) da cidade de Curitiba. Os registros compreendem todo o período de funcionamento da estação, desde o início de seu funcionamento, em 1997 no Centro Politécnico, até a última data registrada na ocasião da solicitação dos dados.

O material recebido contém o registro das temperaturas médias, das máximas e das mínimas diárias assim como a média da umidade relativa registrada dia a dia. Para a aplicação nos diagramas, estas informações foram organizadas buscando demonstrar os registros mensais dos últimos 18 anos.

Para cada ano foram obtidas as médias temperaturas mensais, das temperaturas máxima e da mínima registrada assim como a média das umidades.

Por não existir o registro de umidade relativa máxima e mínima diária, foram considerados para elaboração dos diagramas os dados do dia com maior e menor umidade relativa média registrados no mês.

As tabelas a seguir apresentam a síntese dos dados fornecidos pelo Simepar. Por abranger um intervalo de tempo muito extenso, com mais de 6.500 dias registrados a totalidade dos dados recebidos não consta nos anexos deste volume.

⁴ Os meses de outubro, novembro e dezembro de 2007 tiveram mais de 15 dias consecutivos de ausência de registros e por isso não aparecem listados nas diversas tabelas.

Tabela 1 – Médias das temperaturas médias diárias registradas pelo Simepar – Centro Politécnico/ UFPR

MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÉDIAS - T (°C)												
	J	F	Mr	Ab	Ma	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
1997						13,9	15,3	15,5	16,8	17,0	19,3	21,4
1998	22,2	21,7	20,4	18,2	15,1	12,9	13,9	15,6	15,3	16,4	18,1	20,5
1999	20,8	21,2	21,1	17,6	14,5	13,0	13,7	14,6	16,0	15,2	16,8	20,0
2000	20,9	20,6	19,4	18,5	14,9	15,8	11,3	14,2	14,8	19,4	18,8	20,9
2001	22,2	22,2	21,9	20,0	14,8	14,3	14,5	16,2	15,9	17,7	19,6	20,1
2002	21,2	20,5	22,7	20,6	17,2	16,6	13,6	17,0	15,1	20,0	19,7	21,0
2003	21,4	23,2	20,6	18,9	14,9	16,3	14,9	13,3	15,7	17,2	18,8	19,8
2004	19,9	20,3	19,4	19,0	13,9	14,4	13,3	15,1	18,1	16,6	18,5	19,5
2005	20,5	20,7	20,8	19,8	17,2	16,5	14,0	16,3	14,1	17,8	18,6	19,4
2006	22,2	21,7	21,2	18,1	14,4	15,1	16,0	16,2	15,3	17,8	19,0	21,4
2007	21,5	21,9	23,0	19,8	15,4	16,5	13,8	15,7	18,2			
2008	20,0	21,2	20,4	18,4	15,6	14,3	16,0	16,4	15,2	18,1	18,5	20,0
2009	20,5	21,4	21,3	18,4	16,3	12,5	13,1	15,3	16,2	17,0	22,2	20,9
2010	21,2	22,7	20,5	17,8	15,2	14,1	15,1	14,2	16,5	16,0	18,8	19,8
2011	21,8	21,6	18,9	18,7	14,9	12,9	14,3	14,6	14,8	17,3	17,6	19,7
2012	20,1	22,1	20,3	18,2	15,2	14,0	13,8	16,2	16,8	19,0	18,9	22,3
2013	19,8	21,0	19,3	17,7	16,1	14,8	13,0	14,3	15,8	17,3	18,7	21,0
2014	22,8	22,6	20,4	18,2	16,0	15,3	14,1	15,8	17,1	18,9	19,3	20,9
2015	22,7	21,1	19,9	18,1	15,5	14,4	14,2					
média	21,2	21,5 ⁵	20,6	18,7	15,4	14,6	14,1	15,4	16,0	17,6	18,9	20,5

fonte: Autoria própria

Tabela 2 – Médias das temperaturas máximas mensais registradas pelo Simepar – Centro Politécnico/ UFPR

MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS – TM (°C)												
	J	F	Mr	Ab	Ma	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
1997						18,6	21,0	22,2	22,4	21,7	24,4	27,1
1998	27,9	26,5	25,2	23,0	20,2	18,4	18,7	20,2	19,1	20,5	23,7	26,0
1999	25,8	26,8	26,0	22,7	20,2	17,7	19,1	22,1	22,2	20,3	22,8	25,7
2000	26,4	26,0	24,5	25,2	20,6	21,9	17,9	20,9	19,9	25,8	24,7	27,0
2001	28,2	28,0	28,1	25,4	19,8	19,6	20,8	22,9	20,8	24,0	25,3	25,8
2002	27,0	26,7	29,1	26,3	22,2	22,5	19,6	23,3	21,6	26,3	25,7	26,9
2003	26,8	29,6	26,7	24,7	21,2	22,2	20,2	20,1	22,6	23,1	24,9	25,2
2004	25,1	26,1	25,5	23,8	17,9	20,0	17,5	21,8	24,2	22,1	24,0	24,6
2005	25,4	26,5	26,5	25,1	22,7	21,6	19,8	22,6	18,5	22,9	24,8	25,7
2006	28,8	28,0	27,0	23,9	20,2	20,7	22,5	22,2	20,8	23,7	24,1	26,7
2007	26,8	27,4	29,3	24,8	19,9	22,5	19,6	21,7	25,4			
2008	24,6	26,6	25,4	23,8	21,0	19,5	22,6	21,5	20,5	23,2	23,3	26,3
2009	25,7	27,1	27,1	24,0	21,5	18,2	17,2	21,6	21,0	22,6	28,3	26,8
2010	26,7	28,6	26,3	23,7	20,7	20,3	21,3	21,2	23,1	22,5	25,7	25,8
2011	28,7	28,0	24,0	24,2	21,0	20,1	20,4	20,7	21,5	23,7	24,2	26,1
2012	26,9	29,4	27,3	24,2	20,6	18,5	19,9	23,4	24,3	25,9	24,8	28,8
2013	25,2	26,7	24,4	23,6	21,6	19,3	18,8	20,9	21,6	23,5	24,8	27,3
2014	29,8	29,1	26,2	23,6	21,5	20,6	19,8	22,7	23,2	26,4	26,5	27,6
2015	29,6	27,7	26,1	24,3	20,7	20,4	18,3					
média	27,0	27,5	26,4	24,2	20,7	20,1	19,7	21,8	21,8	23,4	24,8	26,4

fonte: Autoria própria

⁵ Temperatura média mensal utilizada no climograma de bem estar higrotérmico de Olgyay.

Tabela 3 – Médias das temperaturas mínimas mensais registradas pelo Simepar – Centro Politécnico/ UFPR

MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS – Tm (°C)												
	J	F	Mr	Ab	Ma	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
1997						10,1	10,7	9,9	12,1	13,7	15,8	17,5
1998	18,3	18,3	16,9	14,9	10,9	8,4	9,9	12,2	12,4	13,4	13,9	16,4
1999	17,8	17,7	17,7	13,7	10,2	9,3	10,0	8,7	11,2	12,0	12,5	16,2
2000	17,1	17,3	15,6	13,8	10,4	11,4	5,8	8,5	11,1	15,1	14,7	16,2
2001	18,1	18,8	18,0	16,3	10,7	9,9	9,3	10,9	12,4	13,5	15,5	16,0
2002	17,3	16,4	18,3	16,9	13,9	12,1	9,3	11,9	10,4	15,6	15,7	17,0
2003	17,9	19,0	16,8	14,7	9,7	11,9	10,6	7,9	11,0	13,2	14,3	16,2
2004	16,6	16,6	15,6	15,9	11,0	9,8	9,9	9,8	13,5	12,6	14,9	15,9
2005	17,4	17,0	17,0	16,2	13,0	13,0	9,3	10,9	10,9	14,6	14,2	15,1
2006	18,0	17,6	17,6	13,9	10,0	11,3	10,6	11,1	11,0	14,0	14,5	17,1
2007	17,6	18,1	18,7	16,4	11,5	11,3	8,6	11,0	13,3			
2008	17,1	17,6	16,9	14,5	11,2	10,0	10,5	12,2	10,9	14,8	15,5	15,6
2009	17,0	17,9	17,2	14,7	12,2	8,0	9,9	10,2	12,8	13,3	17,9	17,3
2010	18,1	18,7	16,7	13,3	11,3	9,5	10,7	8,6	12,0	12,0	14,0	15,9
2011	17,9	17,9	15,8	14,8	10,9	7,7	9,7	10,0	10,2	13,0	13,1	15,4
2012	15,9	17,6	15,1	14,4	11,4	10,6	8,8	11,0	11,6	14,5	14,9	18,1
2013	16,2	17,5	15,9	13,4	11,6	11,5	8,0	8,6	11,1	13,0	14,6	16,8
2014	18,2	18,2	16,6	15,0	12,5	11,6	9,8	10,1	12,9	14,0	14,9	16,5
2015	18,2	17,4	16,5	14,1	12,3	9,5	10,8					
média	17,5	17,8	16,8	14,8	11,4	10,4	9,6	10,2	11,7	13,7	14,8	16,4

fonte: Autoria própria

Tabela 4 – Médias mensal da umidade relativa diária registradas pelo Simepar – Centro Politécnico/ UFPR

MÉDIAS DA UMIDADE RELATIVA DO AR - U(%)												
	J	F	Mr	Ab	Ma	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
1997						79,5	76,5	73,8	78,0	84,4	83,9	77,9
1998	79,6	82,3	81,8	81,1	79,2	80,7	81,9	82,1	85,2	83,8	76,1	75,2
1999	82,7	81,9	80,0	80,6	77,3	83,3	82,5	71,1	74,7	82,2	76,7	77,5
2000	77,9	80,5	80,8	74,4	75,8	75,7	72,5	76,0	83,9	77,5	78,8	75,4
2001	75,9	80,6	78,2	79,4	82,0	79,2	77,6	76,9	79,6	76,5	77,9	76,9
2002	77,8	76,1	75,8	78,6	82,1	78,3	79,9	76,4	76,1	77,6	77,7	79,0
2003	80,5	75,3	79,5	77,0	74,0	80,5	77,9	69,8	76,8	78,8	75,3	80,3
2004	80,5	77,8	78,5	83,2	83,7	78,6	83,0	73,6	75,8	80,0	78,4	79,0
2005	82,9	76,0	78,3	80,4	80,1	81,8	77,7	72,6	84,9	85,4	77,0	77,5
2006	76,5	78,2	82,2	78,9	78,6	81,3	74,8	71,2	77,6	83,2	83,7	82,5
2007	84,0	81,3	76,8	83,9	83,1	73,1	76,3	76,7	77,0			
2008	85,3	81,8	81,3	82,8	79,6	80,6	72,4	79,4	80,4	85,0	84,3	78,3
2009	81,7	79,5	77,0	78,2	80,8	79,5	88,4	77,2	86,9	85,2	79,8	83,0
2010	86,7	78,1	83,7	83,4	86,3	81,8	81,6	75,7	78,6	82,2	77,6	85,6
2011	84,7	84,7	87,8	83,3	82,6	80,1	82,4	79,0	79,5	82,1	79,0	75,7
2012	80,4	80,0	75,9	82,9	86,0	89,9	81,0	77,4	75,9	78,7	79,7	81,0
2013	81,9	83,6	85,0	80,7	80,6	88,4	81,8	75,6	78,7	79,0	82,3	79,2
2014	77,0	77,2	82,8	85,9	83,4	83,8	79,4	72,9	80,3	74,9	79,2	76,8
2015	74,4	79,2	80,5	78,7	81,6	78,4	80,9					
média	80,6	79,7	80,3	80,7	80,9	80,8	79,4	75,4	79,4	81,0	79,3	78,9

fonte: Autoria própria

Tabela 5 – Umidades máximas mensais registradas pelo Simepar – Centro Politécnico/ UFPR

MÁXIMA UMIDADE RELATIVA DO AR –UM (%)												
	J	F	Mr	Ab	Ma	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
1997						96,7	95,3	96,3	96,8	95,8	95,7	92,1
1998	91,5	92,6	95,9	95,0	93,8	92,8	96,6	96,4	95,5	95,9	85,5	91,3
1999	94,8	93,4	89,2	90,4	90,1	94,3	95,8	91,0	93,3	95,4	91,6	92,2
2000	92,6	92,4	88,0	86,4	87,3	97,0	93,3	94,2	96,6	94,7	92,2	89,2
2001	92,9	89,0	85,5	89,9	93,6	94,3	92,4	90,0	92,1	97,4	92,4	91,9
2002	94,6	90,0	89,2	88,7	91,6	94,0	92,7	97,2	97,0	96,0	89,8	88,8
2003	96,7	88,7	92,7	93,4	89,7	94,0	96,2	89,9	97,1	93,3	90,1	91,5
2004	94,2	88,7	94,9	94,4	96,0	89,4	96,2	94,2	92,9	96,1	92,5	93,3
2005	94,3	86,9	88,7	91,3	95,9	95,5	95,7	96,2	95,6	95,7	92,5	90,1
2006	84,8	89,2	94,1	94,2	96,5	95,4	94,6	94,6	97,6	96,2	95,8	96,3
2007	94,0	92,6	93,2	93,4	99,0	92,7	98,4	94,1	92,6			
2008	93,6	91,6	95,1	97,3	95,5	96,4	87,0	97,4	95,1	99,3	96,5	92,0
2009	94,6	91,6	89,0	88,0	95,8	94,9	99,3	97,0	99,0	96,5	97,8	92,6
2010	99,8	97,0	97,7	99,1	97,8	99,2	99,8	98,7	93,3	97,5	92,5	97,9
2011	93,1	97,3	94,4	94,3	96,1	96,4	99,5	100,0	98,1	97,9	96,3	94,8
2012	92,7	95,0	92,3	99,1	97,8	99,5	97,7	96,9	92,6	96,6	96,0	93,4
2013	94,9	92,7	94,0	91,4	98,1	99,8	99,3	96,5	99,9	97,7	92,4	92,3
2014	91,6	95,9	98,1	96,0	97,4	99,3	92,4	95,6	94,7	86,8	89,6	89,5
2015	88,2	88,9	90,4	92,4	92,9	91,3	90,6					
média	93,3	91,9	92,4	93,0	94,7	95,4	95,4	95,3	95,5	95,8	92,9	92,3

fonte: Autoria própria

Tabela 6 – Umidades mínimas mensais registradas pelo Simepar – Centro Politécnico/ UFPR

MÍNIMA UMIDADE RELATIVA DO AR – Um (%)												
	J	F	Mr	Ab	Ma	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
1997						55,2	56,2	53,2	39,7	66,8	73,4	58,5
1998	66,1	73,0	64,7	63,8	64,0	55,5	63,3	61,6	65,1	67,6	62,7	56,0
1999	71,2	67,7	69,2	60,1	45,8	70,2	61,9	48,1	43,7	69,3	61,5	49,0
2000	61,6	72,2	74,0	56,9	55,1	52,4	46,4	52,3	63,1	60,4	58,0	61,0
2001	63,9	72,1	65,0	62,8	67,0	60,7	60,4	60,1	50,6	56,5	57,1	60,7
2002	62,3	58,3	60,5	58,3	66,9	62,5	64,3	54,2	51,1	62,2	52,7	64,0
2003	53,8	60,0	68,9	52,5	50,5	69,4	56,2	50,5	49,7	56,8	53,1	56,3
2004	70,4	68,0	65,0	72,7	68,3	62,1	57,8	53,8	52,2	62,9	60,8	65,4
2005	69,7	59,9	66,7	62,3	64,2	67,9	55,4	46,5	59,3	64,6	56,8	63,6
2006	57,1	64,4	72,0	59,4	51,7	62,6	53,0	49,3	50,6	70,3	63,0	72,3
2007	72,5	67,7	67,2	77,2	64,9	50,8	56,2	45,2	58,9			
2008	71,8	70,2	61,7	70,5	65,5	55,9	52,2	51,0	45,9	68,9	62,8	64,2
2009	56,1	61,2	57,6	58,0	65,6	52,7	74,8	48,2	56,0	70,2	63,9	68,0
2010	60,1	62,0	67,2	69,1	76,5	56,1	59,1	44,6	49,9	63,4	46,2	67,8
2011	77,8	73,9	80,1	71,1	69,3	46,0	57,8	48,3	46,9	58,1	65,3	42,9
2012	66,9	65,2	57,5	68,2	66,7	68,3	62,8	59,4	59,7	57,6	63,4	70,5
2013	71,6	75,7	65,4	64,5	51,0	74,9	60,1	53,5	45,7	63,9	63,1	62,3
2014	61,2	61,7	70,4	74,1	74,0	63,0	55,9	50,3	50,1	57,0	64,2	62,4
2015	65,1	70,6	70,3	72,7	74,4	62,7	67,6					
média	65,5	66,9	66,8	65,2	63,4	60,5	59,0	51,7	52,1	63,3	60,5	61,5

fonte: Autoria própria

A análise das tabelas não sugere qualquer padrão que possa indicar alterações no comportamento climático de nossa cidade. Ao contrário do que se poderia esperar por exemplo, o ano com maiores valores médios no registro das temperaturas máxima e média foi o de 2002, o quinto da série. Possivelmente esta elevação das temperaturas decorreu do aquecimento das águas do Oceano Pacífico, fenômeno “El Niño”, que teve registros de atividades moderada naquele ano conforme dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

Apesar do fenômeno ter também ocorrido, de forma até mais intensa, em outros anos do intervalo os demais registros anuais tiveram suas variações de forma não muito diferente das médias registradas do período.

O ano climático de referência (TRY) para Curitiba publicado inicialmente pelo LabEEE/UFSC (GOULART; LAMBERTS; FIRMINO,1998), e atualizado por Rossi , Dumke e Krüger (2009) foram preteridos em função do tempo de análise decorrido dos anos encontrados (1969 e 2001 respectivamente) o que poderia gerar incoerência na comparação com os dados levantados.

É, no entanto, de suma importância que haja uma atualização constante dos dados definidores do clima local, considerando a dinâmica do crescimento das cidades e seus efeitos no clima urbano. (ROSSI; DUMKE; KRÜGER, 2009, p.100)

González (2004) considera que os dados de temperatura e umidade dos diferentes dias representativos dos meses podem ser obtidos pela média dos levantamentos desde que com frequência de pelo menos 10 anos de acompanhamento.

Para aplicação nos diagramas, foram então agrupadas as médias dos dados dos últimos 18 anos conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 – Tabela com a média dos dados mensais registrados pelo Simepar – Centro Politécnico/ UFPR

DADOS RESUMIDOS												
	J	F	Mr	Ab	Ma	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
TM	27,0	27,5	26,4	24,2	20,7	20,1	19,7	21,8	21,8	23,4	24,8	26,4
Hm	65,5	66,9	66,8	65,2	63,4	60,5	59,0	51,7	52,1	63,3	60,5	61,5
Tm	17,5	17,8	16,8	14,8	11,4	10,4	9,6	10,2	11,7	13,7	14,8	16,4
HM	93,3	91,9	92,4	93,0	94,7	95,4	95,4	95,3	95,5	95,8	92,9	92,3
T	21,2	21,5	20,6	18,7	15,4	14,6	14,1	15,4	16,0	17,6	18,9	20,5
H	80,6	79,7	80,3	80,7	80,9	80,8	79,4	75,4	79,4	81,0	79,3	78,9

fonte: Autoria própria

4.1.2 Representações gráficas

O diagramas bioclimáticos são importantes ferramentas de trabalho utilizadas para visualização das premissas a serem buscadas para obtenção do bem estar nas edificações.

A análise dos diversos gráficos apresentados a seguir, principalmente quando combinadas, proporcionam informações sobre as diferentes estratégias construtivas e de desenhos a serem incorporadas na fase de projeto. Sobrepondo a estes as condições climáticas do local, é de fácil visualização quais daquelas deverão ser empregadas.

Um dos diagramas que merece destaque é aquele proposto por Olgyay (OLGYAY, 1998). Neste, a zona de conforto do usuário de uma edificação se dá pelo limite entre 20% e 80% de umidade relativa do ar (faixa ampliada afim de abranger uma maior variedade de regiões) das temperaturas máxima e mínima de conforto térmico. Estes últimos de difícil definição já que dependem de uma gama muito grande de fatores desde culturais a geográficos.

O limite adotado considerou a máxima temperatura entre as médias mensais no sítio escolhido para o estudo (21,5°C em fevereiro) somando e reduzindo desta aproximadamente 2,78°. Uma vez que o organismo humano apresenta limites de adaptação, recomenda-se que o intervalo não ultrapasse 29,45°C de máxima e 18,32°C de mínima (GONZÁLEZ, 2004). O limite proposto considera a unidade de 1 *Clo*⁶, unidade criada para definir o grau de isolamento do vestuário. Equivale ao vestuário usual de um homem em conforto térmico em ambiente externo, com baixa velocidade do ar a 21,1°C (OLGYAY, 1998 p.19).

A adaptação às estações de verão e inverno exige um deslocamento da zona de conforto equivalente a 7,3°C para cada *Clo* deslocado (GONZÁLEZ, 2004 p. 246). Para Curitiba foram considerados 0,50 *Clo* para o verão e 1,10 *Clo* para o inverno. Como a análise busca condições ideais de conforto nos ambientes construídos, os valores de *Clo* propostos consideraram o uso de vestimentas ideais para a permanência de forma confortável em ambientes internos em uma residência

⁶ O *Clo* é a unidade utilizada para se medir o coeficiente de transmissão térmica de diferentes tipo de vestuário. 1 *Clo* equivale a resistência térmica de 0,155 m².°C/W e representa o somatório das peças que compõe um traje completo. Os índices de cada peça são descritos na ISO 7730/1994.

e não necessariamente aquelas usualmente utilizadas. Principalmente na estação do inverno, é normal que as pessoas permaneçam com praticamente as mesmas peças utilizadas nos espaços externos às edificações já que o isolamento das construções é em geral de péssima qualidade.

Ao se sobrepor aos diagramas os valores médios de temperatura e umidade de cada mês é possível observar de forma genérica em quais momentos será necessária a entrada de ventilação nos ambientes, de umidificação, de radiação acumulada etc (Figuras 3, 4 e 5).

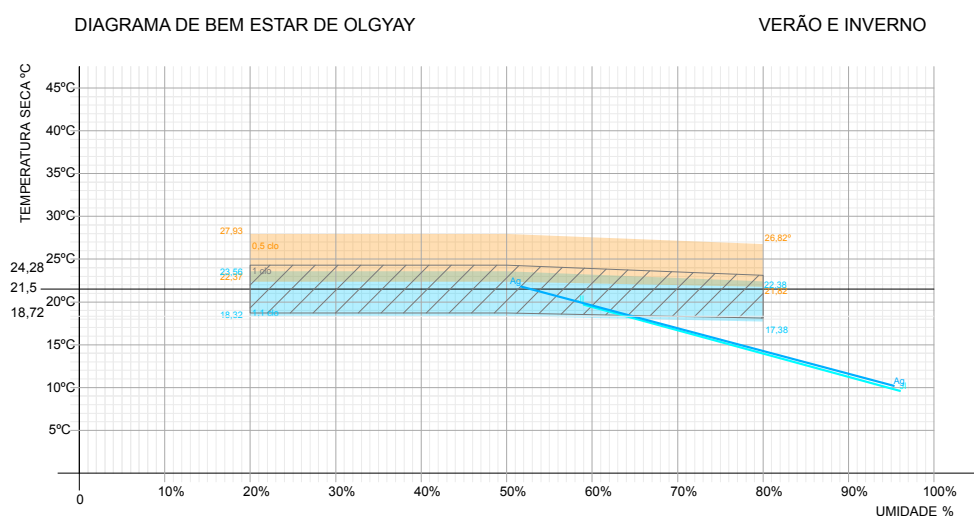


Figura 3 – Dados anuais aplicadas ao diagrama de Olgyay

fonte: Autoria própria

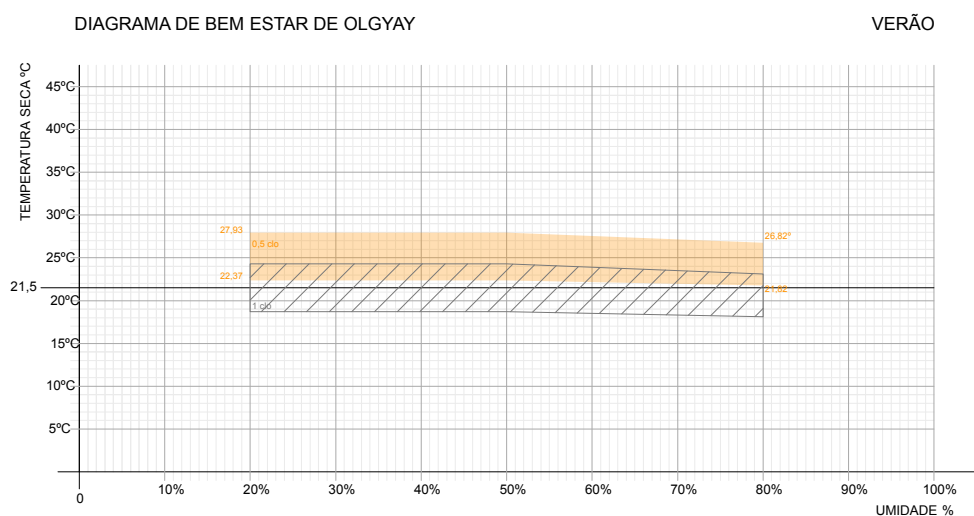


Figura 4 – Dados de verão aplicadas ao diagrama de Olgyay

fonte: Autoria própria

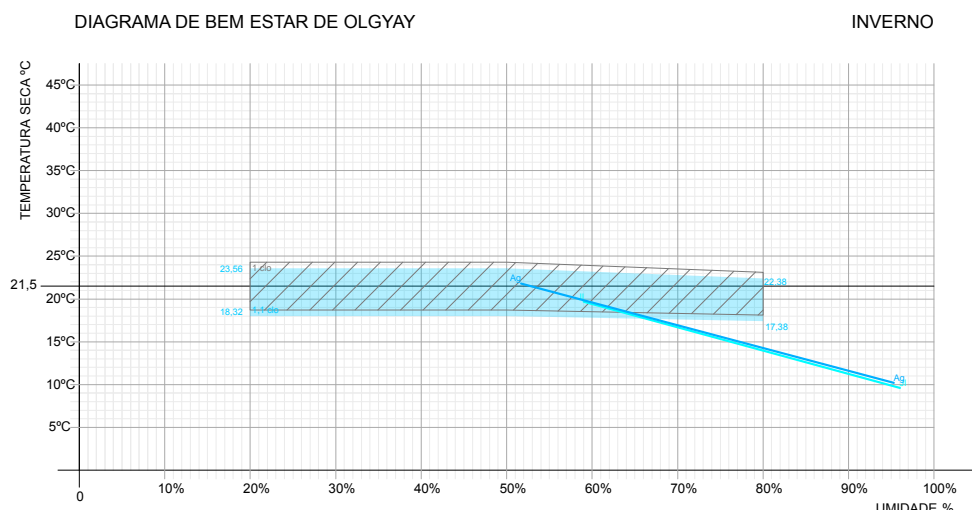


Figura 5 – Dados de inverno aplicadas ao diagrama de Olgyay
 fonte: Autoria própria

Os dados horários das temperaturas do dia padrão de cada mês são necessários para a construção de outro instrumento de estratégias bioclimáticas conhecido por gráfico de isopletras.

Face os dados fornecidos pelo Simepar serem organizados com os valores diários, González sugere a aplicação dos valores de temperatura máxima e mínima nas seguintes fórmulas para a obtenção dos valores horários (GONZÁLEZ, 2004 p. 256):

- 1- Intervalo entre a hM e 24h

$$T_{\text{horária}} = ((T_M + T_m)/2 - (T_M - T_m)/2) * \cos(180 * (24 + h_m - h)/(24 + (h_m - h_m)))$$

- 2- Intervalo entre 24h e hM

$$T_{\text{horária}} = ((T_M + T_m)/2 - (T_M - T_m)/2) * \cos(180 * (h_m - h)/(24 + (h_m - h_m)))$$

- 3- Intervalo entre hM e hM

$$T_{\text{horária}} = ((T_M + T_m)/2 - (T_M - T_m)/2) * \cos(180 * (h_m - h)/(h_m - h_m))$$

Os horários de temperatura máxima (TM) e de temperatura mínima (Tm) utilizados na fórmula equivalem às 15h e 6h já que estão relacionados ao lento processo de troca de calor do ar. Este atinge seu ápice horas depois dos períodos de maior radiação solar (12h) e seu valor mínimo minutos antes da alvorada.

A partir dos resultados obtidos, é possível obter os gráficos com as curvas das temperaturas horárias médias de cada mês do ano. A intersecção destas com

as linhas que limitam as zonas de conforto de verão e inverno são transferidas para o diagrama de isopletras o qual pode ser utilizado como mais um instrumento orientativo de desenho bioclimático (Figura 6). A área demarcada indica o período do dia em a edificação proporciona o estado de conforto, sob a sombra, ao usuário.

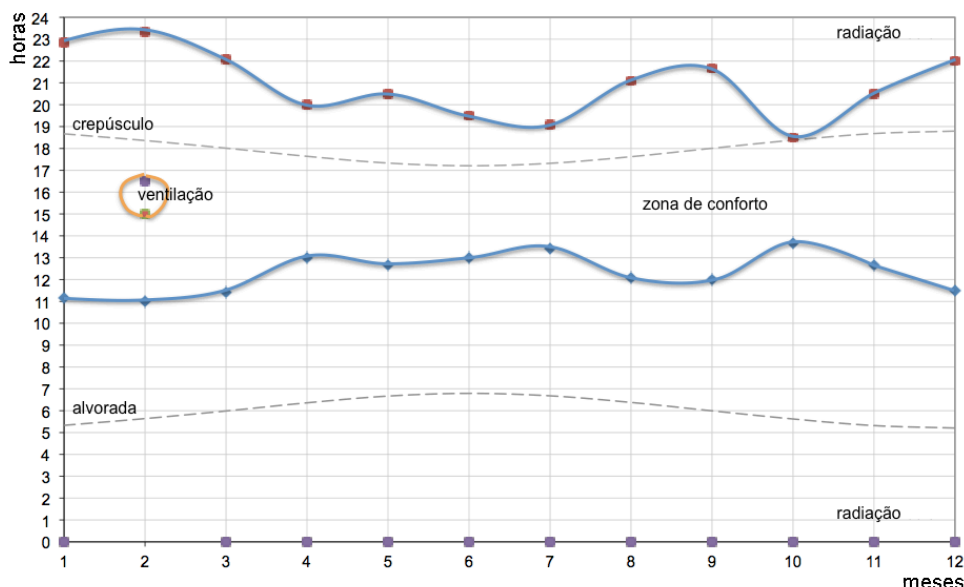


Figura 6 – Gráfico de isopletras para a cidade de Curitiba

fonte: Autoria própria

Por fim, González recomenda também a análise de outro climograma, desenvolvido inicialmente por Givoni (1998), elaborado sobre a base de um diagrama psicométrico.

Da mesma forma que aquele desenvolvido por Olgyay, a área que delimita a zona de conforto está limitada em 20% e 80% de umidade relativa do ar. A zona aparece circundada por diferentes estratégias biolímicas a serem empregadas conforme a necessidade local.

Apesar de algumas diferenças encontradas entre os trabalhos, esta foi a estrutura empregada na elaboração dos gráficos sugeridos pelo LabEEEE/UFSC (GOULART; LAMBERTS; FIRMINO, 1998 p.10) e apresentado pela NBR 15.220-3 (ABNT, 2005) que trata do desempenho térmico de edificações.

O gráfico apresentado a seguir (figura 7) utilizou como base as áreas adaptadas por González (GONZÁLEZ, 2004 p. 248) ampliando os limites da zona de conforto de forma similar ao desenvolvido para aplicação em zonas quentes de

países em desenvolvimento (GIVONI, 1998 p.45). Estes foram também os parâmetros utilizados por Goulart, Lamberts e Firmino (1998) entre outros, como Rossi, Dumke e Krüger que têm dedicado-se aos estudos de diversos aspectos do clima em Curitiba.

Da mesma forma que o proposto por Olgyay, as linhas representando os dias típicos de cada mês deverão ser sobrepostas ao gráfico (Figura 7) possibilitando assim identificar as zonas de estratégias que deverão ser seguidas na elaboração do projeto segundo a época do ano.

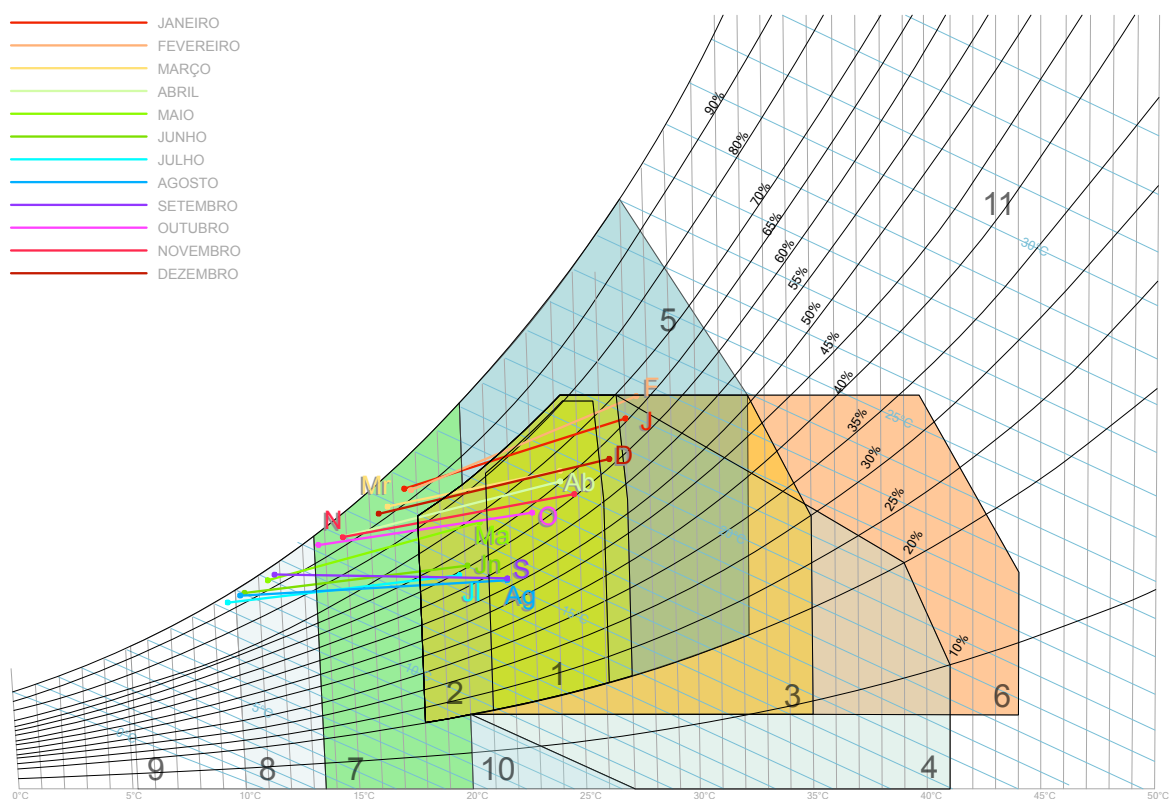


Figura 7 – Gráfico psicométrico de Curitiba adaptado pelo autor da base apresentada por González (2004)

fonte: Autoria própria

As zonas representadas no gráfico são as descritas a seguir:

1. Zona de conforto (entre 21°C e 26°C);
2. Zona de conforto expandido (entre 18°C e 27°C);
3. Utilização de massa térmica para resfriamento;
4. Resfriamento evaporativo;
5. Ventilação natural;

6. Ventilação natural noturna (LabEEE/UFSC (1998) sugere o uso de ar-condicionado a partir deste limite);
7. Utilização de massa térmica para aquecimento;
8. Aquecimento solar passivo;
9. Zona de aquecimento artificial;
10. Zona de umidificação;
11. Zona de uso de ar condicionado;
12. Zona de calefação.

A partir dos gráficos apresentados, pode-se extrair uma série de diretrizes a serem empregadas em projetos desenvolvidos para nossa cidade. Os resultados encontrados na simulação apresentaram poucas diferenças significativas em relação àqueles descritos no laudo fornecido pelo software Analysis BIO (LabEEE/UFSC). Possivelmente por este utilizar como base de dados o ano de 1969⁷, as recomendações para os períodos de maior e menor temperatura sugerem a adoção de estratégias distintas daquelas encontradas.

Nota-se que a recomendação para uso de formas de aquecimento artificial abrange um período maior do que aquele encontrado na atualização proposta. Conforme atualização do TRY sugerida por Rossi, Dumke e Krüger (2009 p.204) foi observado um aumento de médio de 1,9°C na temperatura média registrada o que pode explicar as diferenças sugeridas. O mesmo vale para condições de calor em que o relatório do LabEEE não indica a necessidade estratégias para seu controle em nenhuma época do ano.

Na maior parte do ano porém, em especial nos meses mais quentes, ambos admitem que a construção tende a manter seu espaço interno dentro da faixa definida como de conforto, para a maior parte dos usuários, apenas com o ganho de energia interna quando necessário. Significa que a pouca energia necessária para enquadrar os espaços dentro do limite de conforto provém do calor gerado pelo próprio uso da edificação (seus ocupantes, equipamentos instalados, itens de iluminação etc). Ressalta-se que para este resultado ocorrer, é necessário o devido cuidado com a especificação de materiais, com massas diferentes daqueles

⁷ Época em que o clima da cidade apresentava mais baixas de acordo com os habitantes remanescentes. Corresponde também ao período prévio ao grande crescimento populacional de Curitiba, que atingiu sua taxa mais alta, de 5,34% ao ano, na década de 70 (IPPUC).

usualmente utilizados em nossa construção civil, conforme observado por Schmid (2015).

Para os meses mais quentes, e maior incidência de radiação solar direta, recomenda-se a utilização de elementos que propiciem o correto sombreamento das fachadas. Pode ser obtido com o emprego de beirais, brises, abas etc que auxiliarão no controle da entrada de radiação excessiva nos ambientes.

Para aqueles em que a sensação de desconforto proporcionada pelo frio se faz mais presente, recomenda-se o ganho de energia para elevação da temperatura interna por meio da utilização de sistemas solares passivos associados a utilização de materiais de grande absorção de calor e inércia térmica.

A correta locação de aberturas associada a um estudo mais detalhado, com o apoio de cartas solares, pode permitir o acesso controlado da radiação solar sobre determinados elementos construtivos auxiliando à elevação da temperatura interna durante os períodos mais críticos de frio.

4.2 COLETA DOS DADOS LOCAIS

4.2.1 Institutos de meteorologia

A busca por dados climatológicos oficiais da cidade de Curitiba resultou na solicitação dos mesmos para diversos institutos de medição e acompanhamento climático dentre os quais é possível listar; Simepar, Inmet-PR, Centro de previsão de tempo e estudos climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC-Inpe), Instituto de Controle do Espaço Aéreo - Icea e Somar Meteorologia.

As solicitações foram feitas por meio eletrônico e/ou por meio de ofícios institucionais. Daqueles, apenas os 2 primeiros retornaram o contato disponibilizando uma série de dados utilizados para o desenvolvimento do volume.

Os dados do Simepar foram fornecidos via correio eletrônico (*e-mail*) e apresentam as informações em registros diários.

O Inmet disponibiliza arquivos para *download* em seu portal da internet (<http://www.inmet.gov.br/portal/>) com os dados de diversas estações distribuídas pelo território nacional. Para o trabalho foram utilizados os dados da estação

automática A807, fornecidos em registros horários. Neste caso foi necessário o cuidado de adaptar os dados ao horário local de Brasília uma vez que o levantamento é feito considerando a UTM 0.

Ambos os institutos têm suas estações meteorológicas localizadas no Centro Politécnico – UFPR, bairro Jardim das Américas (Figura 8). O fato de estarem localizadas lado a lado próximo ao gramado de acesso junto a BR-277 possibilitou a análise considerando o mesmo sítio em diferentes necessidades de interpretação, conforme os dados disponibilizados por cada instituição.



Figura 8 – Foto aérea bairro Jardim das Américas, Simepar estação Centro Politécnico/ UFPR – Curitiba

fonte: Google Earth

4.2.2 Bairro São Francisco

Pode-se verificar que os maiores índices de temperatura ocorrem no centro da cidade e zona leste (São Paulo), onde predomina ocupação horizontal intensa com ausência de vegetação [...] (LOMBARDO, 1985 p. 149).

Face esta afirmação, para o levantamento de dados na região central da cidade, foi escolhido um lote na Rua Portugal, no trecho compreendido entre as ruas Carlos Cavalcanti e Jaime Reis, do bairro São Francisco.

Um dos bairros mais antigos da cidade, encontra-se junto ao núcleo inicial de Curitiba com fortes características de preservação e conservação do sítio histórico (Figura 9).

A tipologia característica, em geral com edifícios de baixo gabarito⁸, com utilização extensiva de coberturas com telhas de barro, pouco afastamento entre as edificações e ausência de grandes faixas vegetadas, contribui para o acúmulo de calor conforme verificado por Lombardo em seu estudo na cidade de São Paulo (1985).

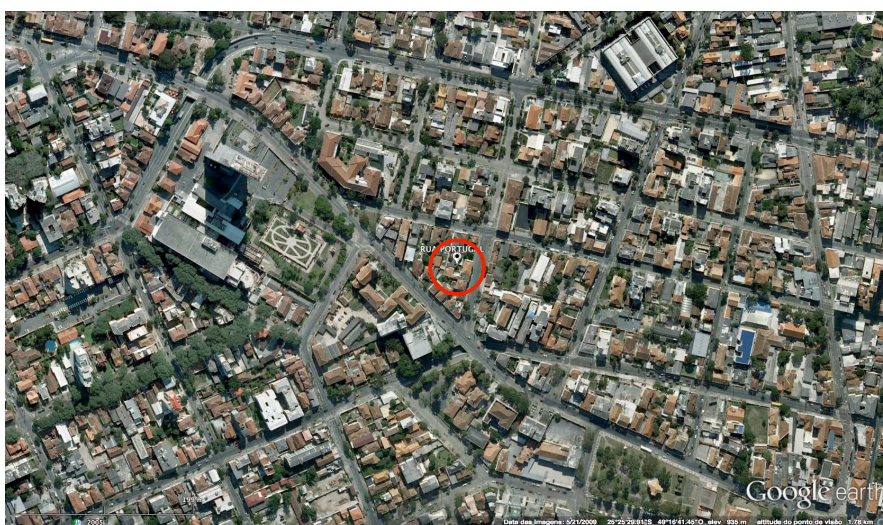


Figura 9 – Foto aérea bairro São Francisco – Curitiba

fonte: Google Earth

Para a coleta, foi utilizado o termômetro com *data logger* modelo TD-890, previamente calibrado, de fabricação Icel com dois pares de termostatos tipo K. Para ambos os pares, uma das hastes foi envolta em cadarço com seu lado oposto imerso em água destilada afim de verificar também a temperatura de bulbo úmido. A partir da comparação dos dados de temperatura de bulbo seco e bulbo úmido chegou-se aos valores de umidade relativa do ar quando necessário (Figura 10).

O levantamento se deu entre os dias 1 de julho e 13 de agosto de 2015. Somente a partir do dia 21 de julho porém é que os dados puderam ser aproveitados em decorrência de falhas na operação do aparelho.

⁸ A proximidade plano horizontal a camada intra-urbana, associada as demais características citadas, pode ser uma das razões do aumento de temperatura do ar percebida.

O mesmo foi instalado na face sul de uma parede com azimute aproximado de 103°. O abrigo para proteção da radiação solar direta e intempéries, construído conforme sugestões do profº Lazinsky, foi montado a uma altura de aproximadamente 1,50m, ideal para a medição em estações fixas conforme descrito em outras publicações (LOMBARDO, 1985 p. 47; ROSSI; KRÜGER, 2005 p.96; GARTLAND, 2008 p.28).



Figura 10 – Termômetro Icel modelo TD-890 e local de instalação no bairro São Francisco

fonte: Autoria própria

4.2.3 Bairro Água Verde

A outra área escolhida para coleta de dados situa-se na Rua Pasteur, no trecho compreendido entre às avenidas Iguaçu e Getúlio Vargas, do bairro Água Verde.

A escolha se deu pela proximidade com o eixo estrutural da Av. 7 de Setembro, trecho mais consolidado da paisagem urbana característica de nossa cidade. Nesta a ocupação predominante é formada por de torres de gabarito livre (junto ao eixo central) com um decréscimo gradual da altura a medida que as quadras se afastam do eixo central (Figura 11).

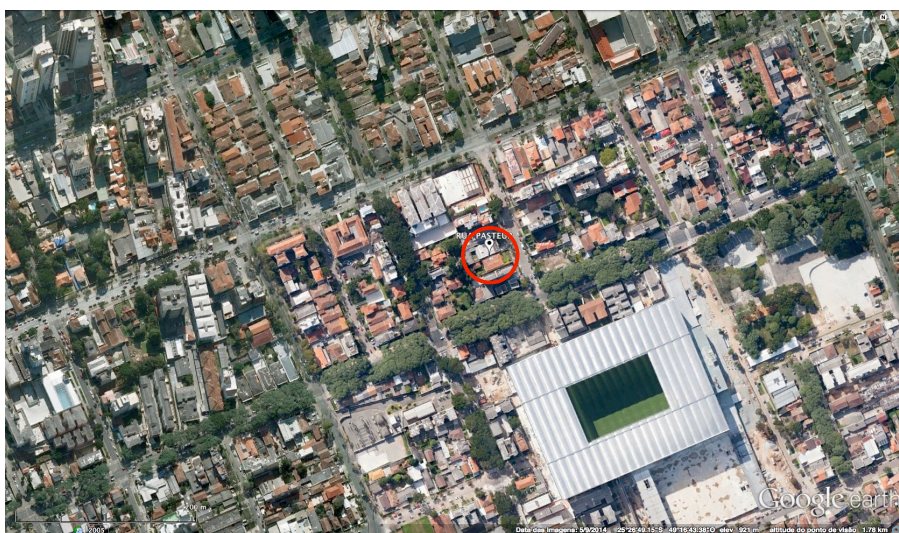


Figura 11 – Foto aérea bairro Água Verde – Curitiba

fonte: Google Earth

Além das características físicas propícias à formação das ICs, é o bairro com a maior densidade populacional registrada em nossa cidade (IPPUC), com intenso fluxo de veículos por todo o dia.

Para a medição, foi utilizado o termo-higrômetro modelo 7666 de fabricação Incoterm. O sensor existente na ponta do cabo foi mantido a altura aproximada de 1,50m para o lado externo da edificação junto à circulação existente entre esta e o

muro confrontante da divisa sul em uma parede com azimuth aproximado de 73° (Figura 12).



Figura 12 – Higro-termómetro Incoterm mod. 7666 e local de instalação no bairro Água Verde

fonte: <<http://www.medjet.com.br/>>/ Autoria própria

O levantamento no local se deu entre os dias 1 de junho e 12 de agosto de 2015. Foram utilizados porém somente os dados de temperatura e umidade coletados a partir do dia 21 de julho afim de alcançar maior coerência entre as análises.

5 A ILHA DE CALOR NA REGIÃO CENTRAL

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA NA CIDADE

De acordo com a caracterização definida na NBR 15.220-3 (ABNT, 2005) o zoneamento bioclimático brasileiro pode ser entendido em 8 zonas de comportamentos distintos distribuídos conforme indicado no mapa (Figura 13).

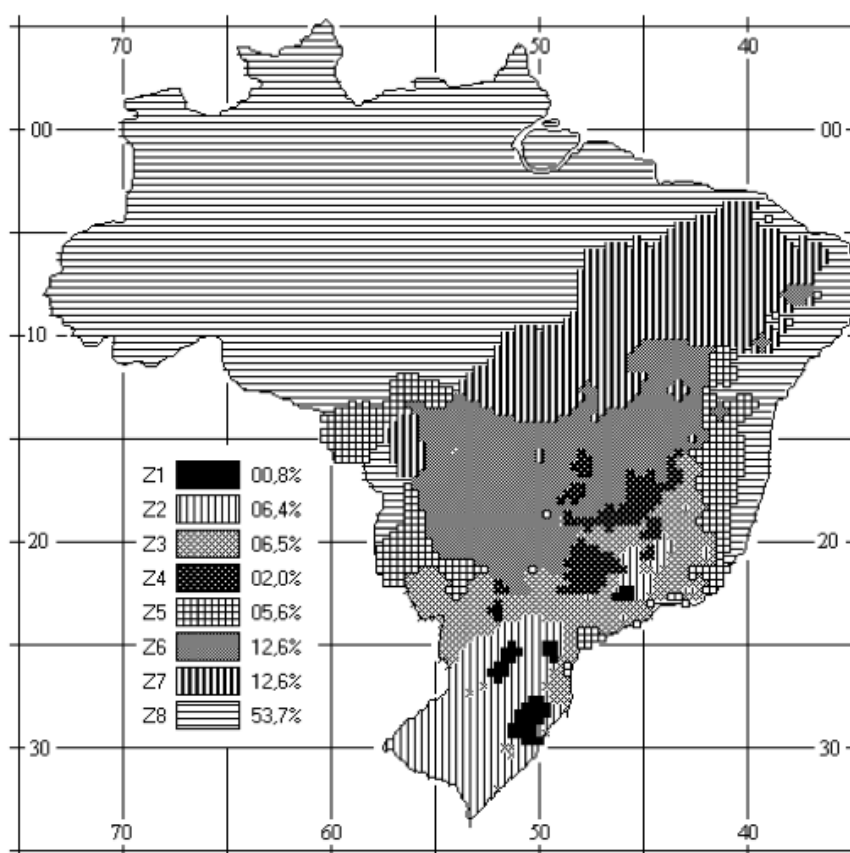


Figura 13 – Zoneamento bioclimático brasileiro

fonte: NBR 15.220-3 (ABNT, 2005 p.3)

Ainda de acordo com a norma, apesar desta apresentar critérios de definição questionáveis (a cidade pode ser enquadrada em mais de uma zona conforme descrito no anexo B da mesma), Curitiba está caracterizada como pertencente à Zona Bioclimática 1, a mesma das cidades de Caxias do Sul (RS), Lages e São Joaquim (SC), Palmas e Maringá (PR)⁹.

⁹ Apesar do enquadramento na mesma zona (1) Maringá está descrita com índices de umidade e estratégias a serem adotadas diferente das demais.

As condições climáticas de uma área urbana extensa e de construção densa são totalmente distintas daquelas dos espaços abertos circundantes, podendo haver diferenças de temperatura, de velocidade do vento, de umidade, de pureza de ar etc. (LOMBARDO, 1985 p.77)

Para o melhor entendimento do clima urbano local, buscou-se os dados de estações meteorológicas localizadas na região pertencente ao mesmo clima característico porém em zona de menor adensamento e características antrópicas (Figura 14).

Além dos dados da base meteorológica de Curitiba, foram solicitados ao Simepar os dados das cidades de Cerro Azul, Lapa e Pinhais¹⁰. Para a comparação, adotaram-se os dados desta última por possuir a altitude mais próxima em relação a estação base de Curitiba, localizada no Centro Politécnico/ UFPR, se comparado com as demais.

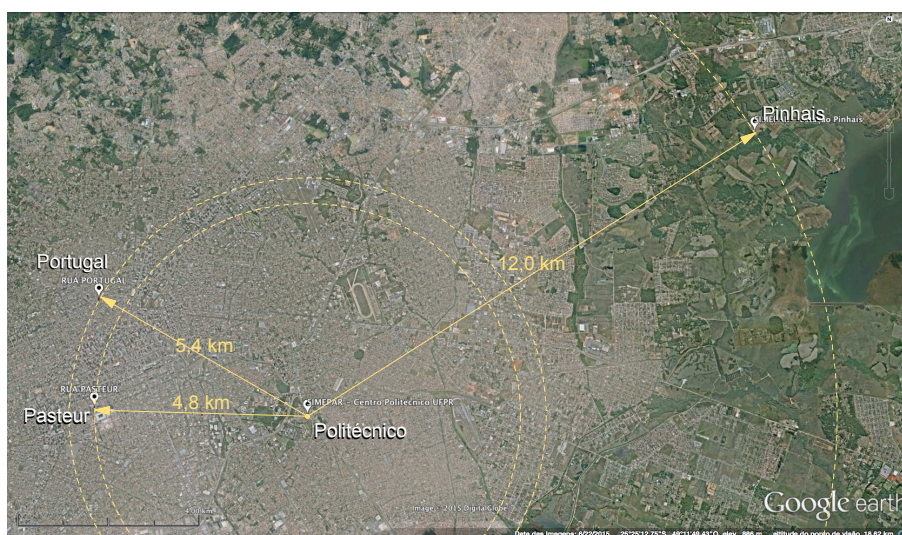


Figura 14 – Distâncias entre os pontos de levantamento de dados

fonte: Autoria própria/ imagem: Google Earth

Apesar de próxima ao perímetro urbano de Curitiba, a estação localiza-se em meio a áreas de preservação, em uma zona residencial de baixa densidade junto à represa do Iraí, conforme sugerido por Lombardo em sua citação. Apesar de já modificada pelo homem, a área onde localiza-se a estação de coleta pode ser considerada como o mais próximo das condições originais da paisagem de nossa região, situação ideal para o levantamento de dados (GARTLAND, 2008 p.28).

¹⁰ Apesar de estar nomeada como estação Pinhais dentro do sistema do SIMEPAR, a mesma encontra-se localizada no município de Piraquara.

Da mesma forma, os dados da estação Pinhais foram manipulados (ver apêndices) afim de se obter os valores médios mensais das temperaturas máxima, mínima e média dos últimos anos. Ao contrário da estação de Curitiba que iniciou seu funcionamento em 1997, a Pinhais tem seus primeiros registros em julho de 1998. Os dados do primeiro ano de medição daquela foram descartados na comparação.

Vale ressaltar que os valores das médias anuais não refletem as diferenças máximas registradas¹¹ entre as estações meteorológicas. Apesar de encontrar-se dentro da faixa de desvio padrão (variando cerca de 1°C ao longo do ano), a análise do gráfico demonstra em média um aumento de 0,8°C da temperatura em Curitiba se comparada com aquela registrada na outra estação (Figura 15).

Percebe-se que a umidade relativa observada na estação Pinhais é praticamente 7% mais alta que aquela registrada na estação de Curitiba (Figura 16), o que deve influenciar diretamente a diferença de temperatura.

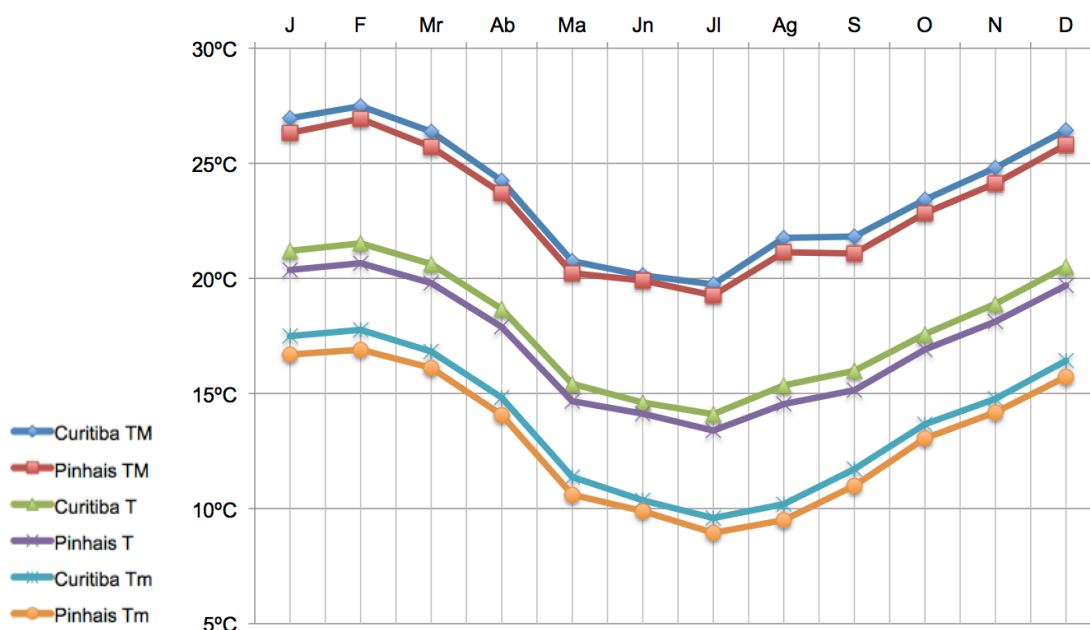


Figura 15 – Gráfico comparativo de temperaturas (°C) registradas nas estações Simepar – Centro Politécnico/ Pinhais

fonte: Autoria própria

¹¹ A diferença das médias anuais registrada entre as duas estações atingiu praticamente 2°C no ano de 2009.

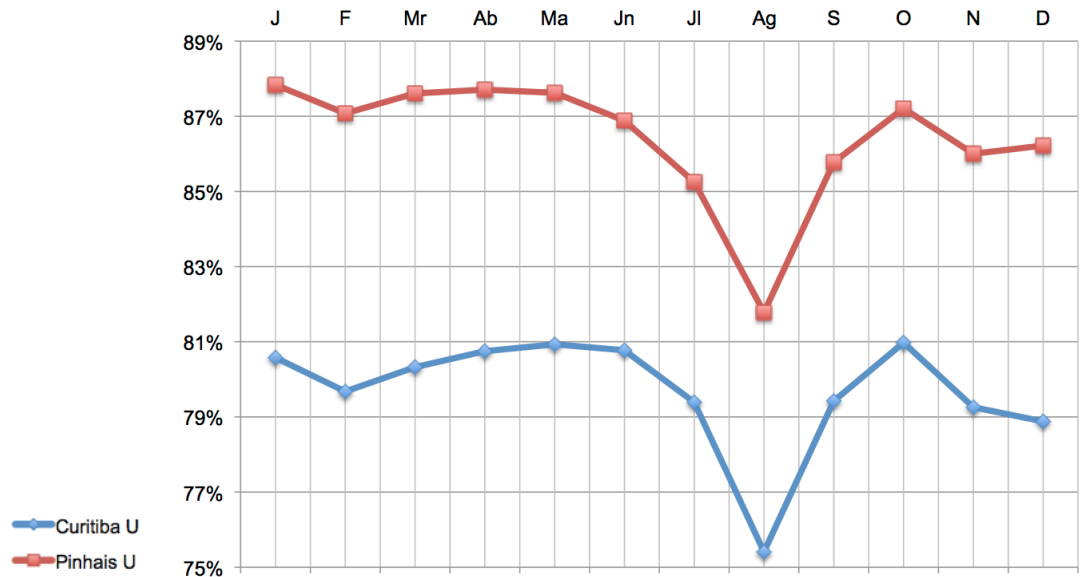


Figura 16 – Gráfico comparativo das umidades relativas (%) registradas nas estações Simepar – Centro Politécnico/ Pinhais

fonte: Autoria própria

Apesar da locação da estação no Centro Politécnico (em um gramado, sem edificações, pisos ou outros elementos construídos), o entorno urbano com suas superfícies impermeáveis e evapotranspiração quase nula contribuem para a redução da umidade e elevação da temperatura local (Figura 17). Outro fator ligado a esta diferença pode estar relacionado a falta de dissipação noturna do calor acumulado durante o dia seja pela presença da contaminação da atmosfera, seja pelos materiais utilizados nas superfícies (GARCIA, 2001 p.1).





Figura 17 – Entorno estações Simepar – Centro Politécnico e Pinhais

fonte: Google Earth

Nota-se o importante papel da vegetação no controle do microclima urbano, auxiliando no controle da velocidade do vento, na retenção de partículas suspensas, sombreamento das superfícies (radiação solar direta) e resfriamento evaporativo.

5.2 DADOS LEVANTADOS NA REGIÃO CENTRAL DE CURITIBA

Para a verificação dos efeitos da ilha de calor formada sobre a região central de Curitiba optou-se pela locação de aparelhos fixos em regiões de características distintas dentro do perímetro central da cidade, conforme metodologia descrita por Gartland (2008 cap.3).

Os dados recolhidos utilizando os aparelhos de medição nas ruas Portugal e Pasteur, bairros São Francisco e Água Verde respectivamente, serviram de base para a determinação do efeito da ilha de calor na região central de Curitiba.

Conforme já comentado, apesar de diferentes entre si, os sítios apresentam características consideradas relevantes para a intensificação do fenômeno de ilha de calor (LOMBARDO, 1985 p.149).

Apesar do período de registro não ter apresentado dias típicos da estação, tendo sido considerado o inverno mais quente desde o início das medições feitas

pelo Simepar em 1997, os dados levantados possibilitaram a constatação da ocorrência do fenômeno em Curitiba conforme proposta discutida pelo trabalho.

A Figura 18 apresenta um gráfico comparativo entre as temperaturas máximas e mínimas diárias coletadas comparando-as com os dados extraídos das bases do Inmet-PR¹². Apesar de não ocorrer de forma constante¹³, fica claro o aumento médio das temperaturas no centro em relação à base localizada no campus da UFPR.

Na média do período levantado, observou-se uma diferença térmica de cerca de 2,2°C entre os registros de temperatura máxima e de 2,0°C relativo as mínimas na comparação dos dados do bairro Água Verde (desvio padrão de 2,3°C e 1,8°C respectivamente) em relação àqueles coletados no Jardim das Américas (desvio padrão de 3,2°C e 1,8°C respectivamente). Considerando-se os dados absolutos, encontraram-se diferenças com picos de mais de 6°C entre os dois pontos (Figura 18).

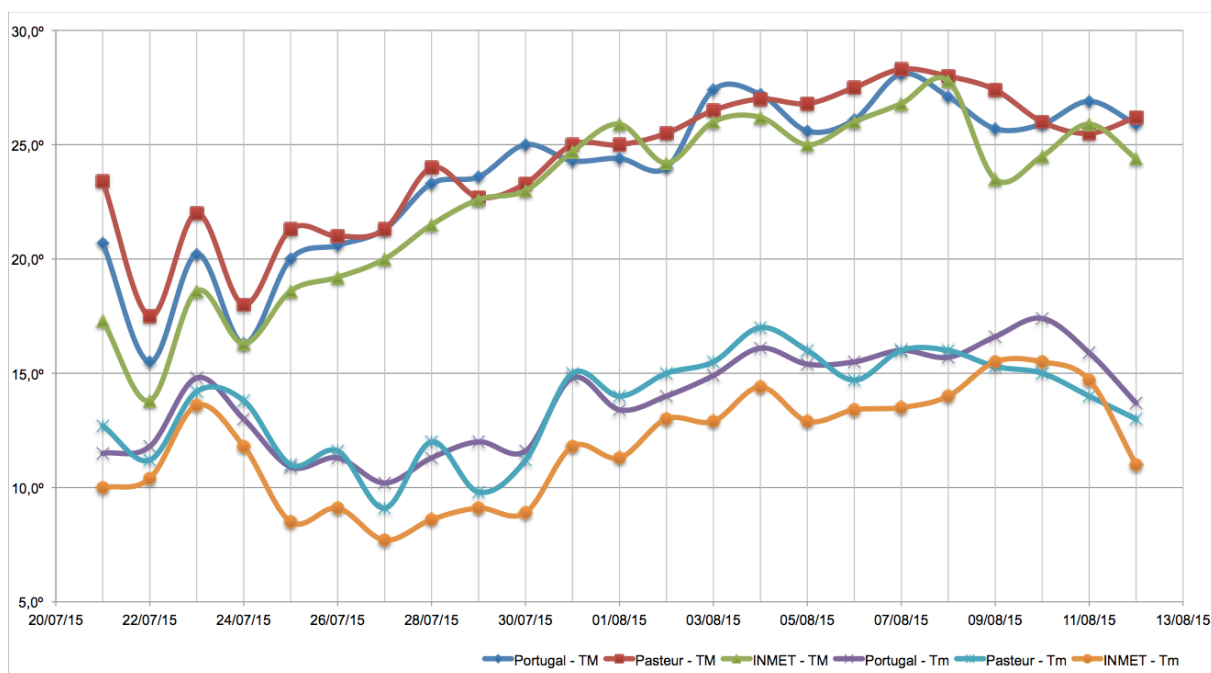


Figura 18 – Gráfico de temperaturas (°C) levantadas na região central e dados Inmet-Centro Politécnico (21.jul – 12.ago)

fonte: Autoria própria

¹² Por disponibilizar dados com o intervalo de 1 (uma) hora, entendeu-se que os dados desta base seriam mais apropriados ao estudo do fenômeno proposto.

¹³ A oscilação dos entre o pontos de coleta possivelmente se deve a interação com outros fatores climatológicos não levantados e que influenciam de forma direta a temperatura do ar como rajadas de vento, sombras de nuvens, precipitações localizadas etc.

Ainda pela análise do gráfico, nota-se que na maior parte do período analisado o Água Verde apresentou as temperaturas mais elevadas entre aquelas levantadas. Este bairro é atravessado pelo eixo estrutural da cidade e tem sua ocupação caracterizada por construções de maior gabarito, em lotes onde são permitidas taxas de até 100% de impermeabilização. Comparando ainda as temperaturas dos dois bairros centrais, a diferença média foi de 0,8°C entre as máximas e 0,1°C entre as mínimas temperaturas registradas.

Uma vez que o instrumento de medição utilizado na rua Pasteur não possuía a opção de registros horários, apenas a memória das máximas e mínimas alcançadas as últimas 24 horas, não foi possível um acompanhamento mais detalhado do fenômeno nesta região.

Os gráficos a seguir (Figuras 19 e 20) apresentam o comparativo diário, entre os dados horários extraídos do *data logger* instalado na rua Portugal e aqueles coletados na base meteorológica do Inmet no Centro Politécnico.

A primeira (Figura 19) apresenta o os dados do período total levantado onde fica clara a constância do fenômeno.

Os dias 21 a 25 de julho apresentaram ainda temperaturas relativamente baixas, mais próximas àquelas típicas do inverno contemporâneo de Curitiba dando fim a uma sequência de dias frios que caracterizou o mês de julho de 2015. Após esta data os dias que se seguiram por agosto foram marcados por um aumento significativo na temperatura chegando a atingir até 8°C além da máxima registrada nos primeiros dias de registro.

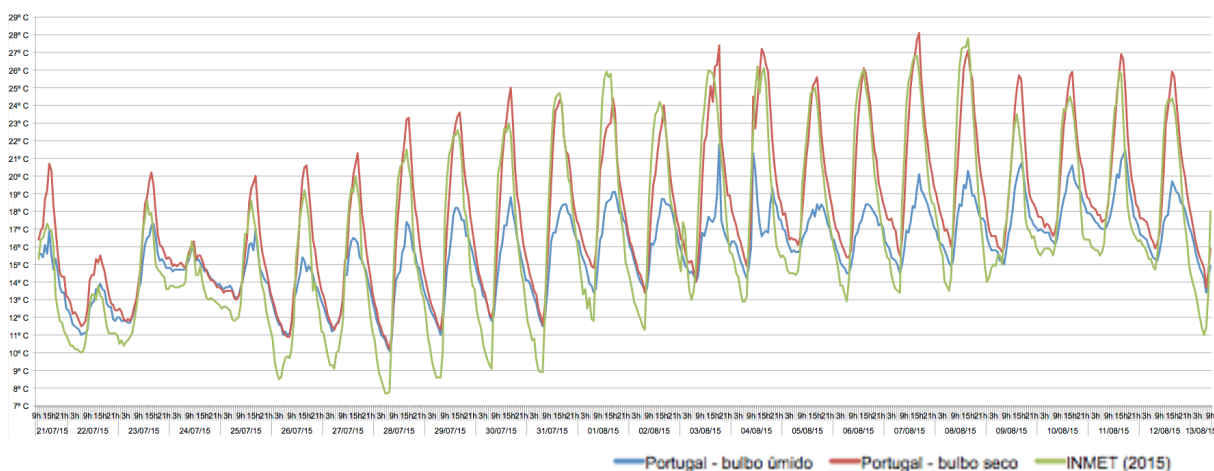


Figura 19 – Dados de temperatura em bulbo seco e úmido (°C) levantados na rua Portugal comparados aos dados Inmet-Centro Politécnico (21.jul – 13.ago)

fonte: Autoria própria

Algumas características descritas em outros trabalhos de mesma abordagem foram também percebidas nesta avaliação.

Um dado interessante é notar que o fenômeno tende a ter seus efeitos reduzidos durante os finais de semana com a diminuição das atividades urbanas no centro da cidade.

Percebe-se também que os maiores índices de amplitude térmica aconteceram nos dias com o céu mais limpo, a partir do dia 26 de julho, caracterizados pela presença do sol e aumento da temperatura em relação as médias típicas para a estação.

Da mesma forma que os períodos de maior amplitude ocorrem entre as 15h e 21h, os de menor foram percebidos no período da manhã em que existe um equilíbrio decorrente do lento aquecimento do ar e superfícies.

Observando o gráfico seguinte (Figura 20), com um menor recorte de tempo focando em dias típicos de ocorrência do fenômeno, é claro a existência de um descompasso entre os registros das máximas e mínimas diárias. Isso decorre da troca de calor das superfícies construídas acontecerem em geral de forma mais demorada. Nota-se que os horários com registros de máxima e mínima temperatura tendem a acontecer com até 1 hora de antecedência na região periférica da cidade, menos densa.

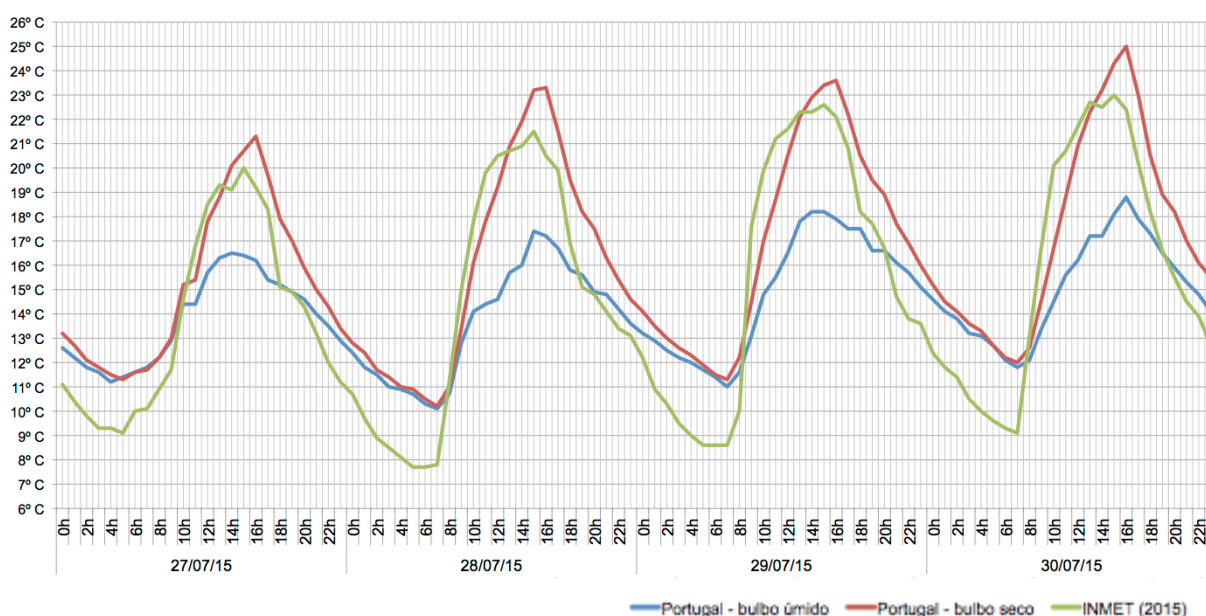


Figura 20 – Recorte de dados de bulbo seco e úmido levantados na rua Portugal comparados aos dados Inmet-Centro Politécnico (27.jul – 30.jul)

fonte: Autoria própria

5.3 APLICAÇÃO PRÁTICA DOS RESULTADOS

Para a verificação dos efeitos diretos do fenômeno observado sobre as estratégias a serem adotadas em projeto, os dados levantados foram sobrepostos sobre o gráfico psicométrico proposto por Givoni e adaptado para o trabalho.

Para aplicação, os valores de umidade relativa do ar foram no bairro São Francisco foram obtidos a partir da relação dos dados de temperatura no bulbo úmido. Estes aparentam uma certa incoerência já que estas acabaram ficando com índice acima das demais medições diretas.

Para aplicação dos valores no gráfico foram considerados para o mês de julho os valores registrados entre os dias 21 e 31 daquele mês. Para o mês de agosto foram utilizados os dados obtidos entre o dia 1 e 13.

O gráfico apresenta além dos dados obtidos na região central, o registro das estações do Inmet e Simepar para comparação. Esta última por trabalhar com os dados médios dos últimos 18 anos apresenta o registro com temperaturas bastante abaixo daquelas encontradas na medição atual já que o período apresentou características atípicas de inverno.

Esta afirmação fica evidente quando se compara as estratégias sugeridas pela observação dos dados encontrados na medição da área central àquelas relacionadas aos dados do Simepar.

Isolando somente os dados relativos ao período estudado (Figura 21), fica evidente a influência do fenômeno sobre as decisões a serem consideradas nas fases iniciais de concepção do projeto.

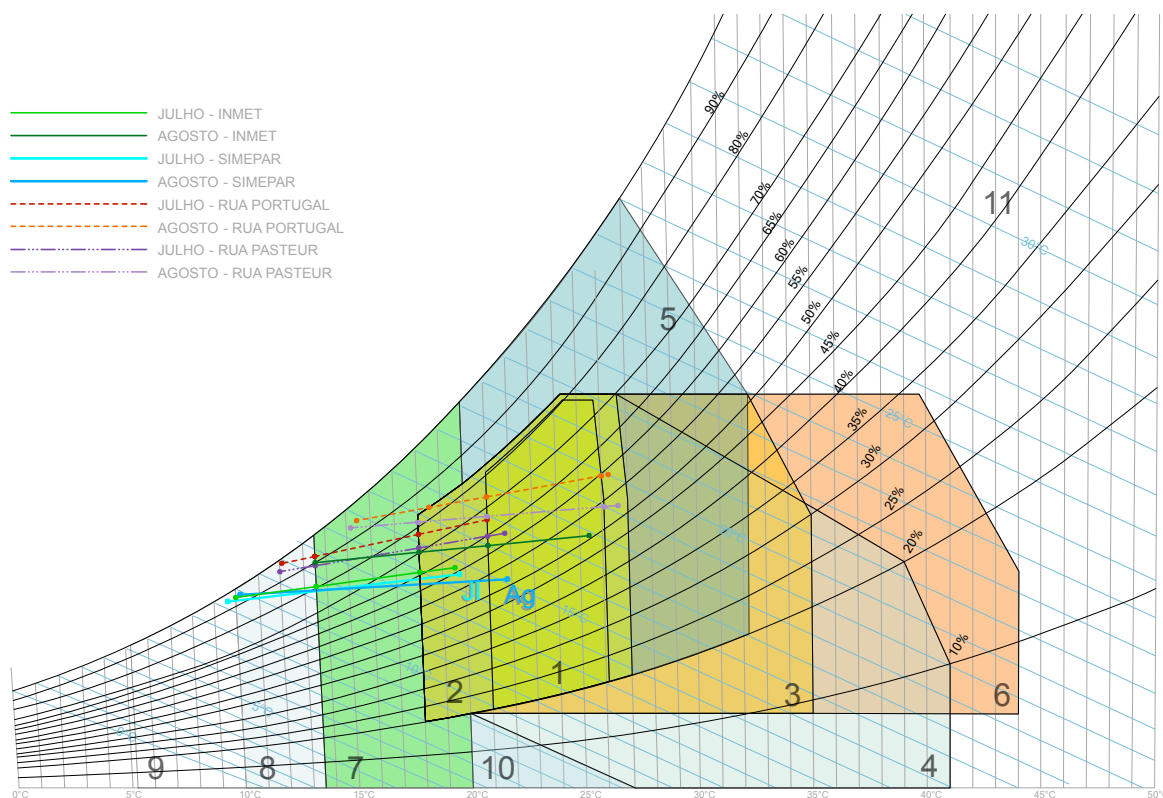


Figura 21– Gráfico psicrométrico de Curitiba com identificação das temperaturas levantadas na região central, dados da Simepar e Inmet

fonte: Autoria própria

As considerações a seguir levam em conta apenas a análise dos dados obtidos na região central e aqueles fornecidos pela estação do Inmet no Centro Politécnico/ UFPR.

Analisando o mês de julho, nota-se que necessidade propositiva de sistemas solares passivos poderia ser reduzida em praticamente 60% em ambos lotes da região central. Da mesma forma, o período compreendido dentro da faixa de conforto expandido mais que dobraria em relação aos dados do Inmet (de aproximadamente 16% para 33,5% das horas do mês).

Os efeitos podem ser também percebidos na comparação com o mês de agosto em que o tempo da zona de conforto é cerca de 15% e 20% superior, no São Francisco e Água Verde respectivamente, se comparados aos valores no Jardim das Américas.

6 CONCLUSÃO

Ressalta-se que os dados meteorológicos tratados foram registrados em aeroportos e, portanto, as temperaturas nos centros das cidades, onde encontram-se grande parte das instalações de ar-condicionado são, às vezes, sensivelmente mais altas. Além disso, a ausência de dados de radiação solar nos registros disponíveis prejudica a exatidão das estimativas de consumo de energia, pois a radiação é um fator de grande peso no consumo. (GOULART; LAMBERTS; FIRMINO, 1998 p.2)

Apesar de na análise dos gráficos apresentarem recomendações gerais de projeto, pode-se observar as implicações decorrentes da formação de ICs sobre as estratégias iniciais sugeridas. Esta constatação reforça a importância do aprofundamento do estudo do fenômeno ao menos nas grandes cidades brasileiras.

O trabalho buscou demonstrar as consequências do fenômeno nas fases iniciais de projeto e, apesar de levantar características comuns à ocorrência deste em outras localidades, não focou em detalhar os efeitos causadores das ilhas.

Desta forma, aspectos geomorfológicos, intensidade de atividades antrópicas, medição de partículas sólidas entre outros fenômenos levantados por outros pesquisadores não fizeram parte do objeto estudado.

Tampouco foram demonstrados com detalhamento os valores de desvio padrão estatístico encontrados na verificação dos valores médios de temperatura e umidade registrados. Optou-se pelo desenvolvimento do trabalho desta forma uma vez que este dado não foi citado nos volumes consultados. O aprofundamento neste item específico pode também ser fruto de novas publicações já que tem um impacto grande nos resultados uma vez que aumenta consideravelmente o intervalo admissível de variação.

Ressalta-se também que o curto período da análise não deve ser considerado como relevante para caracterização e adoção de dados. Serviu apenas como ensaio para a verificação de possíveis impactos e estímulo ao desenvolvimento de trabalhos futuros sobre o tema.

Neste caso, vale ressaltar a importância da análise de outras publicações já desenvolvidas sobre o levantamento do clima de Curitiba afim de buscar uma melhor relação entre estas o que possibilitaria a criação de um futuro banco de dados conforme sugerido no recente artigo publicado pela IAUC (KRÜGER; TAMURA; ROSSI, 2015 p.8).

Os resultados propostos pelos gráficos elaborados consideram médias mensais de temperatura. Para uma verificação mais profunda, vale recorrer ao uso de softwares de simulação diária com a utilização de uma base de dados atualizada.

A adaptação feita pelo LabEEE do intervalo de conforto proposto para aplicação em gráficos para países quentes em desenvolvimento (GIVONI, 1998 p.45) reforça a afirmação de Schmid (2015) sobre o cuidado que se deve ter no uso indiscriminado destas metodologias. Aquela possivelmente se deu face à diferença de padrões construtivos utilizados no Brasil em comparação àqueles utilizados nos países onde o gráfico fora desenvolvido.

Pelas edificações brasileiras possuírem em geral de características construtivas mais leves, entende-se que a faixa de conforto proposta foi ampliada buscando reduzir as exigências para obtenção da sensação de bem estar dentro dos ambientes. Esta deve ter considerado também padrões aos quais a população já está acostumada além da diferença climática existente entre os extremos do país.

Para aplicação da metodologia apresentada em outras tipologias de edifícios faz-se necessária a adaptação dos gráficos ao fato de os ganhos de calor provenientes do próprio uso da edificação apresentarem características diferentes daquelas consideradas para o uso residencial. A experiência profissional, em parceria com consultores específicos, tem mostrado que em alguns casos é necessário optar pelo uso de fechamentos que auxiliem a troca com o meio externo face à alta produção de calor no interior da edificação¹⁴.

Uma metrópole sem planejamento adequado do uso do solo, com ausência de parâmetros adequados de verticalização e ocupação, sobretudo onde ela cresce a uma velocidade rápida e com poucos recursos técnicos, pode colocar em risco a qualidade de vida de seus habitantes. (LOMBARDO, 1985 p. 21)

O aprofundamento dos estudos a respeito do fenômeno devem contribuir nas decisões acerca do crescimento e planejamento sustentável futuro de nossa capital. Em uma época de reformulação do plano diretor da cidade, são dados de grande relevância para análise de uma equipe multidisciplinar de planejamento urbano.

¹⁴ Ganhos de temperatura pelo excesso de computadores, alto número de funcionários e equipamentos de iluminação.

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, 2005.

GARCÍA, Esther Higuera. **Urbanismo y medio ambiente. La ciudad. El microclima urbano y el bienestar**. Madrid; Cuadernos del Instituto Juan de Herrera. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 2001 36p. ISBN 84-95365-83-9.

GARTLAND, Lisa. **Heat islands: understanding and mitigating heat in urban areas**. London, GB: Earthscan, 2008. ISBN : 9781844072507

GIVONI, Baruch. **Climate considerations in building and urban design**. New York, NY: Van Nostrand Reinhold, 1998. ISBN : 9780471291770

GONZÁLEZ, F. Javier Neila. **Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible – Colección: Arquitectura y tecnología**. Madrid: Ed. Munilla-Lería, 2004. ISBN 84-89150-64-8.

GOULART, Solange; LAMBERTS, Roberto; FIRMINO, Samanta. **Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras**. 2ª Edição. Florianópolis, SC: PROCEL/ Núcleo de Pesquisa em Construção, UFSC, 1998 Disponível em: < <http://www.labeeee.ufsc.br/publicacoes/livros> >. Acesso em: 4 agosto 2015.

KRÜGER, Eduardo; TAMURA, Cintia; ROSSI, Francine. A Review fo Urban Climate Research Change in Curitiba, Brazil. **Revista Urban Climate News – International Association for Urban Climate (IAUC)** [S.l.] nº 56, junho 2015 p. 8-17. Disponível em: <<http://www.urban-climate.org/newsletters/IAUC056.pdf>> Acesso em 17 julho 2015.

LOMBARDO, Magda Adelaide. **Ilha de calor nas metrópoles : o exemplo de São Paulo; prefácio de Milton Santos**. São Paulo, SP: HUCITEC, 1985.

MINELLA, Flávia Cristina Osaku; RASIA, Francisco Bemquerer Costa; KRÜGER, Eduardo Leite. **Impactos microclimáticos do desenho urbano: estudos realizados em Curitiba**; RA'EGA. Curitiba, PR. nº 21 p. 298-336 Editora UFPR

2011. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/view/17760>>. Acesso em 19 maio 2015.

OLGYAY, Victor. **Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. [S.l.]. Versão espanhola de Josefina Frontado e Luis Clavet, arqts. 3ª edição, Barcelona: Ed. Gustavo Gili, SA. , 2004. ISBN: 84-252-1488-2.

ROSSI, Francine A.; **Análise da influência da ocupação do solo na variação de temperatura em diferentes localidades da cidade de Curitiba**. 2004. 167 f. Dissertação (Mestre em Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Centro de Educação Tecnológica Federal do Paraná, 2004. Disponível em: <http://www.degraf.ufpr.br/docentes/francine/Publicacoes/ROSSI_2004_dissertacao.pdf>. Acesso em 21 setembro 2015.

ROSSI, Francine A.; KRÜGER, Eduardo. **Análise de variação de temperaturas locais em função das características de ocupação do solo em Curitiba**; RA'EGA. Curitiba, PR. nº 10 p. 93-105 Editora UFPR 2005. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/view/3377/3772>>. Acesso em 19 maio 2015.

ROSSI, Francine A.; DUMKE, Eliane; KRÜGER, Eduardo. **Atualização do ano climático de referência para Curitiba**; X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Natal, RN 2009. Disponível em: <http://www.degraf.ufpr.br/docentes/francine/Publicacoes/Eventos/2009_ENCAC_Rossi_Dumke_Kruger.pdf>. Acesso em 26 maio 2015.

ROSSI, Francine A.; **Proposição de metodologia e de modelo preditivo para avaliação da sensação térmica em espaços abertos em Curitiba**. 2012. 190 f. Dissertação (Doutorado em Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Centro de Educação Tecnológica Federal do Paraná, 2012. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/311/1/CT_PPGTE_D_Rossi,%20Francine%20Aidie_2012.pdf>. Acesso em: 22 julho 2015.

SCHMID, Aloísio Leoni. **Tradução comentada do clássico artigo que lança a idéia do diagrama bioclimático do edifício**; artigo aprovado para publicação no XIII Encontro Nacional e IX Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. A ser realizado em Campinas, SP 2015.

SCHMITZ, Lisana Katia.; **Reestruturação urbana e conforto térmico em Curitiba/PR: diagnóstico, modelagem e cenários**. 2014. 298 f. Tese apresentada como

requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Geografia – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná, 2014.

Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/handle/1884/36121>>. Acesso em: 30 setembro 2015.

Websites consultados:

Inmet – **Instituto Nacional de Meteorologia.**

Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>.

Inpe – **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.**

Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/tab_elnino.shtml>.

Ippuc – **Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba.**

Disponível em: <<http://www.ippuc.org.br>>.

Simepar – **Sistema Meteorológico do Paraná.**

Disponível em: < <http://www.simepar.br/> >.

APÊNDICES

Tabela 8 – Médias das temperaturas médias diárias registradas pelo Simepar – Pinhais

TEMPERATURAS MÁXIMAS – TM (°C)												
	J	F	Mr	Ab	Ma	Jn	Jul	Ag	S	O	N	D
1997												
1998							19,1	20,0	19,0	20,2	23,4	25,7
1999	25,3	26,5	25,9	22,1	19,3	17,2	18,5	21,3	21,5	19,4	22,0	24,9
2000	25,7	25,4	23,9	24,6	20,3	21,4	17,5	20,4	18,7	24,7	23,8	26,1
2001	27,5	27,4	27,5	25,0	19,4	19,7	20,7	22,2	20,3	23,3	24,4	25,2
2002	26,6	26,1	28,7	25,6	21,7	21,8	19,1	22,9	21,1	25,6	25,2	26,6
2003	26,3	29,6	26,2	24,2	20,8	21,7	19,7	19,5	22,1	22,8	24,4	25,2
2004	24,9	25,6	24,6	23,5	17,8	19,9	17,1	21,3	23,8	21,7	23,7	24,3
2005	25,1	26,5	26,3	24,5	22,1	21,1	19,4	22,3	18,1	22,5	23,7	24,7
2006	28,1	27,3	26,2	23,5	20,1	21,7	22,5	22,2	20,7	23,4	23,7	26,1
2007	26,3	26,9	28,7	24,4	19,8	22,5	19,3	21,4	24,7			
2008	23,8	25,9	24,8	23,2	20,3	19,0	22,0	20,7	19,6	22,3	22,4	25,3
2009	24,4	24,8	24,5	21,8	19,3	16,0	15,0	19,2	18,9	21,6	28,1	26,5
2010	26,7	28,2	25,6	23,0	19,9	19,4	20,6	20,3	22,0	21,7	25,0	25,1
2011	28,1	27,2	23,1	24,1	20,3	19,1	19,9	20,0	20,8	23,0	23,6	25,6
2012	26,1	28,9	26,9	23,9	20,3	18,1	19,5	23,0	23,6	25,2	24,5	28,8
2013	25,1	26,7	24,3	23,7	21,6	19,4	18,8	20,4	21,2	22,7	23,7	26,2
2014	28,7	28,1	25,2	22,6	20,7	20,1	19,2	22,1	22,3	25,4	24,5	26,6
2015	28,6	26,7	24,6	23,5	20,3	20,3	18,7					
média	26,3	26,9	25,7	23,7	20,2	19,9	19,3	21,1	21,1	22,8	24,1	25,8

fonte: Autoria própria

Tabela 9 – Médias das temperaturas máximas mensais registradas pelo Simepar – Pinhais

TEMPERATURAS MÍNIMAS – Tm (°C)												
	J	F	Mr	Ab	Ma	Jn	Jul	Ag	S	O	N	D
1997												
1998							9,5	11,7	11,7	12,9	13,4	15,5
1999	17,1	17,0	17,1	13,1	9,0	8,3	9,2	8,2	10,8	11,5	12,0	15,7
2000	16,3	16,7	15,1	13,0	9,6	10,7	5,2	8,1	10,6	14,5	14,2	15,7
2001	17,3	18,2	17,4	15,7	10,4	9,5	9,0	10,6	11,9	12,7	14,9	15,4
2002	16,5	15,6	17,5	16,2	13,4	11,7	8,7	11,4	9,8	14,9	15,1	16,4
2003	17,4	18,1	16,2	14,2	9,2	11,4	10,4	7,2	10,4	12,9	13,7	15,5
2004	15,9	15,9	14,9	15,3	10,4	9,1	9,4	9,2	12,8	12,1	14,2	15,3
2005	16,9	16,2	16,3	15,5	12,4	12,4	8,9	10,5	10,5	14,1	13,6	14,4
2006	17,1	16,8	16,9	12,9	8,8	12,2	9,8	9,9	10,1	13,3	14,7	17,0
2007	17,2	17,1	17,2	15,3	10,2	10,0	7,7	9,8	12,0			
2008	16,2	16,3	15,7	13,2	10,0	8,7	9,2	11,1	9,9	13,9	14,4	14,1
2009	14,7	15,6	15,2	12,2	9,8	5,7	7,6	7,9	10,6	12,1	17,3	16,6
2010	17,6	18,2	16,4	13,1	11,0	9,3	10,4	8,4	11,8	11,6	13,5	15,6
2011	17,6	17,7	15,7	14,3	10,3	7,3	9,7	9,7	10,0	12,8	12,7	14,7
2012	15,6	17,0	14,7	14,1	11,1	10,4	8,5	10,6	10,9	13,7	14,3	17,5
2013	15,4	16,7	15,2	12,6	10,9	10,8	7,4	8,0	10,6	12,5	14,2	16,2
2014	17,4	17,3	16,1	14,5	11,8	11,1	9,5	9,2	12,5	13,4	14,8	16,1
2015	17,6	16,9	16,3	13,9	12,2	9,5	10,9					
média	16,7	16,9	16,1	14,1	10,6	9,9	8,9	9,5	11,0	13,1	14,2	15,7

fonte: Autoria própria

Tabela 10 – Médias das temperaturas mínimas mensais registradas pelo Simepar – Pinhais

TEMPERATURAS MÉDIAS – T (°C)												
	J	F	Mr	Ab	Ma	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
1997												
1998							13,6	15,1	14,7	15,9	17,4	19,8
1999	20,3	20,6	20,4	16,8	13,7	12,4	13,1	13,9	15,4	14,6	16,0	19,3
2000	20,0	19,9	18,7	17,7	14,3	15,2	10,7	13,7	14,2	18,6	18,0	19,9
2001	21,3	21,5	21,1	19,3	14,3	13,8	14,0	15,4	15,3	16,9	18,8	19,4
2002	20,5	19,7	21,9	19,9	16,6	15,9	13,0	16,3	14,4	19,4	19,1	20,2
2003	20,7	22,4	19,9	18,2	14,3	15,6	14,3	12,7	15,1	16,8	18,2	19,3
2004	19,3	19,5	18,6	18,5	13,4	13,8	12,7	14,4	17,4	16,0	17,9	18,9
2005	20,0	20,0	20,1	19,0	16,5	15,8	13,5	15,9	13,6	17,2	17,8	18,6
2006	21,3	20,9	20,3	17,3	13,6	16,0	15,3	15,5	14,6	17,1	18,1	20,5
2007	20,6	20,8	21,7	18,8	14,4	15,5	12,9	14,7	17,1			
2008	19,1	20,0	19,3	17,2	14,5	13,3	14,8	15,2	14,0	17,2	17,3	18,7
2009	18,9	19,0	18,9	16,0	13,9	10,1	10,9	12,8	13,9	15,9	21,4	20,2
2010	20,7	22,0	20,0	17,2	14,6	13,5	14,6	13,5	15,8	15,3	18,0	19,2
2011	21,1	21,0	18,4	18,0	14,3	12,4	13,9	14,1	14,3	16,8	17,1	19,1
2012	19,5	21,4	19,7	18,0	14,8	13,6	13,3	15,5	16,1	18,3	18,3	21,6
2013	19,1	20,4	18,8	17,1	15,5	14,2	12,5	13,6	15,2	16,6	18,0	20,1
2014	21,8	21,6	19,7	17,6	15,3	14,8	13,5	15,0	16,4	18,0	18,5	20,1
2015	21,8	20,5	19,2	17,6	15,4	14,3	14,4					
média	20,4	20,7	19,8	17,9	14,7	14,1	13,4	14,5	15,1	16,9	18,1	19,7

fonte: Autoria própria

Tabela 11 – Médias mensal da umidade relativa diária registradas pelo Simepar – Pinhais

UMIDADE RELATIVA DO AR – U (%)												
	J	F	Mr	Ab	Ma	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
1997												
1998							84,7	86,3	88,5	87,8	81,9	80,3
1999	87,1	86,4	86,0	85,3	82,9	87,5	86,8	76,6	80,2	88,2	83,0	84,0
2000	86,1	87,2	87,5	81,1	82,0	81,4	78,1	81,5	90,3	85,4	87,6	84,7
2001	85,4	89,8	87,8	88,7	89,8	87,3	86,0	86,6	89,6	86,9	89,5	88,3
2002	89,6	88,8	88,1	90,2	92,5	88,6	90,2	87,0	87,5	89,5	90,0	92,2
2003	92,6	89,0	91,0	89,2	87,0	91,4	88,8	83,0	87,4	90,7	88,7	93,1
2004	93,6	91,3	91,7	94,2	95,1	90,8	93,3	84,8	86,8	88,3	83,3	83,2
2005	87,0	82,3	85,4	87,8	86,6	88,0	83,7	76,6	90,0	91,7	84,5	86,2
2006	84,3	85,3	89,2	84,5	83,3	85,1	77,4	74,6	80,8	87,5	88,4	87,5
2007	89,3	86,8	82,5	89,6	87,3	77,9	80,8	82,9	83,8			
2008	92,0	85,6	85,0	86,8	83,5	84,0	76,4	82,7	83,8	87,7	88,4	83,5
2009	85,7	87,4	85,2	86,8	87,7	85,4	92,5	83,2	91,5	89,4	85,8	88,4
2010	90,7	85,3	88,2	88,2	90,9	86,0	85,9	80,4	83,9	86,9	83,3	89,7
2011	89,0	88,4	91,1	87,7	86,8	84,7	86,4	83,7	84,5	86,2	84,0	81,3
2012	87,0	87,2	83,3	86,7	89,3	92,6	84,6	82,0	81,5	83,5	84,4	86,0
2013	86,9	87,9	89,4	85,6	85,6	91,9	85,9	80,1	82,2	83,4	87,1	85,0
2014	83,1	83,4	87,8	90,5	88,7	87,8	84,3	78,2	85,7	82,3	86,2	86,0
2015	83,8	88,2	90,2	88,2	90,6	86,6	88,8					
média	87,8	87,1	87,6	87,7	87,6	86,9	85,3	81,8	85,8	87,2	86,0	86,2

fonte: Autoria própria

Tabela 12 – Umidades máximas mensais registradas pelo Simepar – Pinhais

MÁXIMA UMIDADE RELATIVA DO AR – UM (%)												
	J	F	Mr	Ab	Ma	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
1997						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1998	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	96,8	96,7	96,8	96,5	90,5	95,0
1999	96,6	94,0	95,1	96,4	93,9	96,5	97,3	95,6	96,9	97,7	95,4	97,6
2000	96,4	97,7	94,3	90,9	91,7	97,8	97,5	98,2	98,3	98,2	97,8	94,8
2001	97,7	96,4	93,8	97,6	98,0	97,9	97,7	97,6	97,8	98,2	98,5	98,0
2002	98,1	96,2	98,1	97,6	98,3	98,1	98,0	98,9	99,5	98,9	99,0	98,7
2003	99,2	98,2	98,6	98,3	98,0	98,3	98,7	97,8	98,9	98,8	98,2	98,5
2004	98,8	97,9	98,4	98,5	99,9	98,2	100,0	100,0	100,0	100,0	95,4	94,6
2005	96,5	90,7	96,1	96,5	98,3	98,3	98,4	98,9	98,5	98,5	97,4	97,5
2006	93,4	96,5	98,8	98,6	98,2	97,9	98,2	98,6	99,0	98,8	98,4	98,5
2007	98,1	97,4	94,8	98,7	99,6	97,6	99,1	99,3	98,6			
2008	99,5	93,5	96,0	98,2	95,1	97,3	90,0	98,5	96,6	99,8	98,4	96,1
2009	95,5	96,1	95,3	94,3	99,3	98,2	99,4	98,5	99,2	97,4	96,9	94,0
2010	99,6	98,8	99,5	99,8	99,2	99,8	98,9	99,4	96,5	99,9	96,5	100,0
2011	96,0	98,2	96,3	96,2	97,2	97,6	99,5	99,5	98,5	98,3	98,4	97,4
2012	98,6	98,3	96,2	99,6	99,0	99,6	98,5	98,5	96,4	97,9	97,5	97,5
2013	97,4	96,2	95,7	96,0	98,8	99,9	99,9	98,7	99,0	97,6	96,2	94,3
2014	94,1	98,6	98,0	97,5	99,1	98,7	95,2	97,7	97,3	94,3	96,9	97,6
2015	94,1	96,9	97,1	98,4	99,9	97,9	97,5					
média	91,6	91,2	91,2	91,8	92,4	87,9	92,7	92,9	92,6	92,4	91,3	91,2

fonte: Autoria própria

Tabela 13 – Umidades mínimas mensais registradas pelo Simepar – Pinhais

MÍNIMA UMIDADE RELATIVA DO AR (%)												
	J	F	Mr	Ab	Ma	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
1997						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1998	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	68,1	67,4	70,6	70,2	69,7	61,2
1999	75,4	75,3	77,8	63,7	71,3	74,3	65,8	44,3	42,3	73,9	66,8	55,8
2000	72,2	79,2	81,6	63,4	61,4	54,0	49,9	54,0	68,1	68,3	68,4	71,5
2001	71,4	83,9	73,6	71,2	74,8	65,9	68,2	73,1	59,4	68,0	70,4	73,2
2002	73,6	73,8	74,1	72,4	81,3	75,0	74,8	65,9	62,3	74,6	66,7	80,3
2003	64,5	77,9	80,4	65,6	66,3	81,9	71,6	59,8	63,8	71,1	65,9	69,5
2004	84,6	82,1	80,1	84,6	85,2	77,1	68,4	65,1	60,6	65,3	64,3	68,7
2005	76,1	68,4	75,3	72,8	72,2	76,6	60,3	48,4	62,9	74,2	65,1	70,1
2006	64,8	70,7	82,7	63,9	53,2	66,2	53,1	48,8	48,7	73,5	66,2	75,3
2007	79,3	71,8	73,8	84,1	70,3	62,2	56,1	47,9	66,2			
2008	66,3	75,0	65,1	75,3	70,1	66,2	53,6	51,6	48,1	70,7	67,0	69,9
2009	61,4	70,5	66,8	71,0	71,6	59,1	83,1	51,8	66,1	75,0	72,6	78,0
2010	78,9	72,8	72,2	75,9	82,9	58,6	65,9	46,8	58,5	67,8	51,8	72,9
2011	82,7	78,7	83,7	77,3	73,5	55,6	62,3	54,5	47,5	64,2	73,3	52,1
2012	74,6	73,4	65,3	67,8	73,4	73,8	69,7	66,3	62,8	64,3	68,5	75,9
2013	77,5	79,2	73,5	68,4	61,3	80,6	64,4	58,8	50,5	71,0	68,0	67,5
2014	70,0	69,4	75,6	79,9	80,3	68,4	59,7	51,1	55,3	61,7	73,4	74,9
2015	74,1	80,4	79,1	82,8	83,8	68,0	76,6					
média	69,3	71,2	71,1	68,9	68,5	61,2	61,7	53,1	55,2	65,5	63,4	65,7

fonte: Autoria própria

Tabela 14 – Tabela com a média dos dados mensais registrados pelo Simepar – Pinhais

DADOS RESUMIDOS												
	J	F	Mr	Ab	Ma	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
TM	26,3	26,9	25,7	23,7	20,2	19,9	19,3	21,1	21,1	22,8	24,1	25,8
Hm	69,3	71,2	71,1	68,9	68,5	61,2	61,7	53,1	55,2	65,5	63,4	65,7
<hr/>												
Tm	16,7	16,9	16,1	14,1	10,6	9,9	8,9	9,5	11,0	13,1	14,2	15,7
HM	91,6	91,2	91,2	91,8	92,4	87,9	92,7	92,9	92,6	92,4	91,3	91,2
<hr/>												
T	20,4	20,7	19,8	17,9	14,7	14,1	13,4	14,5	15,1	16,9	18,1	19,7
H	87,8	87,1	87,6	87,7	87,6	86,9	85,3	81,8	85,8	87,2	86,0	86,2

fonte: Autoria própria