



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**

**MARÍA ESTHER CORRALES CARDENAL**

**METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO EM**  
**EDIFICAÇÕES: Estudo de Caso aplicado a Edifício Habitacional na**  
**cidade de Belém do Pará**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof. M<sup>a</sup>. Emília de Lima Tostes

Belém, Pará  
Fevereiro, 2017.

MARÍA ESTHER CORRALES CARDENAL

METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO EM  
EDIFICAÇÕES: Estudo de Caso aplicado a Edifício Habitacional na cidade  
de Belém do Pará

Dissertação submetida ao corpo docente do programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Aprovada por:

---

Prof. Maria Emília de Lima Tostes, D. Sc.  
PPGAU, Orientadora

---

Prof. Celma Chaves Pont Vidal  
PPGAU, Membro Interno

---

Prof. Elcione Maria Lobato de Moraes  
FAU, Membro Externo

Belém, Pará  
Fevereiro, 2017

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus queridos pais.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por me dar essa oportunidade incrível de realizar uns dos meus sonhos; e me capacitar para viver essa experiência, a qual me encheu profissional e pessoalmente.

A meus pais e irmãos, por me brindar sempre seu apoio incondicional, me incentivar a viver esta aventura, torcer por mim, e me esperar sempre em casa com os braços abertos.

A meu namorado Nelson, por sua incrível compreensão, por estar sempre ao meu lado, me brindar apoio e amor. Sem você não o podia ter alcançado.

A minha orientadora Prof. Maria Emília, por me ter ensinado e guiado nessa experiência.

A minha amiga Carol que empreendeu essa viagem acadêmica comigo, e todos meus colegas do Ceamazon; pela convivência, os momentos de alegria, companhia e bons churrascos.

A minha amiga Laury, porque embora que lhe cheguei conhecer no final da travessia, me deu novos incentivos e uma amizade verdadeira.

## RESUMO

A presente dissertação desenvolve uma metodologia de avaliação que compara o desempenho térmico da estratégia bioclimática passiva de ventilação natural, segundo as diretrizes construtivas do Zoneamento Bioclimático Brasileiro em um edifício multifamiliar na cidade de Belém do Pará. Foram simuladas oito zonas térmicas durante períodos anuais, mensais e diários; em dois andares e quatro orientações. Cada zona térmica foi avaliada, segundo o índice de conforto térmico, Índice de Calor, que ocupa como base as temperaturas médias do ar e umidade relativa. A avaliação envolveu a medição da estratégia para climas quentes e úmidos, calculando a porcentagem de área de abertura, e aplicação de protetores solares. Os resultados confirmaram que pelas altas temperaturas e alta umidade relativa da região, se experimentam grandes sensações de desconforto térmico, segundo a classificação do Índice de Calor. A adoção de estratégias bioclimáticas no projeto potencializa a aquisição na busca da criação de ambientes mais sustentáveis, com melhor desempenho térmico e redução de consumo energético.

Palavras chaves: desempenho térmico, estratégia bioclimática passiva, índice de calor.

## **ABSTRACT**

This dissertation develops an evaluation methodology that compares the thermal performance of the passive bioclimatic strategy that is natural ventilation, according to the constructive guidelines of the Brazilian Bioclimatic Zoning in a multi-story building in the city of Belém do Pará. Eight thermal zones were simulated during different time periods, annually, monthly and daily; in two floors and four orientations. Each thermal zone was classified according to the thermal comfort Index, the Heat Index, which use as base information the mean air temperature and relative humidity percentage. Results confirmed that because of the characterized high temperatures and high percentage of relative humidity of the region, large thermal discomfort sensations can be felt. The adoption of bioclimatic strategies in design potentiates the acquisition of creating more sustainable environments, with better thermal performances and reduction of energy consumption.

Keywords: thermal performance, passive bioclimatic strategy, heat index.

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| RESUMO .....                                                                                                                               | iii |
| ABSTRACT .....                                                                                                                             | iv  |
| SUMÁRIO .....                                                                                                                              | v   |
| LISTA DE FIGURAS .....                                                                                                                     | vii |
| Capítulo 1: INTRODUÇÃO .....                                                                                                               | 1   |
| 1.1 Justificativa .....                                                                                                                    | 1   |
| 1.2 Objetivos .....                                                                                                                        | 8   |
| 1.2.1 Objetivo Geral .....                                                                                                                 | 8   |
| 1.2.2 Objetivos Específicos .....                                                                                                          | 8   |
| 1.3 Organização da dissertação .....                                                                                                       | 9   |
| Capítulo 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....                                                                                                    | 10  |
| 2.1 Arquitetura Bioclimática .....                                                                                                         | 10  |
| 2.2 Conforto Térmico .....                                                                                                                 | 12  |
| 2.3 Estratégias Bioclimáticas Passivas .....                                                                                               | 14  |
| 2.3.1 Ventilação Natural .....                                                                                                             | 15  |
| 2.4 Simulação Computacional .....                                                                                                          | 19  |
| 2.5 Índice de Conforto Térmico .....                                                                                                       | 21  |
| Capítulo 3: METODOLOGIA .....                                                                                                              | 24  |
| Capítulo 4: APLICAÇÃO DO MÉTODO .....                                                                                                      | 28  |
| 4.1 Caracterização da região e o clima .....                                                                                               | 28  |
| 4.2 Caracterização da edificação .....                                                                                                     | 31  |
| 4.2.1 Insolação .....                                                                                                                      | 35  |
| 4.2.2 Vento .....                                                                                                                          | 39  |
| 4.3 Simulações Termoenergéticas Computacionais das Diretrizes Construtivas .....                                                           | 40  |
| 4.3.1 Programa de Simulação Computacional .....                                                                                            | 41  |
| 4.4 Etapa 1- Diretriz Construtiva: Ventilação Natural .....                                                                                | 41  |
| 4.5 Etapa 2- Diretriz Construtiva: Área de Aberturas Externas .....                                                                        | 48  |
| 4.6 Etapa 3- Diretriz Construtiva: Sombreamento de Aberturas .....                                                                         | 51  |
| Capítulo 5: RESULTADOS E DISCUSSÕES .....                                                                                                  | 66  |
| 5.1 Resultados das simulações por ano .....                                                                                                | 67  |
| 5.1.1- Medidas de temperatura média do ar e umidade relativa por Etapa, Altura e Orientação. ....                                          | 68  |
| 5.1.2- Influência da ventilação cruzada. Etapa 1. ....                                                                                     | 70  |
| 5.1.3- Influência do aumento de área de abertura para ventilação, comparando o IC da Etapa 2 com a Etapa 1 .....                           | 71  |
| 5.1.4- Influência do emprego de protetores solares nos ambientes de estadia prolongada, comparando o IC da Etapa 3 com a Etapa 2 e 1. .... | 71  |

|                                                                                                                                            |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5.2 Resultados das simulações por meses. ....</b>                                                                                       | <b>73</b>  |
| 5.2.1- Medidas de temperatura média do ar e umidade relativa por Etapa, Altura e Orientação. ....                                          | 74         |
| 5.2.2- Influência da ventilação cruzada. Etapa 1. ....                                                                                     | 80         |
| 5.2.3- Influência do aumento de área de abertura para ventilação, comparando o IC da Etapa 2 com a Etapa 1.....                            | 82         |
| 5.2.4- Influência do emprego de protetores solares nos ambientes de estadía prolongada, comparando o IC da Etapa 3 com a Etapa 2 e 1. .... | 85         |
| <b>5.3 Resultados das simulações por dias. ....</b>                                                                                        | <b>89</b>  |
| 5.3.1- Medidas de temperatura média do ar e umidade relativa por Etapa, Altura e Orientação. ....                                          | 90         |
| 5.3.2- Influência da ventilação cruzada. Etapa 1. ....                                                                                     | 94         |
| 5.3.3- Influência do aumento de área de abertura para ventilação comparando o IC da Etapa 2 com a Etapa 1.....                             | 95         |
| 5.3.4- Influência do emprego de protetores solares nos ambientes de estadía prolongada, comparando o IC da Etapa 3 com a Etapa 2 e 1. .... | 98         |
| <b>5.4 Descrição dos Resultados .....</b>                                                                                                  | <b>102</b> |
| <b>Capítulo 6: CONCLUSÕES E SUGESTÕES FUTURAS.....</b>                                                                                     | <b>105</b> |
| 6.1 Conclusões.....                                                                                                                        | 105        |
| 6.2 Sugestões para trabalhos futuros.....                                                                                                  | 108        |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                                                                                    | <b>109</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>                                                                                                                        | <b>114</b> |
| ANEXO A- VELOCIDADE DO VENTO POR ZONA TÉRMICA .....                                                                                        | 114        |
| ANEXO B- RESULTADOS DAS VARIÁVEIS NO ENERGYPLUS .....                                                                                      | 115        |
| Período Anual .....                                                                                                                        | 115        |
| Período Anual, por mês. ....                                                                                                               | 116        |
| Período Mensal, por dia.....                                                                                                               | 119        |
| Período Diário, por hora.....                                                                                                              | 125        |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Fig. 1- Metodologia.....                                                                       | 26 |
| Fig. 2- Mapa Político do Brasil.....                                                           | 28 |
| Fig. 3- Dados Climáticos anuais. Belém, Pará, Brasil. ....                                     | 29 |
| Fig. 4- Carta Solar, cidade de Belém. ....                                                     | 30 |
| Fig. 5- Rosa dos Ventos, cidade de Belém. ....                                                 | 30 |
| Fig. 6- Imagem satélite da localização do estudo de caso. ....                                 | 32 |
| Fig. 7- Elevação Lateral e Frontal da edificação de estudo.....                                | 33 |
| Fig. 8- Planta típica distribuição de apartamentos, edificação de estudo.....                  | 34 |
| Fig. 9- Planta típica de um apartamento, orientação Noroeste. ....                             | 35 |
| Fig. 10- Carta Solar, orientação Noroeste.....                                                 | 36 |
| Fig. 11- Carta Solar, orientação Nordeste.....                                                 | 37 |
| Fig. 12- Carta Solar, orientação Sudeste. ....                                                 | 38 |
| Fig. 13- Carta Solar, orientação Sudoeste. ....                                                | 38 |
| Fig. 14- Distribuição das zonas térmicas.....                                                  | 42 |
| Fig. 15- Edificação na Etapa 1. ....                                                           | 43 |
| Fig. 16- Interface de edição AirflowNetwork: SimulationControl, software EnergyPlus.<br>.....  | 45 |
| Fig. 17- Interface de edição AirflowNetwork: MultiZone: Zone, software EnergyPlus.<br>.....    | 45 |
| Fig. 18- Interface de edição AirflowNetwork: MultiZone: Surface, software EnergyPlus.<br>..... | 46 |
| Fig. 19- Interface de edição AirflowNetwork: MultiZone: Component: Detailed<br>Opening.....    | 47 |
| Fig. 20- Ambientes de permanência prolongada, planta típica de um apartamento.....             | 48 |
| Fig. 21- Interface de edição AirflowNetwork: MultiZone: Component: Detailed<br>Opening.....    | 50 |
| Fig. 22- Ambientes de permanência prolongada, fachada Noroeste.....                            | 52 |
| Fig. 23- Ângulos dos brises, orientação Noroeste.....                                          | 52 |
| Fig. 24- Máscara de Sombra, orientação Noroeste. Software: SOL-AR 6.2. ....                    | 53 |
| Fig. 25- Fachada Noroeste com brises horizontais. ....                                         | 53 |
| Fig. 26- Ambientes de permanência prolongada, fachada Nordeste.....                            | 54 |
| Fig. 27- Ângulos dos brises, orientação Nordeste.....                                          | 54 |
| Fig. 28- Máscara de Sombra, orientação Nordeste.....                                           | 55 |
| Fig. 29- Ângulos dos brises, orientação Nordeste.....                                          | 56 |
| Fig. 30- Ângulos dos brises, orientação Nordeste.....                                          | 57 |
| Fig. 31- Máscara de Sombra, orientação Nordeste.....                                           | 57 |
| Fig. 32- Fachada Nordeste com brises mistos. ....                                              | 58 |
| Fig. 33- Ambientes de permanência prolongada, fachada Sudeste. ....                            | 58 |
| Fig. 34- Ângulos dos brises, orientação Sudeste.....                                           | 59 |
| Fig. 35- Máscara de sombra, orientação Sudeste.....                                            | 59 |
| Fig. 36- Fachada Sudeste com brises horizontais.....                                           | 60 |
| Fig. 37- Ambientes de permanência prolongada, fachada Sudoeste.....                            | 60 |
| Fig. 38- Ângulos dos brises, orientação Sudoeste.....                                          | 61 |
| Fig. 39- Máscara de Sombra, orientação Sudoeste.....                                           | 61 |

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Fig. 40- Ângulos dos brises, orientação Sudoeste. ....                        | 62  |
| Fig. 41- Ângulos dos brises, orientação Sudoeste. ....                        | 63  |
| Fig. 42- Máscara de Sombra, orientação Sudoeste. ....                         | 63  |
| Fig. 43- Fachada Sudoeste com brises mistos.....                              | 64  |
| Fig. 44- Edificação na Etapa 3. ....                                          | 64  |
| Fig. 45- Distribuição das zonas térmicas segundo orientação. ....             | 67  |
| Fig. 46- Temperatura Média do Ar por Ano.....                                 | 68  |
| Fig. 47- Umidade Relativa do Ar por Ano.....                                  | 69  |
| Fig. 48- Resultado Anual das simulações segundo o Índice de Calor.....        | 72  |
| Fig. 49- Distribuição das zonas térmicas segundo orientação. ....             | 73  |
| Fig. 50- Temperatura Média do Ar, mês de Janeiro.....                         | 74  |
| Fig. 51- Umidade Relativa do Ar, mês de Janeiro.....                          | 76  |
| Fig. 52- Temperatura Média do Ar, mês de Setembro.....                        | 77  |
| Fig. 53- Umidade Relativa do Ar, mês de Setembro.....                         | 79  |
| Fig. 54- Índice de Calor, Janeiro e Setembro. Etapa 1.....                    | 81  |
| Fig. 55-Índice de Calor. Etapa 1 e 2. Mês de Janeiro. ....                    | 82  |
| Fig. 56- Índice de Calor. Etapa 1 e 2. Mês de Setembro.....                   | 83  |
| Fig. 57- Índice de Calor. Janeiro e Setembro. Etapa 2.....                    | 85  |
| Fig. 58- Índice de Calor. Etapa 1, 2 e 3. Mês de Janeiro. ....                | 86  |
| Fig. 59-Índice de Calor. Etapa 1, 2 e 3. Mês de Setembro.....                 | 87  |
| Fig. 60- Índice de Calor. Janeiro e Setembro. Etapa 3.....                    | 88  |
| Fig. 61- Distribuição das zonas térmicas segundo orientação. ....             | 89  |
| Fig. 62- Temperatura Média do Ar, dia 12 de fevereiro.....                    | 91  |
| Fig. 63- Umidade Relativa do Ar, dia 12 de fevereiro.....                     | 91  |
| Fig. 64- Temperatura Média do Ar, dia 11 de novembro.....                     | 92  |
| Fig. 65- Umidade Relativa do Ar, dia 11 de novembro.....                      | 93  |
| Fig. 66- Índice de Calor. Dias 12 de fevereiro e 11 de novembro. Etapa 1..... | 95  |
| Fig. 67- Índice de Calor. Etapa 1 e 2. Dia 12 de fevereiro.....               | 96  |
| Fig. 68- Índice de Calor. Etapa 1 e 2. Dia 11 de novembro.....                | 97  |
| Fig. 69- Índice de Calor. Dias 12 de fevereiro e 11 de novembro. Etapa 2..... | 98  |
| Fig. 70- Índice de Calor. Etapa 1, 2 e 3. Dia 12 de fevereiro.....            | 99  |
| Fig. 71-Índice de Calor. Etapa 1, 2 e 3. Dia 11 de novembro.....              | 100 |
| Fig. 72-Índice de Calor. Dias 12 de fevereiro e 11 de novembro. Etapa 3.....  | 101 |
| Fig. 73- Índice de Calor por Etapas e Períodos de Simulação.....              | 103 |

# Capítulo 1: INTRODUÇÃO

## 1.1 Justificativa

Nosso corpo procura constantemente condições térmicas satisfatórias. Em cada ocasião que se entra a um ambiente distinto, o corpo é capaz de perceber diferenças na temperatura, sejam mais quentes ou mais frias, em comparação com o ambiente de onde se vem. É mais fácil perceber e identificar que um ambiente é termicamente desconfortável do que confortável.

O conforto térmico atinge, desde um ponto de vista subjetivo, a satisfação da pessoa, mas incide também objetivamente na suas condições de vida. A vestimenta utilizada, as atividades desenvolvidas no espaço e o tempo de estadia dentro dele conseguem alterar a percepção da temperatura do ambiente. A fisiologia do sujeito também joga um papel importante nessa assimilação. Porém, o estresse térmico, ou circunstâncias de temperaturas extremas, são capazes de até influenciar nas condições de saúde, tanto como em aspectos psicológicos, e de atenção na produtividade do trabalho (BELL, 1981; FROTA, SCHIFFER, 2001).

Huang, Hwang (2015) reiteram que uma sala de aula excessivamente quente pode afetar o processo de aprendizagem e inclusive colocar em perigo a saúde dos estudantes. Lee *et. al.* (2016) demonstram como as condições climáticas têm uma grande influência na saúde pública, e insistem na importância, em cada país, no desenvolvimento de sistemas com medidas de advertência e implementação de ações em relação à redução do estresse térmico.

É por isso que, dentro do desenvolvimento e construção de projetos arquitetônicos, seja imprescindível a procura de conforto térmico. Além dos benefícios que traz na saúde, bem-estar e desempenho das funções dos usuários, na mesma edificação se consegue otimizar a qualidade do ar interno e brindar eficiência energética pela redução do consumo de energia (BRAGER, DEAR, 2001).

Visar um desenho pensando na obtenção de conforto térmico o torna sustentável. A arquitetura sustentável, segundo Porto (2006), leva em consideração a relação da

edificação com os aspectos culturais e humanos no longo da vida útil da edificação. Faz possível que a projeção do espaço não conduza a uma impressão negativa na área onde se construiria, mas que trabalhasse juntamente com ela para lograr a melhor resposta na procura de condições de vida adequadas. Como cita Romero (2000; p. 47): “O espaço produzido deve manter estreitos laços com o entorno, procurando uma posição de equilíbrio ecológico autorregulado com este, minimizando assim o impacto da intervenção no meio.”

Potencializar e aproveitar as características do entorno onde uma edificação esta inserida trabalha em favor de gerar ambientes eficientes energeticamente, pois se logra uma aclimatização satisfatória em dependência do clima da região. O sistema de ar condicionado é a tecnologia que representa, em comparação com outras, a maior fonte de gases de mudança climáticas (ROAF *et. al.*, 2001). Reduzir a quantidade de tempo de dependência deles manifesta um uso racionalizado de energia.

De igual maneira, é fundamental empreender, ao longo da vida útil da edificação, circunstâncias onde aconteça um ganho de calor solar mínimo, aspecto a tomar em conta especialmente para o correto estudo do sombreamento das aberturas nas fachadas e aplicação dos protetores solares, assim como nas propriedades térmicas dos materiais nos fechamentos transparentes. Dessa maneira, as diferenças de temperatura exterior com a interior diminuiriam, trazendo consigo a possibilidade de dimensionar um sistema de climatização artificial de menor tamanho e potência. Consequentemente, reduzindo o consumo de energia (ROAF *et. al.*, 2001).

Bell, (1981) já acreditava na importância da adequação dos espaços ao conforto térmico por fatores como a escassez de energia. Baltar, (2006) expõe, que no mundo todo, é pertinente adotar estratégias para uma racionalização de energia que evite desperdícios; ações que já estão sendo adotadas em diversos países. A obtenção comum de energia, além de ter impactos fortes e negativos para o meio ambiente, é um aspecto representativo de instabilidade econômica, podendo acontecer outra crise ainda pior que aquela experimentada na década dos anos 70, encarecendo-se os preços num nível maior pela carência na obtenção de energia de modo convencional.

As problemáticas desenvolvidas pela mudança climática cada vez são mais intensas, causando estragos maiores que se podem experimentar com maior frequência em nosso presente. A mercê dessas mudanças, temperaturas mais altas se convertem em um fator permanente no clima, as quais, sem o acondicionamento ideal nos espaços, serão muito difíceis de ser toleradas sem causar consequências nas vidas e saúde das pessoas (BELL, 1981).

A consciência de fazer mudanças radicais nas atividades humanas para o melhor desenvolvimento e preservação do meio ambiente é um estilo de vida em adaptação. No Brasil, por questão de mudar o consumo energético e prevenir crises, vem se implementando critérios e normativas desenvolvidas em outros países, que pouco a pouco vão incluindo o conforto ambiental e conservação da energia como seu foco principal (TOLEDO, 1999 (a)).

Consequentemente, a introdução de estratégias bioclimáticas para um melhor acondicionamento dos espaços arquitetônicos trairia um alívio ante os possíveis prejuízos que poderiam se desenvolver no desempenho das atividades e no bem-estar das pessoas ao se encontrar em desconforto.

O conforto térmico pode ser obtido ao avaliar o desempenho térmico da aplicação de estratégias bioclimáticas passivas numa edificação segundo sua adaptação às variáveis climáticas de temperatura, umidade relativa, velocidade do vento e radiação solar, visto que estas são os principais fatores meteorológicos que afetam a percepção térmica do homem (LAMBERTS *et. al.*, 2014; LEE *et. al.*, 2016).

Para conseguir mensurar o comportamento dessas variáveis climáticas na percepção térmica do homem, são desenvolvidos os índices de conforto. Eles encaixam diversos parâmetros climáticos e os colocam dentro de faixas e/ou níveis que descrevem suas possíveis reações e consequências no corpo e saúde das pessoas. Por exemplo, Delworth *et. al.*, (1999), expõe que em climas com alta umidade relativa, o desconforto humano é aumentado, porque a capacidade evaporativa do suor na pele é inibida, pelo alto grau de água que é encontrado no ar.

É importante ter em conta que, as edificações devem prever a satisfação térmica dos usuários, ou seja devem promover um bom desempenho térmico. O desempenho térmico das edificações estuda o nível de rendimento das estratégias bioclimáticas passivas de ventilação natural ao serem aplicadas para a obtenção de conforto térmico dentro de um espaço.

O desenvolvimento de projetos bioclimáticos, que procuram o uso de energia renovável e estratégias de projeto passivo são considerados como a solução principal para a diminuição da carga ambiental por estudos como o de Mirrahimi *et. al.*, (2016).

Acredita-se que parâmetros como o desenho das fachadas segundo sua orientação, predominância dos ventos e tempo de incidência dos raios solares, o posicionamento dos elementos construtivos e arquitetônicos, função e forma dos ambientes influenciam na tomada de decisões do desenho e devem trabalhar em favor à obtenção de conforto ambiental.

Conjuntamente, a efetividade das estratégias também é refletido no alcance de potenciação da eficiência energética da edificação. Por causa disso, é motivo de variados estudos no mundo.

Prianto e Depecker, (2003) simularam o efeito do desenho arquitetônico (configuração das janelas, utilidade das sacadas e distribuição interior) numa edificação ventilada naturalmente para a obtenção de conforto térmico em regiões de clima úmido. Bastide *et. al.*, (2006) tentaram otimizar a eficiência energética numa edificação baseados no desenho bioclimático e ventilação natural.

Baltar (2006), estudou o comportamento termoenergético de uma edificação hospitalar avaliando o conforto térmico por meio do índice de conforto Predicted Mean Vote (PMV) e o consumo energético. Comparou os cenários computacionais criados pelo software EnergyPlus para conseguir a modificação dos parâmetros construtivos. Caracterizou a edificação conforme os aspectos bioclimáticos que atingem no conforto térmico (função do espaço, horário de ocupação, atividade desenvolvida, uso de

equipamentos, vestimenta dos usuários) para logo distribuir cada ambiente em zonas térmicas e simular os cenários variando as características construtivas.

Ghisi e Massignani (2007) baseado em estudos feitos na Ásia, estudaram e compararam o desempenho térmico de dormitórios em um edifício multifamiliar localizado no sul de Brasil.

Vendramin *et. al.*, (2009) analisaram a obtenção de conforto térmico, pelo método de graus-dia, concluindo que a localização e diferentes elementos caracterizadores da geometria arquitetônica (como área de abertura das janelas e escolha de materiais construtivos), jogam um papel importante determinando o consumo de energia segundo o grau de exigência do conforto térmico interno desejado.

Chan (2012) comparou a disposição de apartamentos segundo a orientação e o impacto do sombreamento por elementos adjacentes, com respeito ao desempenho energético da edificação.

Vinagre (2013) analisou o desempenho térmico de materiais opacos usados em fachadas, pintura e revestimento cerâmico, por meio de simulações computacionais com o programa EnergyPlus, na cidade de Belém do Pará. De igual maneira, caracterizou uma edificação verticalizada segundo fatores bioclimáticos que atingem nos resultados da obtenção de conforto térmico (como aspectos do entorno, uso do solo, e variáveis climáticas como insolação e ventos predominantes) e comparou os resultados do desempenho térmico das variações dos materiais opacos nas fachadas.

Huang, Hwang (2015) e Mirrahimi *et. al.* (2016) introduziram estudos que identificam o impacto que têm os elementos construtivos das fachadas dentro do desempenho térmico das edificações em climas quentes e úmidos.

Olgay (1963, p. 10) estipula que, na abordagem bioclimática da arquitetura: “a metodologia desejada seria aquela que trabalhe com, e não em contra, das forças da natureza e em fazer uso de suas potencialidade para a criação de melhores condições de vida”.

É importante que, na região do Norte de Brasil, especificamente na cidade de Belém, sejam desenvolvidas metodologias que analisem o comportamento das diretrizes construtivas; pois o Zoneamento Bioclimático estipulado pelas Normativas Brasileiras, ao indicar tão ampla região e tipo de clima, pode deixar muito generalizado seu emprego.

Uma metodologia que analise e compare todos os possíveis cenários do uso das diretrizes construtivas em relação a orientação dentro de uma mesma edificação pode chegar a corroborar ou a rejeitar o emprego delas. Consequências dessas análises seriam o aumento da importância em sua aplicação (caso fossem positivos os resultados), ou um novo desenvolvimento de outras diretrizes construtivas melhor adaptadas as características climáticas da cidade (caso fossem negativos os resultados).

Surge então a hipótese de que a aplicação da estratégia bioclimática passiva de ventilação natural baseada nas diretrizes construtivas das Normativas Brasileiras NBR 15520-3 e NBR 15575-4 poderia brindar, melhorar ou empiorar a sensação de conforto térmico nos espaços em estudo. É suspeito que a aplicação dessas diretrizes construtivas surjam como elementos positivos no caminho da obtenção de conforto térmico, e representem um valor agregado no desempenho térmico de ambientes construídos.

É por isso, que esta dissertação segue esse mesmo enfoque, aplicar uma metodologia que analise o desempenho térmico das estratégias bioclimáticas passivas de ventilação natural com o objetivo de encaminhar um ambiente construído na obtenção de conforto térmico, quando se encontrar no clima quente e úmido.

A continuação de estudos relacionados com a aplicação de estratégias bioclimáticas passivas, contribui no incentivo e promoção de realizar projetos ambientalmente conscientes (BAGNATI, 2013).

Como arquiteta, é imprescindível pensar que nosso trabalho tem repercussão no meio ambiente. É importante desenhar tendo em conta que as construções formam parte dos ambientes em escala locais, regionais, e globais.

Em cada qual se encontra o poder para fazer uma mudança, usando o que está no alcance profissional e pessoal para estabilizar o cambio climático, e que as práticas laborais não atinjam negativamente o ambiente (ROAF, *et. al.*, 2001).

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho é elaborar uma metodologia de avaliação do desempenho térmico da estratégia bioclimática passiva de ventilação natural, aplicada segundo as diretrizes construtivas do Zoneamento Bioclimático Brasileiro, na cidade de Belém do Pará.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- a) Elaborar uma pesquisa referencial sobre a estratégia bioclimática passiva de ventilação natural e sua relação com o desempenho térmico em climas quentes e úmidos;
- b) Efetuar simulações de cenários computacionais em oito apartamentos em uma edificação multifamiliar, com o propósito de comprovar o método através do estudo do comportamento térmico individual e associado das diretrizes construtivas do Zoneamento Bioclimático Brasileiro do clima quente e úmido;
- c) Analisar e comparar os resultados obtidos segundo o índice de conforto térmico “Índice de Calor” para classificar a estratégia bioclimática passiva de ventilação natural segundo seu desempenho térmico.

### **1.3 Organização da dissertação**

A presente dissertação está distribuída da seguinte maneira:

**Capítulo 1: INTRODUÇÃO-** O conteúdo do capítulo explica na seção da “Justificativa” as razões pelas quais o trabalho possui importância, os Objetivos Geral e Específicos que se pretendem obter com ele, e a distribuição dos tópicos para desenvolver-o.

**Capítulo 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA-** Apresenta a teoria que consegue desenvolver o trabalho, em relação aos métodos de análise das estratégias bioclimáticas, conforto térmico, índice de conforto e simulações computacionais.

**Capítulo 3: METODOLOGIA-** Expõe os passos que conduz a elaboração da metodologia que possibilita a análise da obtenção de conforto térmico dentro dos ambientes.

**Capítulo 4: APLICAÇÃO DO MÉTODO-** Expõe a série de procedimentos feitos para conseguir os resultados na pesquisa, com a caracterização do estudo de caso e seu entorno, e emprego das diretrizes construtivas da estratégia bioclimática em cada etapa de simulação computacional.

**Capítulo 5: RESULTADOS E DISCUSSÕES-** Mostra os resultados das simulações computacionais segundo as diretrizes bioclimáticas da estratégia de ventilação natural e sua discussão.

**Capítulo 6: CONCLUSÕES E SUGESTÕES FUTURAS-** Apresenta as conclusões conseguidas pelas análises dos resultados e recomendações para o seguimento e aprofundamento do trabalho.

Para terminar o trabalho estão as Referências Bibliográficas e Anexos.

## Capítulo 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Arquitetura Bioclimática

A arquitetura serve o propósito de criar os ambientes onde se desenvolve a sociedade, e junto com a tecnologia transforma o modo de viver. É importante que forneça condições favoráveis para os seus usuários. Desde a antiguidade, o senso inato têm sido a procura de um espaço que agisse como refúgio em contra de fenômenos ambientais do exterior, fosse em cavernas ou em galhos das árvores, para se refugiar de chuvas, tormentas, climas frios extremos, exposição excessiva do sol, etc. Aproveitando os médios disponíveis no redor, a arquitetura foi sendo desenvolvida através do tempo, como uma ciência e como um arte (CORBELLA, YANNAS, 2003).

A criação de ambientes térmicos confortáveis é uma procura mundial constante, evidenciada nas construções tradicionais através da história (MIRRAHIMI *et. al.*, 2016). Desde há séculos existia o pensamento de adaptação da arquitetura conforme o seu entorno. Vitruvius (1 D.C. apud GOULDING, *et. al.*, 1992, p. 124) expressou:

Devemos começar por tomar nota dos países e climas em que as moradias vão se construir se nossos projetos são para ser corretos. Um tipo de casa parece apropriada para o Egito, outra para a Espanha [...] uma ainda diferente para Roma, e assim por diante com terras e países de características variadas. Isto ocorre porque uma parte da Terra está diretamente sob o curso do sol, outra está mais longe dele, enquanto outra repousa a meio caminho entre estas duas [...] É óbvio que os desenhos para habitações devem estar em conformidade com as diversidades de clima.

Na segunda metade do século XX, o desenvolvimento da Arquitetura Bioclimática trouxe a formalização de estudos que colocava em relação intrínseca o meio ambiente com o ambiente construído. A criação do primeiro índice bioclimático por meio da “Carta Bioclimática” de Olgyay, marcou a pauta para estudar as zonas de conforto, a psicologia humana, a física dos edifícios e suas relações com o clima. (FROTA, SCHIFFER; 2001)

Romero, (2000, p. 48) expressa:

Na arquitetura bioclimática é o próprio ambiente construído que atua como mecanismo de controle das variáveis do meio através de sua envoltura (paredes, pisos, coberturas), seu entorno (água, vegetação, sombras, terra) e, ainda, através do aproveitamento dos elementos e fatores do clima para melhor controle do vento e do sol.

A arquitetura Bioclimática visa pela sustentabilidade dos projetos. O termo *sustentabilidade* chegou ser definido, segundo o Relatório de Brundtland<sup>1</sup> (1987), como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades.” Arquitetura Sustentável têm como finalidade satisfazer as necessidades do usuário pensando na integração ao entorno do edifício e a vida do projeto, seu uso do espaço, introduzindo técnicas e tecnologia de construção, preservando os recursos naturais e materiais; para aumentar a qualidade de vida do usuário, do seu entorno; mas sem comprometer as oportunidades das futuras gerações de ter um mundo sano onde eles possam-se desenvolver (CORBELLA, YANNAS, 2003).

De igual maneira Lamberts, *et. al.*, (2014, p. 71) fala que “um bom projeto de arquitetura deve responder simultaneamente à eficiência energética e às necessidades de conforto do usuário em função das informações obtidas da análise climática e formuladas no programa de necessidades.”

É tarefa do desenhista, segundo Szokolay, (2004), analisar as características do contexto do projeto para conseguir delimitar a condições que se poderiam obter dele, tomando em conta a viabilidade no controle das variáveis climáticas para o seu aproveitamento por meio de métodos passivos.

A arquitetura deve visar o desenho de forma que atenuie as desvantagens que o clima apresenta e aproveite conscientemente suas vantagens, em favor do desempenho térmico da edificação (FROTA, SCHIFFER, 2001).

---

<sup>1</sup> O Relatório foi elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, e trata de iniciativas a adotar pelos países desenvolvidos industrialmente em favor do uso de recursos naturais e suporte dos ecossistemas.

## 2.2 Conforto Térmico

Romero (2000, p. 23) explica:

O homem utiliza dois mecanismos de regulação térmica para responder às exigências externas: um de caráter fisiológico (suor, variações do fluxo sanguíneo que percorre a pele, batidas cardíacas, dilatação dos vasos, contração dos músculos, arrepios e ereção dos pelos) e outro de caráter comportamental (sono, prostração, redução da capacidade de trabalho).

Conforto térmico é a satisfação que pode sentir uma pessoa num determinado lugar, relativo a estabilidade ou mudança do ambiente térmico, que não consegue causar incomodidade nem inquietude, senão que fica indiferente em relação a ele (CORBELLA, YANNAS, 2003).

O conforto térmico é um aspecto subjetivo, que deve ser propiciado segundo os próprios elementos e variáveis arquitetônicas da edificação, em conjunto com os limites físicos do entorno, que variam dependendo do local (FROTA, SCHIFFER, 2001).

Como o corpo não é capacitado para armazenar calor e sua temperatura interna não varia, dissipa qualquer calor que recebe. É por isso que o conforto térmico é garantido quando a proporção de calor que atinge o corpo é igual a proporção de calor térmico que ele perde (GOULDING, *et. al.*, 1992).

Para categorizar as respostas fisiológicas do ser humano em relação aos aspectos físico-ambientais onde se encontra, se utilizam índices de conforto térmico, que logram determinar o bem-estar, aceitabilidade ou rejeição do indivíduo dentro desse espaço (SILVA, *et. al.*, 2012).

Diretrizes como ISO 7730 e a ASHRAE *Standard 55*<sup>2</sup>- *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, procuram classificar um espaço como confortável quando 80% das pessoas nele se sentem satisfeitas termicamente. Essa sensação térmica “satisfatória” oscila entre as gamas de “ligeiramente quente”, “neutral” e

---

<sup>2</sup> A Zona de Conforto da ASHRAE fundamenta a elaboração de variados gráficos bioclimáticos, e foi elaborada para a tipologia de edifícios de escritório que utilizaram sistemas de condicionamento artificial (GIVONI, 1992).

“ligeiramente frio” (AMERICAN..., 1992). O Voto Médio Estimado, VME (conhecido como PMV, *Predicted Mean Vote*, por seu acrônimo em inglês) é o método mais utilizado para estimar os rangos de conforto térmico (AZIZPOUR, *et. al.*, 2013).

Diversos estudos e critérios como o *Adaptive Comfort Standard*, agregado a ASHRAE 55; demonstram que, a tolerabilidade de algumas pessoas, segundo sua percepção térmica em circunstâncias cotidianas, conseguem sentir-se confortáveis em rangos que as diretrizes não o consideram (BRAGER, DEAR, 2001).

A adaptação das culturas em climas extremos demonstram que o ser humano pode-se habituar a uma ampla variação de temperaturas, como o frio ártico frígido até o calor tropical (BELL, 1981). Givoni, (1992) afirma que os usuários acostumados a ambientes não condicionados, são mais receptíveis a experimentar gamas mais amplas de variações do clima interno, e velocidades do vento.

Outros estudos, como por exemplo Mallick, (1996) e Azizpour *et.al.*, (2013) concluem que existe uma tendência de tolerância com respeito às temperaturas mais altas em moradores acostumados a climas quentes, comparando-as com pessoas em regiões frias. As pessoas tendem-se adaptar às condições de seu entorno.

O conforto térmico adaptativo estipula sua teoria em função da condição que as pessoas reagem para restaurar seu conforto térmico quando acontece uma mudança no ambiente que lhes causa desconforto (HUANG, HWANG, 2015).

Quando as pessoas possuem certo controle em favor de criar bem-estar no espaço, como acontece no caso de controlar o tempo de exposição da radiação solar que entra pelas janelas, faz o usuário responsável por sua satisfação térmica, em vez de sofrer passivamente as condições ambientais. Esse enfoque adaptativo ajuda perceber e tolerar em um nível maior a mudança de temperaturas (NICOL, HUMPRHEYS, 2002; PAGNOSSIN *et. al.*, 2001).

## 2.3 Estratégias Bioclimáticas Passivas

A imprevisão do clima e o fato que não pode ser controlado ou desligado a vontade, é a principal força que converte o edifício como um abrigo condicionado (ROAF, *et. al.*, 2001).

Em perspectiva do conforto humano, o propósito dos gráficos bioclimáticos é de relacionar aspectos psicométricos com variáveis climáticas características do lugar, para conseguir colocar o ambiente dentro de uma zona de conforto. Por meio dessas análises é possível também indicar diretrizes construtivas para a potenciação do conforto interior (GIVONI, 1992).

As estratégias bioclimáticas passivas agem como as soluções ante as condições ambientais exteriores, e as condições que se quer obter no interior do ambiente; intervindo de forma direta no desempenho térmico da edificação (VINAGRE, 2013). Cada estratégia opera de forma diferente para atingir as principais variáveis climáticas do ambiente (OLGYAY, 1963).

No desenho, sempre é importante iniciar estudando as características climáticas do lugar onde o projeto vai estar inserido para ter a oportunidade de saber como o desenho vai poder aproveitar seu ambiente e quanto vai ter que se proteger dele (ROAF, *et. al.*, 2001). Sendo o homem e suas necessidades fisiológicas e psicológicas o objetivo fundamental na arquitetura, é primordial avaliar o impacto climático do entorno em seu desenvolvimento biológico (OLGYAY, 1963).

Uma vez analisado o clima do lugar e sua repercussão no usuário, é possível decidir qual dentre as quatro estratégias bioclimáticas passivas melhor atingiria as condições do ambiente. Elas são: Inércia Térmica, Aquecimento Solar Passivo, Ventilação Natural, e Resfriamento Evaporativo ou Umidificação (SZOKOLAY, 2004; LAMBERTS, *et. al.*, 2014). Decisões como essas causam um impacto maior no desempenho da edificação ao serem pensadas desde a concepção do desenho, que quando consideradas em etapas posteriores (PICCO, *et. al.*, 2014).

A adição de elementos construtivos para a obtenção de conforto térmico nas edificações devem cumprir, além de seu objetivo bioclimático, seu objetivo estético e arquitetônico. Lamberts, *et. al.* (2014, p. 6) narra que o triângulo conceitual de Vitruvius leva em consideração a eficiência energética em cada um de seus pontos:

FIRMITAS [...], racionalização das soluções estruturais [...]. UTILITAS [...], funcionalidade arquitetônica, que inclui os conceitos de conforto térmico, visual e acústico dos usuários [...]. VENUSTAS [...] contempla uma arquitetura que tenha seus elementos, equipamentos e funções relacionados à eficiência energética, intrínsecos na sua forma e ambiência. Uma arquitetura que exterioriza a eficiência energética no seu envelope torna-se bela e é, portanto, íntegra e expressiva em relação a estes conceitos.

O desempenho térmico da edificação trabalha e se modifica segundo os elementos de desenho como forma, textura, arranjo das aberturas e ventilação (SZOKOLAY, 2004). Segundo Romero (2000) a radiação solar e a temperatura em conjunto com a umidade relativa, são as variáveis climáticas que atingem em maior dimensão a edificação.

Todos os tipos de estratégias que impeçam a radiação solar direta no ambiente são apropriadas para a procura de condições internas confortáveis. Exemplos delas podem ser o adequado sombreamento de aberturas, orientação da edificação, uso de vegetação envolvente e escolha inteligente nas propriedades dos materiais das fachadas (MIRRAHIMI *et. al.*, 2016).

### 2.3.1 Ventilação Natural

O Brasil, sendo um país de escala territorial continental, possui diretrizes construtivas para o desenvolvimento de edificações eficientes energeticamente. O clima quente e úmido representa o tipo de clima que incide na grande maioria do território.

Nos climas quentes úmidos, é indispensável ocupar aquela estratégia que aprimore o resfriamento da edificação, para a obtenção de conforto térmico. Isso é logrado tomando em conta a importância de prevenir que os raios solares entrem e penetrem a edificação, reduzindo a produção de calor; e por meio da ventilação, aproveitar os ventos para a remoção de ar quente dentro do ambiente e conseguir aumentar as renovações de ar fresco (GOULDING, *et. al.*, 1992; ROMERO; 2000).

Diversas análises demonstram a importância no aproveitamento da ventilação natural como estratégia bioclimática passiva efetiva na obtenção de conforto térmico. Baseado nas obras de Severiano Porto, Neves, (2006) diagnosticou o uso de ventilação natural como recurso do arquiteto no resfriamento de edificações em climas quentes e úmidos.

Verdelho, (2008) estudou a alternativa de resfriar uma edificação segundo a orientação das fachadas, disposição e tamanho de janelas, entre outros elementos arquitetônicos. Costa, (2009) avaliou a obtenção de conforto térmico por meio do aproveitamento dos ventos na cidade de Aracaju, Sergipe.

A estratégia bioclimática utilizada nessa dissertação está fundamentada segundo as Diretrizes Construtivas utilizadas no Zoneamento Bioclimático Brasileiro, baseado na ABNT NBR 15220-3: 2005 “Desempenho Térmico de Edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social”. De igual modo, a Norma ABNT NBR 15775: 2013 “Edificações habitacionais-Desempenho” abrange as considerações presentes nas diretrizes da NBR 15520-3, o que visa satisfazer as condições de um projeto sustentável.

A principal estratégia para climas quentes e úmidos é o emprego de ventilação natural. As Diretrizes Construtivas que, segundo a Normativa, poderiam ser utilizadas para a implementação da ventilação natural são o emprego de ventilação cruzada, uso de aberturas grandes e o total sombreamento delas (ABNT, 2005).

Porém, é destacado que o condicionamento passivo pode chegar ser insuficiente durante as horas mais quentes do dia. Estudos como os de Toledo, (1999 (b); 2001) sugerem que as Diretrizes e Códigos brasileiros estão voltados por critérios que não chegam apoiar na sua totalidade a obtenção de um bom desempenho térmico dentro das edificações, especialmente quando usados em climas quentes e úmidos; e que é importante a revalorização deles por meio de metodologias e variáveis que gerem melhores resultados no emprego da estratégia de ventilação natural.

Contudo, o emprego da estratégia não deixa de ser válida para sua aplicação pois poderia diminuir o tempo de uso do condicionamento artificial, trazendo redução do consumo energético do espaço e o funcionamento de ambientes mais sustentáveis.

Das diretrizes construtivas estipuladas pelas normativas, estudos como os de Valladares-Rendón, Lo, (2014) provam que o emprego de dispositivos de sombreamento nas fachadas consegue diminuir as cargas de resfriamento interno das edificações, ao conseguir aumentar a área de sombra nas fachadas externas e diminuir a área de incidência solar direta nelas.

Huang, Hwang, (2015) indicam que, para o melhor desempenho da ventilação natural o uso de elementos de sombreamento nas aberturas das janelas potenciam a economia de energia em refrigeração.

Bagnati (2013; p. 34) refere que “é nos fechamentos transparentes que acontecem as principais trocas térmicas da edificação.” Por conseguinte, é pertinente estudar o desempenho térmico desses elementos como as aberturas exteriores ou janelas, pois influenciam nas circunstâncias de dependência de sistemas de condicionamento artificial; e protetores solares, para a diminuição da radiação solar nas aberturas; as quais poderiam se converter em maiores custo de manutenção no ciclo de vida útil da edificação.

Segundo Givoni, (1992) existem duas maneiras nas quais pôr em prática a ventilação natural para melhorar o conforto térmico, tomando em conta as características do caso em estudo. Uma delas é a ventilação conforto, é uma das maneiras causadas por efeito direto, em que ações simples como abrir janelas fomenta a circulação de vento no ambiente e se consegue o refrescamento dos usuários. A outra é o resfriamento de convecção noturna é a maneira indireta de adquirir conforto onde se ventila a edificação pelas noites para que a massa resfriada ajude a reduzir as temperaturas mais quentes no dia seguinte.

A técnica de ventilação auxilia, para o usuário, a obtenção de ambientes com melhor higiene e qualidade de ar, pois propicia a renovação do ar no interior. Ao mesmo tempo, para a edificação, ajuda remover o calor em excesso e a concentração de vapores, fumaças, etc. (BAGNATI, 2013).

## 2.4 Simulação Computacional

As novas tecnologias trazem a oportunidade de contabilizar os possíveis impactos que os elementos de desenho e técnicas construtivas poderiam impor sobre a edificação e o ambiente (ROAF, *et. al.*; 2001).

Usualmente, modificações para a obtenção de conforto térmico nos projetos é considerada desde sua concepção na etapa de desenho, onde ainda é factível a implementação de mudanças necessárias em aspectos como distribuição de espaços, tipo e propriedades dos materiais, escolha do sistema construtivo, orientação e posicionamento da edificação, etc. As simulações computacionais são usadas nesta etapa para a prevenção de erros e como guia confiável para a construção da edificação.

Porém, uma das vantagens no uso das simulações computacionais é a possibilidade de análise também em edificações já construídas. Sua implementação é de suma importância especialmente quando não foram tomados em conta aspectos bioclimáticos para um alcance de desempenho térmico favorável em todos os ambientes projetados. A simulação computacional por meio de modelos de energia nos permitem aproximar o consumo de energia de interiores em resposta às condições ao ar livre (MARTIN, 2015).

É possível por meio das simulações, visualizar erros que não deixam alcançar um desenvolvimento sustentável da edificação, seja no aspecto energético, tanto como térmico.

Uma vez identificados os problemas, as simulações conseguem adaptar o caso de estudo aos parâmetros e limitantes reais que o ambiente construído já traz consigo. De igual maneira, facilitam a avaliação da eficiência energética com diferentes opções de projeto ou estratégias de adaptação; e contabilizam os possíveis impactos que os elementos de desenho e técnicas construtivas poderiam impor sobre a edificação e o ambiente.

Desse modo se prevê o uso e implementação inadequada de aparelhos para refrigeração e/ou aquecimento, tanto quanto para a iluminação artificial (SCHILLER *et. al.*, 2003). Ao mesmo tempo, como o entorno vai mudando, a edificação deve se adaptar a essas mudanças.

São então, as simulações termoenergéticas computacionais o meio pelo qual se pode comprovar, duma maneira eficaz e pouco invasiva, o desempenho térmico do emprego das diretrizes construtivas da estratégia bioclimática de ventilação natural.

## 2.5 Índice de Conforto Térmico

Quantificar o resultado das variáveis climáticas que atuam sobre a percepção térmica do homem no espaço é possível por meio de índices de conforto (ROMERO, 2000). Estes incorporam os elementos meteorológicos com os construtivos e seu efeito sobre o usuário (SOUZA, *et. al.*, 2010).

Nesse sentido os índices de conforto térmico intervêm como o meio para designar se o nível de satisfação consegue ser atingido, corroborando com a aplicação das estratégias bioclimáticas passivas no sentido de potencializar, ou não, o estado de conforto (FROTA, SCHIFFER, 2001).

Para considerar os resultados da aplicação da estratégia bioclimática de ventilação natural dentro de uma faixa de conforto ou desconforto térmico, nesse estudo é utilizado o Índice de Calor (IC). O Índice de Calor, dentro da metodologia desenvolvida no trabalho, serve o propósito de classificar o desempenho térmico dos ambientes dentro de seus níveis de alerta, e ao final conseguir analisar se o objetivo principal, que é a obtenção de conforto térmico, é atingida.

O Índice de Calor (IC); também é conhecido como “temperatura aparente”, é um índice que leva em consideração variados aspectos biometeorológicos. Alguns dos parâmetros são: pressão de vapor, dimensões de um ser humano, área eficaz de radiação da pele, atividade, velocidade eficaz do vento, taxa de ventilação, radiação e convecção da superfície da pele (ROTHFUSZ, 1990).

Foi elaborado por Steadman (1979) e é ideal quando se têm informação limitada sobre as variáveis climáticas do lugar, visto que reuni os dados de temperatura do ar e umidade relativa, com a percepção humana de conforto térmico.

Delworth (*et. al.*, 1999, p. 2), para uma dada temperatura atmosférica e pressão do vapor de água, definem o Índice de Calor: “como a temperatura que produziria um

estresse equivalente no corpo se a pressão do vapor de água fosse alterada para uma pressão de referência determinada.”<sup>3</sup>

Usado em diversos estudos de caso de climas quentes e úmidos, Massetti *et. al.*, (2014), o IC têm sido testado no Brasil por meio de Silva, Streck, (2014); e na cidade de Belém por Silva *et. al.*, (2012) e Silva, (2012).

Rothfusz (1990) ajustou o cálculo segundo a Equação 1:

$$IC = -42.379 + 2.04901523T + 10.14333127R - 0.22475541TR \\ - 6.83783 \times 10^{-3} - 3T^2 - 5.481717 \times 10^{-2} - 2R^2 \\ + 1.22874 \times 10^{-3} T^2R + 8.5282 \times 10^{-4} TR^2 - 1.99 \times 10^{-6} T^2R^2$$

Eq. 1

Onde:

IC= Índice de Calor

T= Temperatura do ar em graus Fahrenheit (°F)

R= Umidade relativa %.

A Tabela 1 apresenta as faixas categóricas dos níveis de alerta e suas prováveis consequências na saúde humana. Como os valores do Índice de Calor foram concebidos para sombra e condições de ventos fracos, a exposição a pleno sol pode aumentar os valores do índice de calor em até 15 °F. Além disso, ventos fortes, especialmente com o ar muito quente e seco, pode ser extremamente perigoso (NOAA, s. d.).

---

<sup>3</sup> Delworth (*et. al.*, 1999, p. 2) expõem: “Por exemplo, se a temperatura do ar é 30 °C com uma umidade relativa de 60% se traduz a uma temperatura aparente (índice de calor) de 33 °C.”

| <b>NÍVEL DE ALERTA</b> | <b>ÍNDICE DE CALOR</b> | <b>SÍNTOMAS</b>                                                                                                                   |
|------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Perigo Extremo         | 54 °C ou mais          | Insolação, risco de acidente vascular cerebral (AVC) iminente.                                                                    |
| Perigo                 | 41,1 °C a 54 °C        | Câimbras, insolação, esgotamento físico. Possibilidade de danos cerebrais (AVC) para exposição prolongada com atividades físicas. |
| Cautela Extrema        | 32,1 °C a 41 °C        | Possibilidade de câimbras, de esgotamento físico e insolação para exposições prolongadas e atividades físicas.                    |
| Cautela                | 27,1 °C a 32 °C        | Possível fadiga em casos de exposições prolongadas e atividades físicas.                                                          |
| Não há alerta          | ≤ 27 °C                | Não há problemas                                                                                                                  |

Tabela 1- Níveis de alerta do IC e suas prováveis consequências para a saúde.

Fonte: SILVA, 2012. Adaptado de National Weather Service, NOAA.

### **Capítulo 3: METODOLOGIA**

O presente trabalho propõe uma nova metodologia para avaliar o desempenho térmico da aplicação da estratégia bioclimática passiva de ventilação natural, através do estudo de caso em oito apartamentos de uma edificação multifamiliar, na cidade de Belém do Pará, com clima quente e úmido, por meio de simulações termoenergéticas computacionais, categorizando os resultados segundo o índice de conforto térmico “Índice de Calor”, afim de demonstrar a obtenção de condições aceitáveis termicamente.

A metodologia apresentada na figura 1, se desenvolve nos seguintes passos e pode ser empregada em estudos de caso onde se adaptem os passos às características climáticas próprias do lugar:

**Passo 1: Objetivo a ser atendido – Conforto térmico.** O principal objetivo é a análise de satisfação térmica do usuário que deve ser atingida através da aplicação da técnica bioclimática passiva que melhor se adapte as características climáticas do entorno.

**Passo 2: Método para a obtenção do Objetivo - Estratégia Bioclimática Passiva.** O uso de estratégias bioclimáticas passivas como método para a obtenção de conforto térmico é causado porque elas relacionam as características climáticas do lugar com as condições térmicas que se quer obter no interior do ambiente. Elas, por isso, têm repercussão direta no desempenho térmico da edificação.

**Passo 3: Aplicação do Método –** Esse passo é diretamente relacionado com as características climáticas do lugar onde a edificação está inserida. Estudando as quatro principais variáveis climáticas de temperatura média do ar, umidade relativa, radiação solar e velocidade do vento, é possível fazer a escolha da estratégia bioclimática passiva que melhor alcance o conforto térmico dentro dos ambiente com o uso interrelacionado dessas variáveis.

No Zoneamento Bioclimático Brasileiro existe uma distribuição de diretrizes construtivas estipuladas pelas características climática de cada zona do país. Pode ser examinado, então, quais delas são recomendadas para o tipo de clima do caso de estudo.

Na aplicação do método, são criados cenários computacionais, onde é construído o modelo do estudo de caso, com as características construtivas da edificação, e aplicando as diretrizes construtivas da estratégia bioclimática passiva anteriormente escolhida. Os ambientes são simulados computacionalmente, por meio de softwares que analisam os dados termoenergéticos, para assim obter as variáveis que comprovem o desempenho térmico da estratégia bioclimática na edificação.

Passo 4: Resultados – Desempenho Térmico. Uma vez é aplicado o método (estratégia bioclimática passiva) e simulado computacionalmente é possível a obtenção das variáveis que ajudam analisar o desempenho térmico dos ambientes. Para poder estipular se os resultados alcançam o objetivo principal (obtenção de conforto térmico) devem ser classificados por índices de conforto térmico. Os índices têm a capacidade de quantificar os resultados segundo a percepção térmica do homem (ROMERO, 2000). A escolha do índice dependerá dos resultados obtidos e o efeito deles na satisfação térmica do usuário.

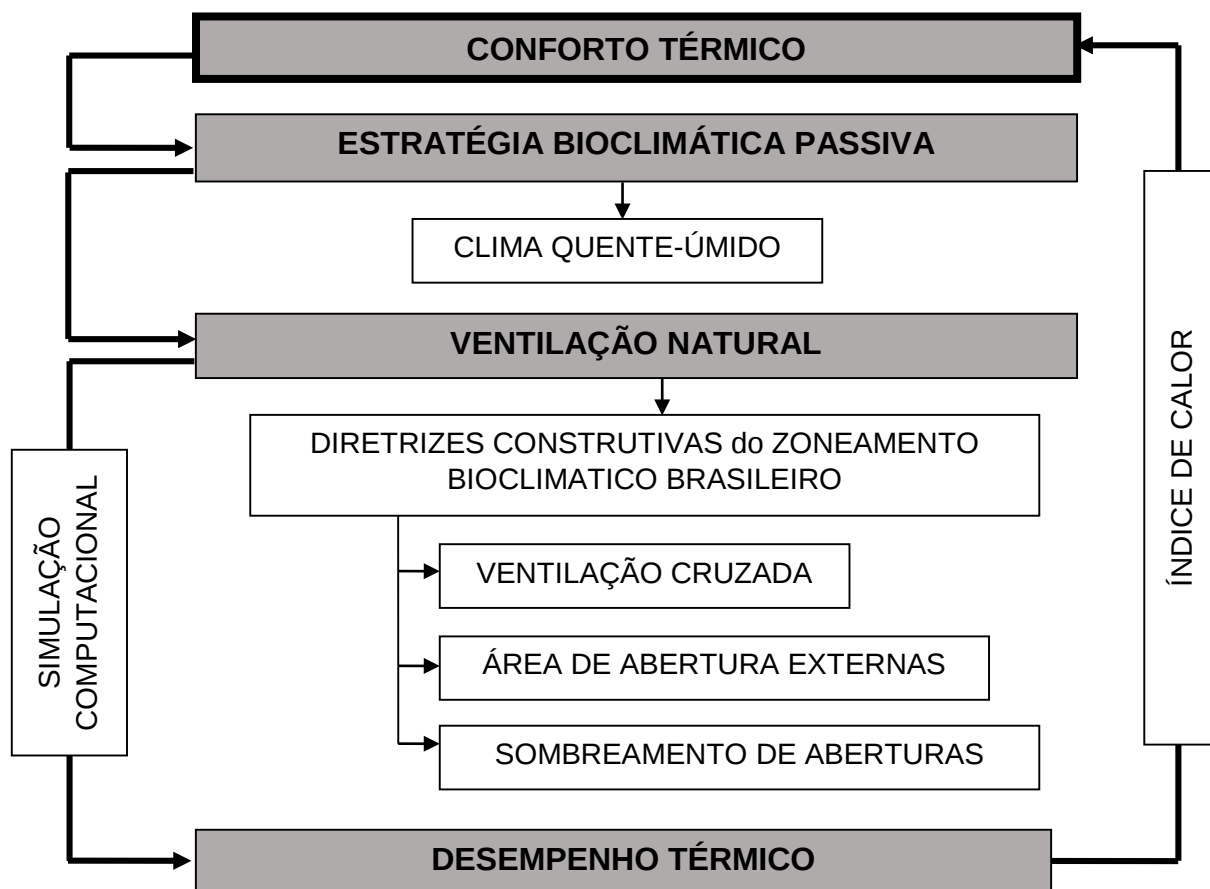


Fig. 1- Metodologia  
Fonte: Autora, 2017

A Fig. 1, demonstra o desenho da pesquisa e o planejamento na obtenção dos objetivos traçados nessa dissertação.

- **OBJETIVO PRINCIPAL- CONFORTO TÉRMICO:** É a condição de conforto térmico, o fim que se procura obter dentro dos ambientes a ser estudados, e sua importância reside no fato que atinge subjetiva e objetivamente na vida do usuário, ao mesmo tempo que, quando conseguir do jeito sustentável, gera menores gastos de consumo energético para refrigeração/aquecimento dos espaços.
- **MÉTODO DE OBTENÇÃO- ESTRATÉGIA BIOCLIMÁTICA PASSIVA:** Para poder condicionar térmicamente os ambientes é primordial estudar as variáveis climáticas e características do entorno onde o projeto está inserido, para aplicar

a estratégia bioclimática passiva que melhor se adapte à realidade. Para o clima quente e úmido a estratégia mais acertada é a ventilação natural.

- **APLICAÇÃO- VENTILAÇÃO NATURAL:** Dentro da região da Amazônia, a ventilação natural é a estratégia bioclimática passiva que alcança a melhor resolução dentro das particularidades do clima.

No estudo de caso a estratégia é aplicada dentro dos ambientes segundo as diretrizes construtivas do Zoneamento Bioclimático Brasileiro, as quais são ventilação cruzada, área de abertura externa para ventilação e sombreamento de aberturas. As diretrizes são simuladas computacionalmente em três Etapas, divididas pelo emprego de cada diretriz à edificação em estudo, aplicando suas características termoenergéticas diferenciadas, para seguidamente obter a atribuição e o desempenho térmico delas em três diferentes períodos de tempo.

- **RESULTADO- DESEMPENHO TÉRMICO:** O emprego das diretrizes construtivas constituem o desempenho térmico para os ambientes em estudo, onde, em base aos resultados, se consegue classificar a obtenção do objetivo final em relação ao Índice de Calor (Tabela 1).

O capítulo 4 expõe os procedimentos pelos quais o estudo de caso é analisado. São caracterizados a região e o clima; os aspectos construtivos da edificação; e a intervenção das variáveis climáticas. Igualmente são desenvolvidos os passos para a construção das simulações computacionais, que analisam por Etapas as diretrizes construtivas da Normativas Brasileiras NBR 15520-3 e NBR 15575-4. É no capítulo 5 onde são apresentados os resultados dessas simulações computacionais por Etapas.

## Capítulo 4: APLICAÇÃO DO MÉTODO

### 4.1 Caracterização da região e o clima

O estudo de caso foi realizado na região da Amazônia, na cidade de Belém no estado de Pará, ao Norte do Brasil. Se encontra em uma latitude aproximada de 1° 27' Sul (Fig. 2). Por se encontrar muito próximo do paralelo do Equador e rodeado de grandes massas de água, a cidade experimenta um clima quente e úmido com constância de temperaturas altas e umidade relativa alta todo o ano. Consequência disso é a periodicidade de chuvas, com temporadas divididas segundo sua intensidade, sendo de dezembro até maio a época mais chuvosa com as temperaturas proporcionalmente mais baixas e umidades relativas mais altas, e o resto do ano chuvas mais esporádicas (SILVA, *et. al.*, 2012), (Fig. 3).



Fig. 2- Mapa Político do Brasil.  
Fonte: googlemaps. Modificado: Autora, 2017.

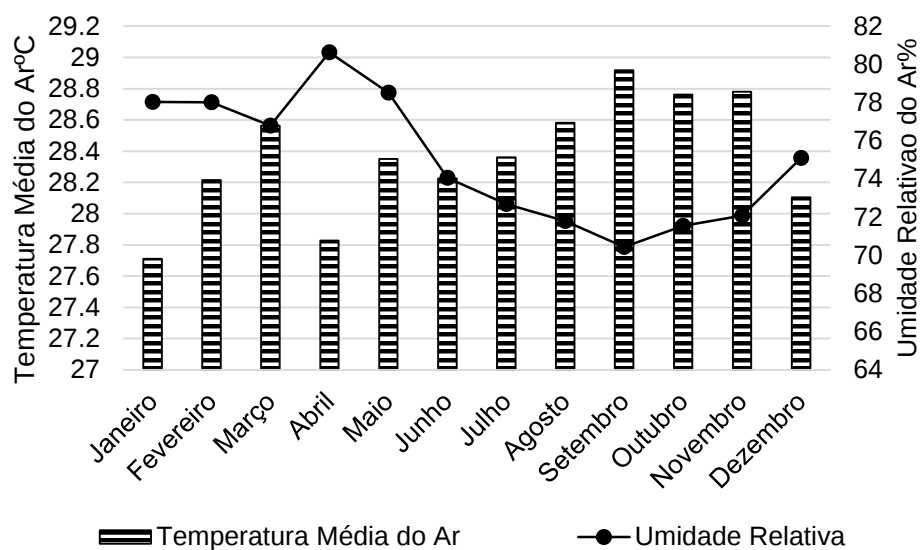


Fig. 3- Dados Climáticos anuais. Belém, Pará, Brasil.  
Fonte: Arquivo Climático Horário INMET 816800

Estudando a Carta Solar correspondente à latitude de Belém, a proximidade à linha do Equador também influencia na incidência dos raios solares. Nos meses de março e setembro, os raios solares são refletidos em um ângulo quase perpendicular, coincidindo com os equinócios; e nos seguintes meses oscila até atingir ângulos de 70°, como mínimo, na trajetória dos solstícios, em junho e dezembro (Fig. 4).

A frequência predominante do vento provém da orientação Leste, seguido pela Nordeste e Norte, sendo nos meses de junho, julho, agosto e setembro os de maior porcentagem de ocorrência na orientação Leste. As maiores velocidades dos ventos são alcançadas nas orientações Norte e Noroeste, com velocidades de 4 a 5m/s, principalmente nos meses de setembro, outubro e novembro (Software SOL-AR v. 6.2) (Fig. 5). Comparando com a temperatura e umidade relativa, esses são os meses com temperaturas mais altas e menores porcentagens de umidade relativa, fato suscitado pelas velocidades que ganham os ventos e a frequência que ocorrem (Ver Anexo “A”).

## CARTA SOLAR BELÉM

LATITUDE: 1° 38' 55"  
LONGITUDE: 48° 48' 12"  
ALTITUDE: 16m

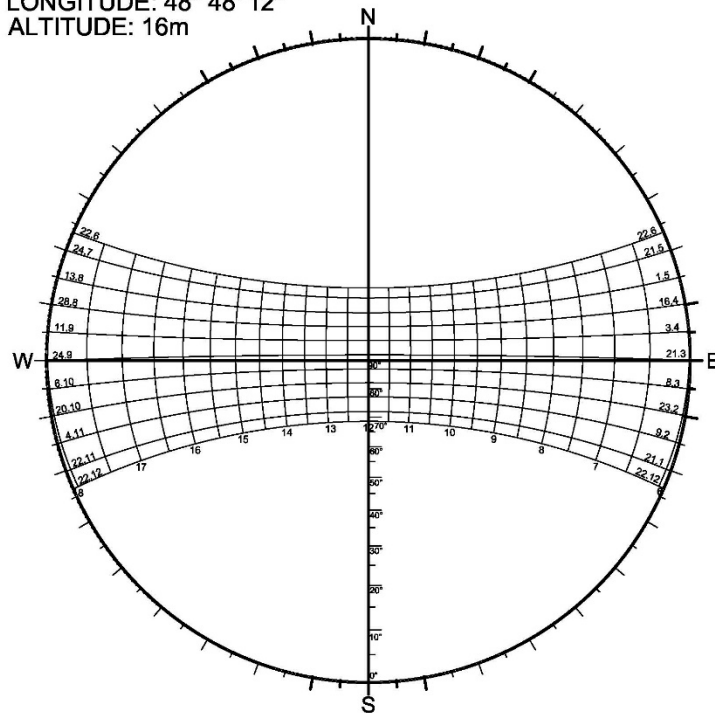


Fig. 4- Carta Solar, cidade de Belém.  
Fonte: <http://www.ambientalarquitetura.com.br/>

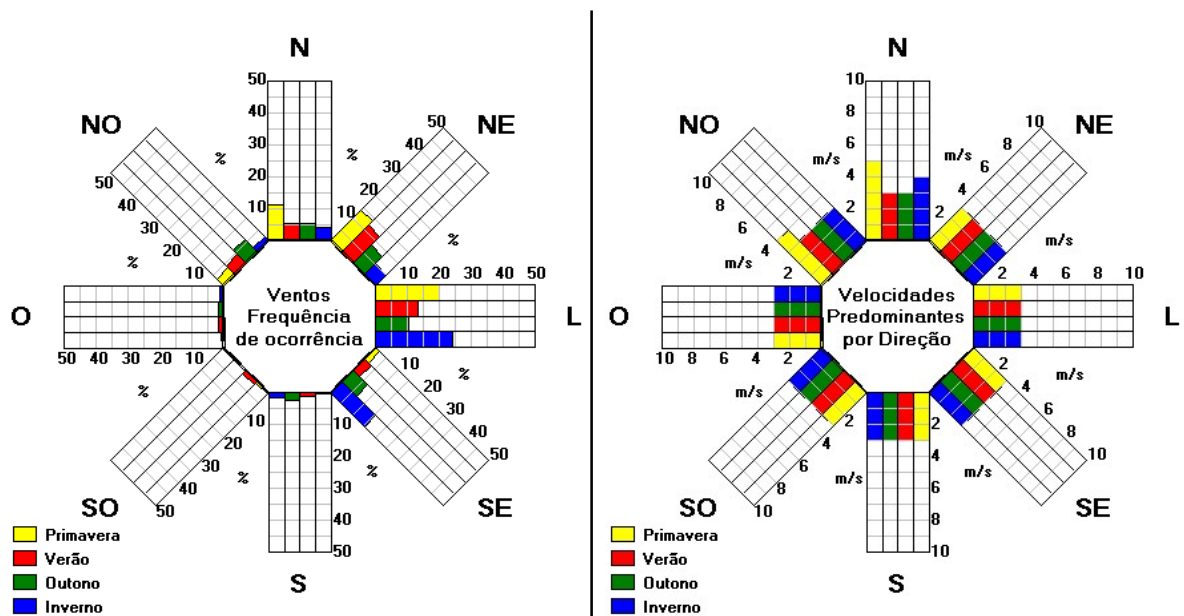


Fig. 5- Rosa dos Ventos, cidade de Belém.  
Fonte: SOL-AR 6.2

## 4.2 Caracterização da edificação

A edificação do estudo de caso é um edifício multifamiliar de 18 andares, com um azimut de 45°. Apresenta o sistema construtivo de alvenaria convencional constituído por tijolo de cerâmica revestida com pintura na cor bege. As janelas, distribuídas nas quatro fachadas, estão compostas por vidros simples e esquadrias de alumínio, e o modo de abertura é corrediza. As sacadas estão posicionadas nas fachadas Norte e Sul, e são áreas de extensão da sala de estar. O seu parapeito está composto por esquadria de alumínio em uma altura de 0,90m. Os dormitórios possuem sistema de ar condicionado com caixa externa e os demais ambientes não apresentam sistema de condicionamento artificial.

Encontra-se no bairro de Batista Campos, numa zona principalmente residencial, onde a maioria das edificações que o rodeiam são unifamiliares de pequeno porte (Fig. 6). Na fachada Oeste existe um edifício multifamiliar de maior altura que o do caso de estudo, o qual fornece sombreamento a edificação em diferentes períodos de tempo. Na fachada Leste, se encontra uma residência de três andares que não incide um sombreamento significativo por sua pequena altura. Pela fachada Norte passa uma travessa de tráfego de automóveis de pouco a médio, pela caracterização de uso da zona, e na fachada Sul se encontra outra residência de dois andares que, por estar mais afastada, proporciona sombreamento só para a área da garagem do prédio.

Analisaram-se os apartamentos do terceiro e décimo sexto andar, para possibilitar a comparação dos dados segundo diferença de orientação e altura (Fig. 7). A escolha na altura dos andares foi feita de modo que o calor dissipado causado pela proximidade ao solo, e o calor que alcança diretamente a cobertura pela radiação solar direta, não atingisse os resultados finais. Cada andar está distribuído em 4 apartamentos, representando uma tipologia muito utilizada na cidade (Fig. 8).

Cada apartamento tem uma área de 70m<sup>2</sup> e estão constituídos por 3 dormitórios, um banheiro, sala de estar, cozinha, área de serviço e banheiro de serviço (Fig. 9).



Fig. 6- Imagem satélite da localização do estudo de caso.  
Fonte: Google Earth. Modificado: Autora, 2017.

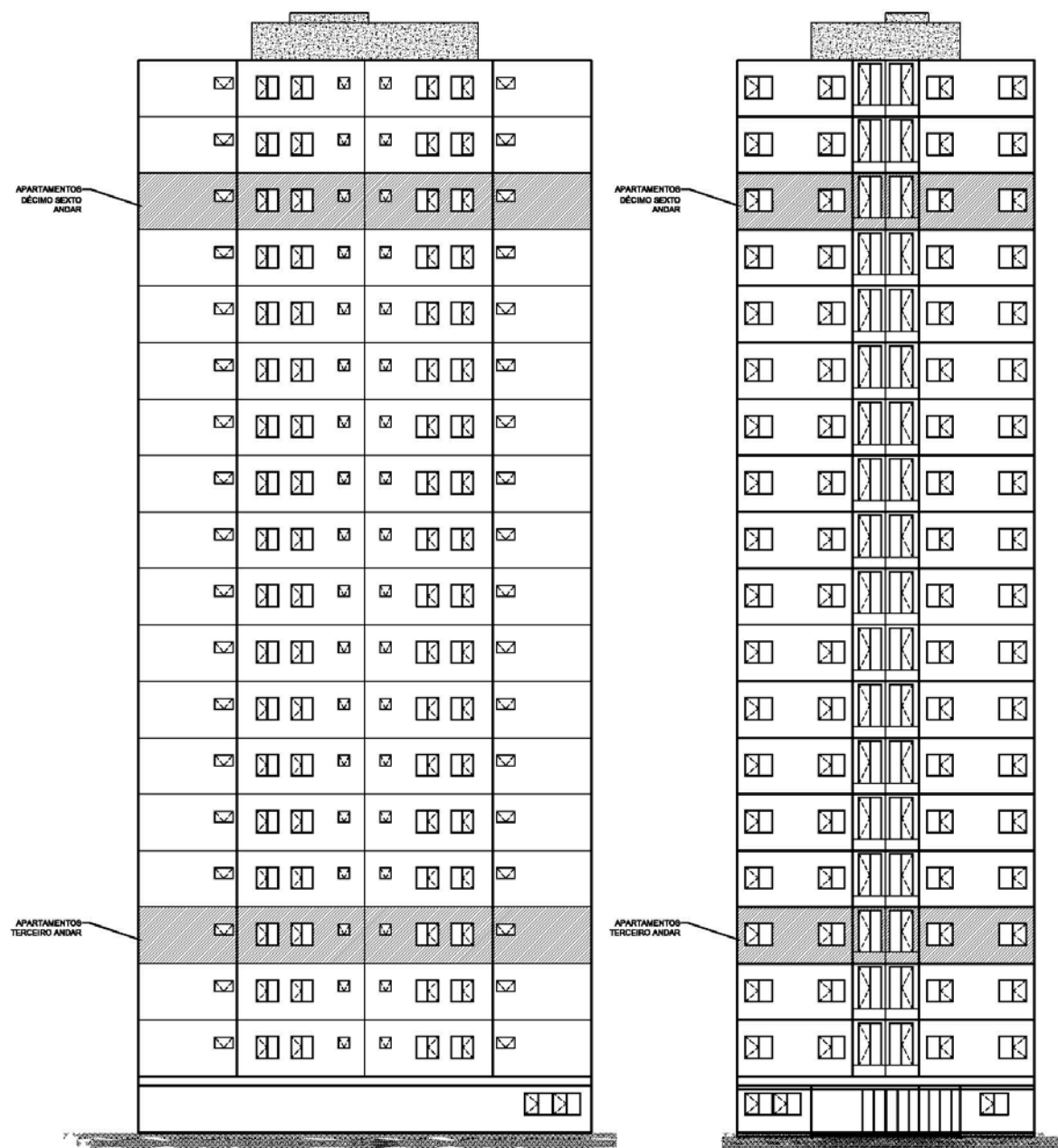


Fig. 7- Elevação Lateral e Frontal da edificação de estudo.  
Fonte: Autora, 2017.

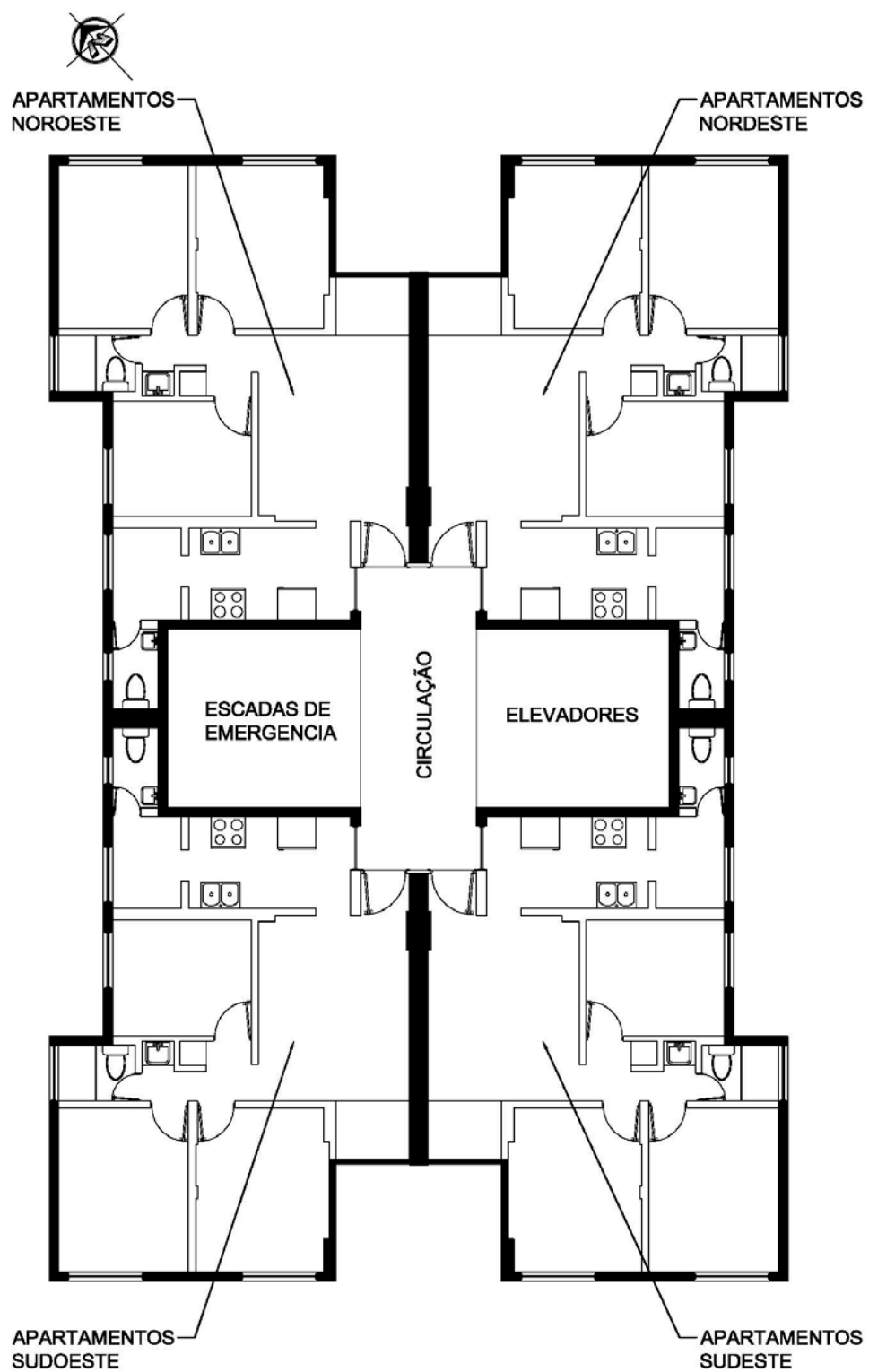


Fig. 8- Planta típica distribuição de apartamentos, edificação de estudo.  
Fonte: Autora, 2017.



Fig. 9- Planta típica de um apartamento, orientação Noroeste.  
Fonte: Autora, 2017.

#### 4.2.1 Insolação

As máscaras de sombra causadas pelos prédios contíguos ao estudo de caso, incidem no sombreamento dos apartamentos em diferentes meses e horas do dia, causando alterações no desempenho térmico dos apartamentos e portanto influenciando no conforto; como estudado por Chan, (2012).

A edificação recebe sombreamento dos dois prédios contíguos; na fachada Oeste, encontra-se um prédio com uma altura maior por 6m (Prédio A), e na fachada Leste uma residência de 3 andares (Prédio B), que só consegue sombrear os apartamentos em estudo do terceiro andar. O estudo do sombreamento é o seguinte:

Na orientação Noroeste, o “Prédio A” gera uma sombra que cobre a edificação nos meses de junho até novembro nas horas da tarde; começando em junho, julho e agosto as 11:30 horas, e em setembro a novembro as 13:00 horas. A finais de novembro e em dezembro o prédio não consegue sombrear a fachada (Fig. 10).

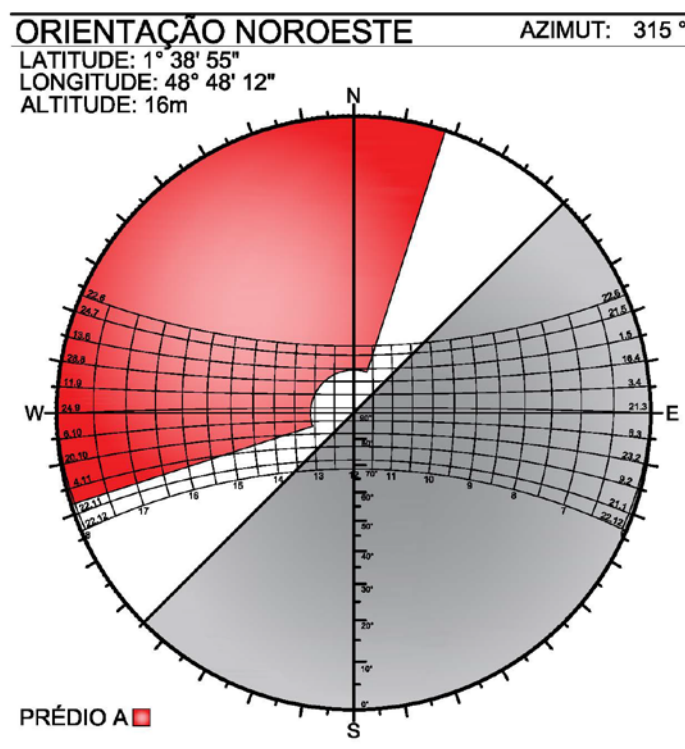


Fig. 10- Carta Solar, orientação Noroeste.  
 Fonte: Autora, 2017.

Na orientação Nordeste, o “Prédio A” sombreia os apartamentos em estudo nos meses de abril até junho na hora do meio dia, e de junho até metade de setembro nas horas de início da tarde. A sombra vai aumentando por mês o horário de incidência na fachada, sendo que em abril sombreia desde o meio dia, em maio desde 11:30 horas e em junho desde as 11:00 horas. O “Prédio B” na fachada Leste, fornece sombra para os apartamentos do terceiro andar, no final de dezembro até final de junho, nas horas da manhã; sendo que finais de maio e começos de junho deixa de sombrear as 9:00horas (Fig. 11).

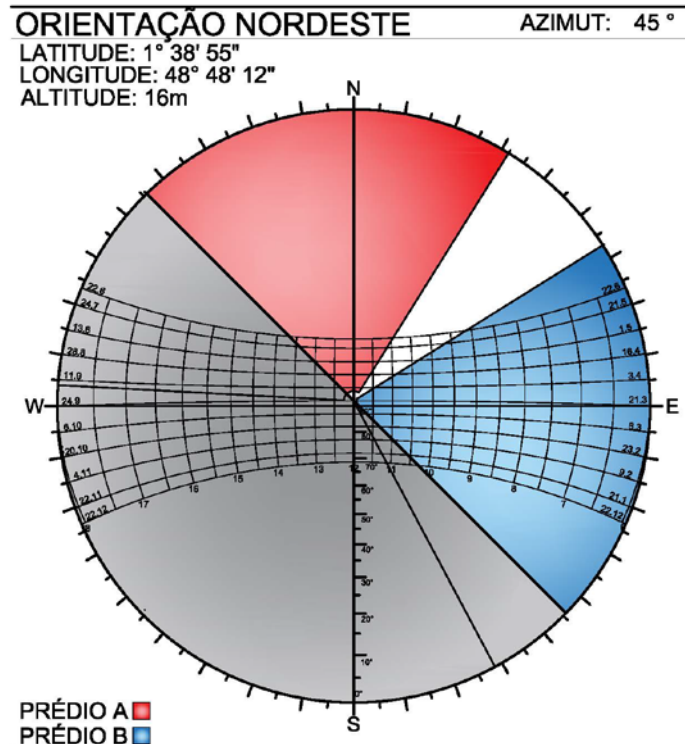


Fig. 11- Carta Solar, orientação Nordeste.  
 Fonte: Autora, 2017.

Na orientação Sudeste, o “Prédio B” sombrea os apartamentos do terceiro andar em finais de dezembro até abril, nas horas da manhã até as 11:00 horas (Fig. 12). Pela altura do prédio, não consegue sombreadar os apartamentos do décimo sexto andar.

Na orientação Sudoeste, o “Prédio A” sombrea os apartamentos em estudo nos meses de junho até dezembro nas horas da tarde; sendo que de junho até agosto começa sombreadar desde meio dia, e de agosto a dezembro paulatinamente vai aumentando a hora de sombreadamento, até começar a sombreadar as 14:30 horas no mês de dezembro. O “Prédio B” na fachada Leste sombrea os apartamentos do terceiro andar em finais de dezembro até incios de março, nas horas do meio dia, onde os raios do sol incidem mais perpendicularmente na fachada (Fig. 13).

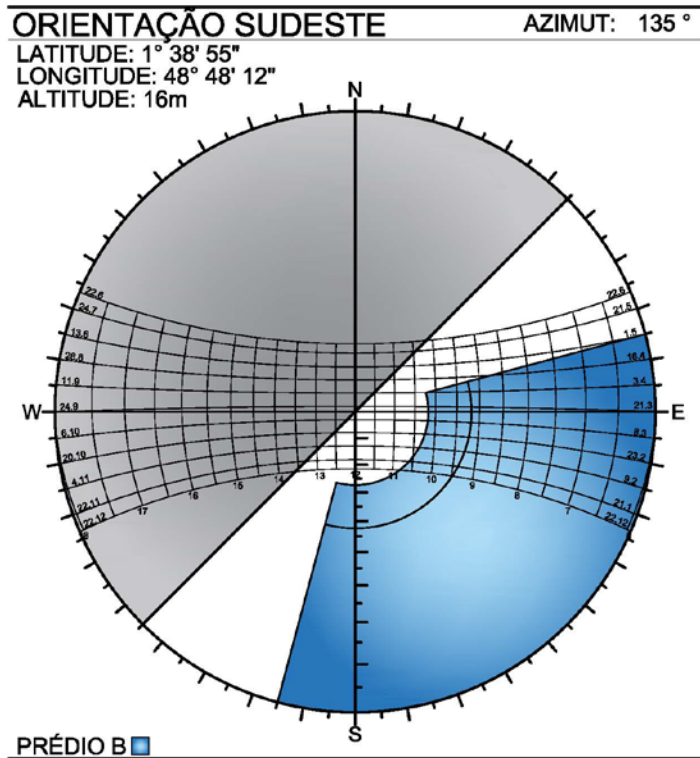


Fig. 13- Carta Solar, orientação Sudeste.  
 Fonte: Autora, 2017.

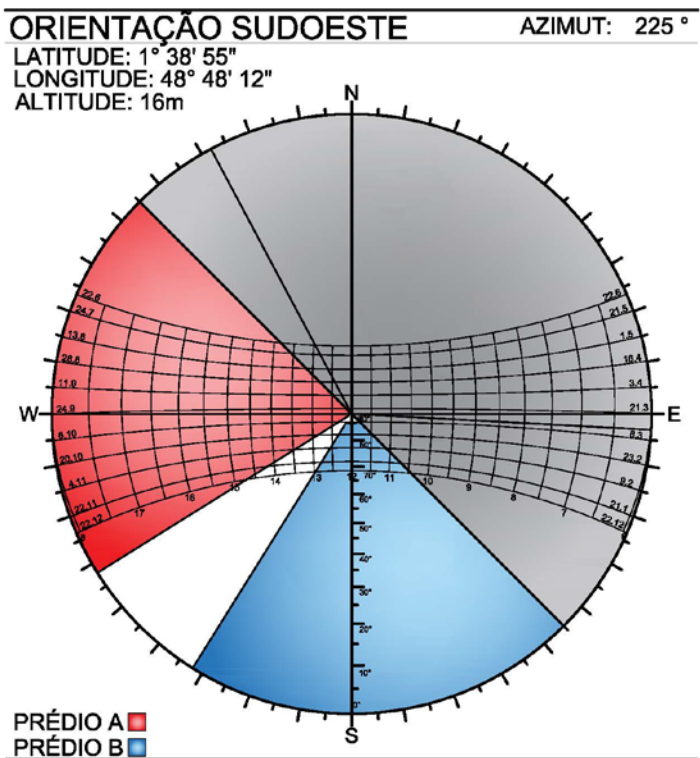


Fig. 12- Carta Solar, orientação Sudoeste.  
 Fonte: Autora, 2017.

#### 4.2.2 Vento

Igualmente importante são todos os elementos que rodeam a edificação em estudo pelo papel que desenvolvem em obstruir ou encaixar a direção do vento. Pela altura e proximidade do “Prédio A”, na orientação Oeste se cria uma barreira que atua como canyon de vento entre edifícios. Mesmo que a frequência predominante não aconteça nessa orientação, o vento que sim é predominante, do Leste e Nordeste, encontra um obstáculo que o reverte de novo para a direção em que vinha, voltando o vento para a edificação em estudo. Da mesma forma, pode atingir nos resultados, pois a velocidade do vento é maior na orientação Noroeste, e somando o efeito de reverção do vento, pode chegar afetar os apartamentos que se encontram nessa orientação.

Ainda que o “Prédio B” também se encontre numa distância curta à edificação, pela pouca altura que apresenta, não consegue obstruir em grande quantidade o vento, nem os apartamentos em estudo.

### 4.3 Simulações Termoenergéticas Computacionais das Diretrizes Construtivas

As simulações termoenergéticas computacionais foram divididas em três etapas, para conseguir um estudo detalhado do emprego das diretrizes construtivas das Normativas Brasileiras e facilitar sua comparação conforme os resultados. A Etapa 1 emprega o uso da diretriz construtiva de Ventilação Cruzada, a Etapa 2 o estudo de Área de Aberturas Externas e a Etapa 3 o Sombreamento de Aberturas.

De igual maneira, cada Etapa foi simulada em três períodos de tempo, para conseguir comparar o comportamento das diretrizes em distintos momentos do ano. Esses períodos de tempo foram divididos da seguinte maneira:

- **Período Anual:** As simulações foram executadas no período de tempo anual, tomando como “dia início” o dia 1 de janeiro, e 31 de dezembro como “dia final”. Os resultados foram reportados na frequência “anual” e “mensal”.
- **Período Mensal:** Por meio dos resultados de temperatura média do ar da simulação anual, foram escolhidos para ser simulados o mês com temperatura média do ar mais baixa, Janeiro, e o mês com temperatura média do ar mais alta, Setembro. Os resultados foram reportados na frequência “diariamente”.
- **Período Diário:** Por meio dos resultados de temperatura média do ar da simulação mensal, foram escolhidos para ser simulados o dia com temperatura média do ar mais baixa, 12 de fevereiro, e o dia com temperatura média do ar mais alta, 11 de novembro. Os resultados foram reportados na frequência “de hora em hora”.

Para indicar as características climáticas onde o prédio está localizado, é inserido o arquivo climático de dados horários. Se utilizou o arquivo climático fornecido pelo INMET<sup>4</sup>: “Arquivo Climático Horário INMET 816800” do ano 2015 para a cidade de Belém.

---

<sup>4</sup> INMET: Instituto Nacional de Meteorologia, Brasil.

#### 4.3.1 Programa de Simulação Computacional

Conhecendo as vantagens do uso de simulações computacionais na obtenção de resultados termoenergéticos mencionados no Capítulo 2, item 2.4, é o programa de desempenho energético EnergyPlus o motor utilizado para conseguir a análise do estudo de caso.

A modelagem gráfica da edificação em 3D para a elaboração dos requerimentos geométricos do EnergyPlus é realizada por meio da interação com o plug-in OpenStudio do software Sketchup. O OpenStudio suporta um fluxo de trabalho interativo de desenho, simulação e análise (NRLE, 2015).

O software têm sido utilizado em quantidade de estudos como Wallauer, (2003); Silva, Ghisi; (2014); Chvatal; (2014); Melo *et. al.*, (2014); para a determinação do desempenho térmico de edificações residenciais segundo as normativas brasileiras.

De igual forma, o emprego da Normativa Brasileira NBR 15575, baseada na NBR 15520-3, pode ser avaliada por meio de simulações computacionais para o estudo do desempenho térmico das edificações (SILVA, GHISI; 2014).

#### 4.4 Etapa 1- Diretriz Construtiva: Ventilação Natural.

As simulações termoenergéticas que o programa EnergyPlus faz possibilita calcular os dados necessários para a obtenção de conforto térmico em edifícios não condicionados. Para isso, é preciso preencher uma série de informações tanto construtivas como operacionais, que descrevem como funciona a edificação.

Para a inserção de propriedades, cada apartamento foi identificado, segundo sua orientação e altura, como uma zona térmica independente (Tabela 2, Fig. 14).

A estratégia de ventilação cruzada é aproveitada segundo o posicionamento das esquadrias e distribuição dos ambientes internos de cada espaço. No entanto, serão considerados um fluxo de ar sem barreiras internas. Os apartamentos foram analisados sem sistema de condicionamento artificial. Não foram considerados a área

de circulação, escadas de emergência nem elevadores, para manter o estudo dos apartamentos como o objetivo central.

| ANDAR                     | APARTAMENTO   | ORIENTAÇÃO   | ZONA TÉRMICA |
|---------------------------|---------------|--------------|--------------|
| <b>Terceiro Andar</b>     | Apartamento 1 | Sudeste- SE  | 1            |
|                           | Apartamento 2 | Nordeste- NE | 2            |
|                           | Apartamento 3 | Noroeste- NO | 3            |
|                           | Apartamento 4 | Sudoeste- SO | 4            |
| <b>Décimo Sexto Andar</b> | Apartamento 5 | Sudeste- SE  | 5            |
|                           | Apartamento 6 | Nordeste- NE | 6            |
|                           | Apartamento 7 | Noroeste- NO | 7            |
|                           | Apartamento 8 | Sudoeste- SO | 8            |

Tabela 2- Configuração das Zonas Térmicas e sua orientação.  
Fonte: Autora, 2017.

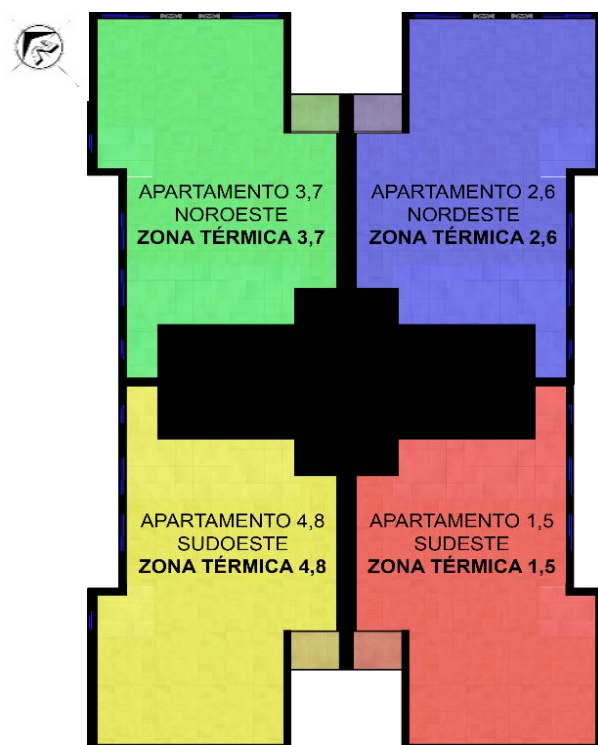


Fig. 14- Distribuição das zonas térmicas.  
Fonte: Autora, 2017.

A modelagem das zonas térmicas na primeira etapa foi realizada utilizando as áreas de abertura e elementos construtivos existentes, para serem empregados como ponto de referência ao serem comparados nas próximas etapas. Igualmente, foram modelados os prédios adjacentes à edificação, pois agem como objetos de sombreamento (Fig. 15).

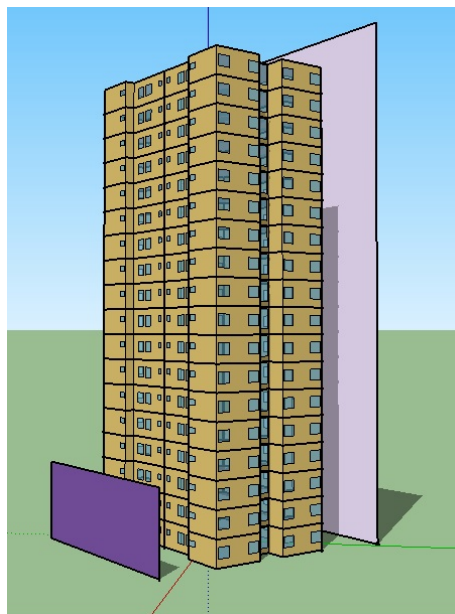


Fig. 15- Edificação na Etapa 1.  
Fonte: Autora, 2017.

Para caracterizar o modelo a simular, foi inserido uma altura de pé direito para cada andar de 3m, igual que no caso real. Os ganhos internos de ocupação de pessoas, e outros aspectos como iluminação artificial e equipamento elétrico foram consideradas predeterminadas pelo software OpenStudio, sendo indicada a tipologia de Apartamento de Altura Media.

O aspecto mais relevante e imprescindível para o estudo de caso é a caracterização de dados para ventilação natural. Só certa quantidade de detalhamento pode ser indicado dentro do software OpenStudio. É no Equipamento de cada Zona Térmica onde aparece a opção de designar “Ventilação Natural” como o tipo de condicionamento. Porém, é na interfaz do EnergyPlus onde foram determinados maiores detalhes para descrever como funciona a ventilação natural dentro de cada apartamento.

A ventilação natural é alcançada por desigualdades de pressão nas fachadas, diferenças na temperatura do ar interno e externo dos ambientes, diferenças de altura nas aberturas, velocidade e direção do vento (Pereira, *et. al.*, 2013).

Dentro da interface do EnergyPlus Launch, é na classe *Natural Ventilation and Duct Leakage*<sup>5</sup> onde se coloca o objeto para o *Airflow Network*<sup>6</sup>. O uso de *Airflow Network* para simulações de ventilação natural foi utilizado em estudos como o de Chan (2011) e Huang, Hwang (2015).

Para conseguir entender melhor o conceito do objeto, o Manual de Simulação Computacional de Edifícios Naturalmente Ventilados no programa EnergyPlus – versão 8.0 (Pereira, *et. al.*, 2013, p. 10) explica que:

O objeto AirflowNetwork calcula o fluxo de ar entre zonas e o exterior, através de frestas e janelas. No módulo relacionado à ventilação natural são determinados os links (entradas) do fluxo de ar, as características do entorno da edificação, as condições de abertura das janelas e portas e as condições de ventilação. O algoritmo permite que sejam criadas schedules de controle, de disponibilidade de ventilação, entre outras.

É das especificações em essa classe que se consegue o seguinte:

- Controlar por meio das aberturas em cada zona térmica a ventilação natural .
- Indicar as superfícies no modelo que possuem aberturas externas para passagem de ventilação natural.
- Especificar a operabilidade das janelas e/ou portas nessas aberturas externas.
- Detalhar o horário de uso das janelas e portas.

A Figura 16 mostra a interface de edição de EnergyPlus na classe de *Airflow Network: Simulation Control*<sup>7</sup>. Aquí são definidos os aspectos elementares para a simulação de ventilação natural. O algoritmo para o controle da ventilação é *Multizone Without Distribuiton*<sup>8</sup> onde se calcula a ventilação entre zonas térmicas, mas sem considerar distribuição de ar.

---

<sup>5</sup> Traduzido a Ventilação natural e vazamento do duto, em português.

<sup>6</sup> Traduzido a Rede de fluxo de ar, em português.

<sup>7</sup> Traduzido a Controle de Simulação, em português.

<sup>8</sup> Traduzido a Multizona sem Distribuição, em português.

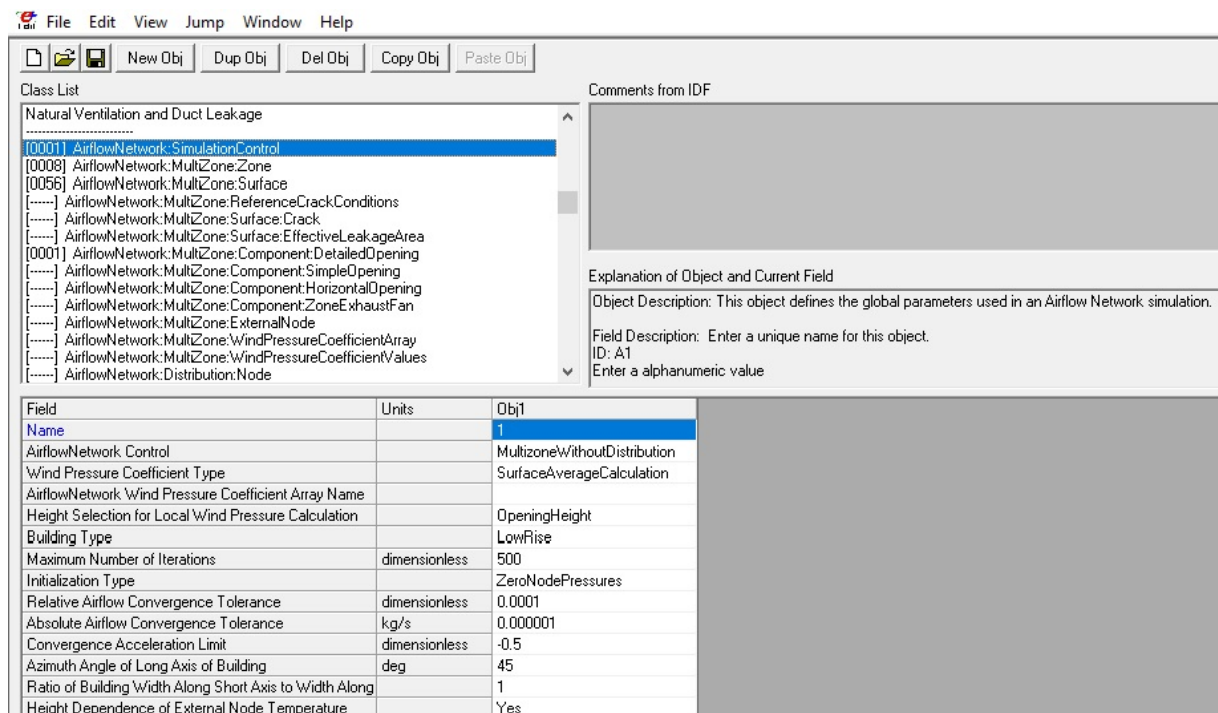


Fig. 16- Interface de edição AirflowNetwork: SimulationControl, software EnergyPlus.  
Fonte: Autora, 2017.

O Tipo de Coeficiente de Pressão do Vento é calculado pelo programa em base da altura da abertura para ventilação.

A Figura 17 mostra a interface de edição de EnergyPlus na classe de *Airflow Network: Multizone: Zone*<sup>9</sup>. Em ela, se especifica o modo de ventilação natural e as zonas térmicas que vão utilizar esse modo.

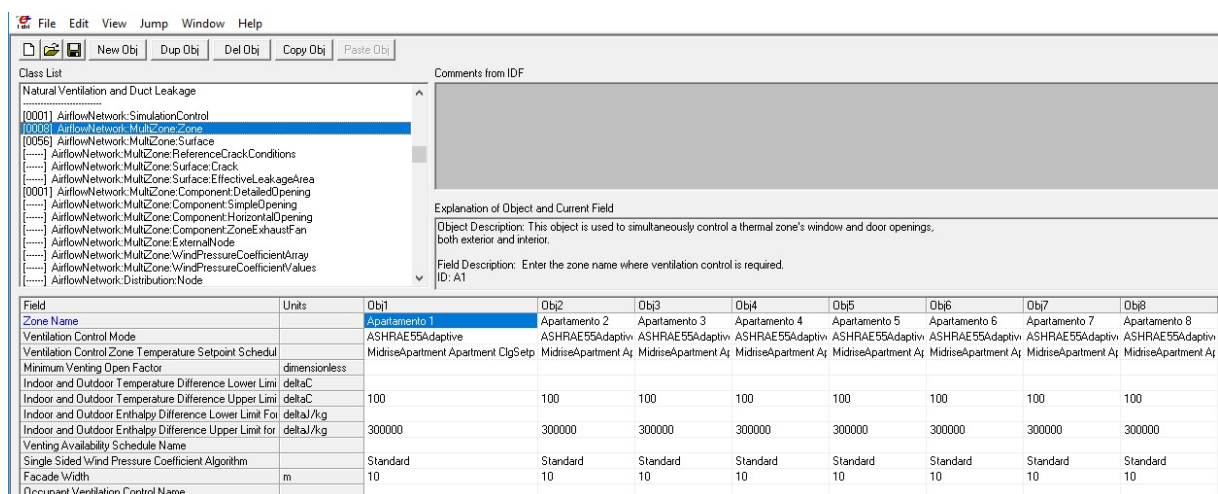


Fig. 17- Interface de edição AirflowNetwork: MultiZone: Zone, software EnergyPlus.  
Fonte: Autora, 2017.

<sup>9</sup> Traduzido a Zona, em português.

Nesse ponto foi indicado o modo ASHRAE55Adaptive. Ele estipula que o horário de uso para abrir ou fechar janelas depende da condição “a temperatura operativa é maior do que a temperatura de conforto” (Pereira, *et. al.*, 2013, p. 18). A condição está baseada no modelo de conforto adaptativo da normativa norteamericana ASHRAE Standard 55, a qual é reconhecida internacionalmente como uns dos modelos de avaliação de conforto adaptativo mais equilibrados (HUANG, HWANG, 2015).

A Figura 18 mostra a interface de edição de EnergyPlus na classe de *Airflow Network: Multizone: Surface*<sup>10</sup>. Em ela, se especificam quais das superfícies com aberturas externas nas zonas térmicas estão dirigidas para abrirem ou fecharem com esse modo de ventilação natural.

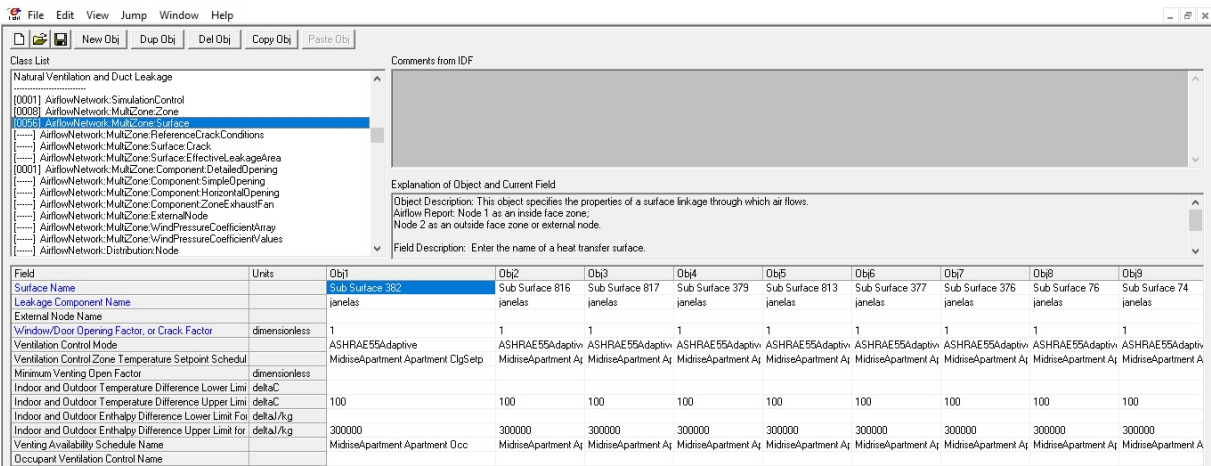


Fig. 18- Interface de edição AirflowNetwork: MultiZone: Surface, software EnergyPlus.  
Fonte: Autora, 2017.

A Figura 19 mostra a interfaz de edição de EnergyPlus na classe de *Airflow Network: Multizone: Component: Detailed Opening*<sup>11</sup>. Em ela, se especifica as propriedades das janelas para abrirem ou fecharem com o modo de ventilação natural eleito.

Aquí foi indicado, para a Etapa 1, o fator de abertura de 0,5 para as janelas, pois são do tipo corrediça, e só conseguem abrir 50% da área de abertura.

<sup>10</sup> Traduzido a Superfície, em português.

<sup>11</sup> Traduzido a Detalhamento de Abertura, em português.

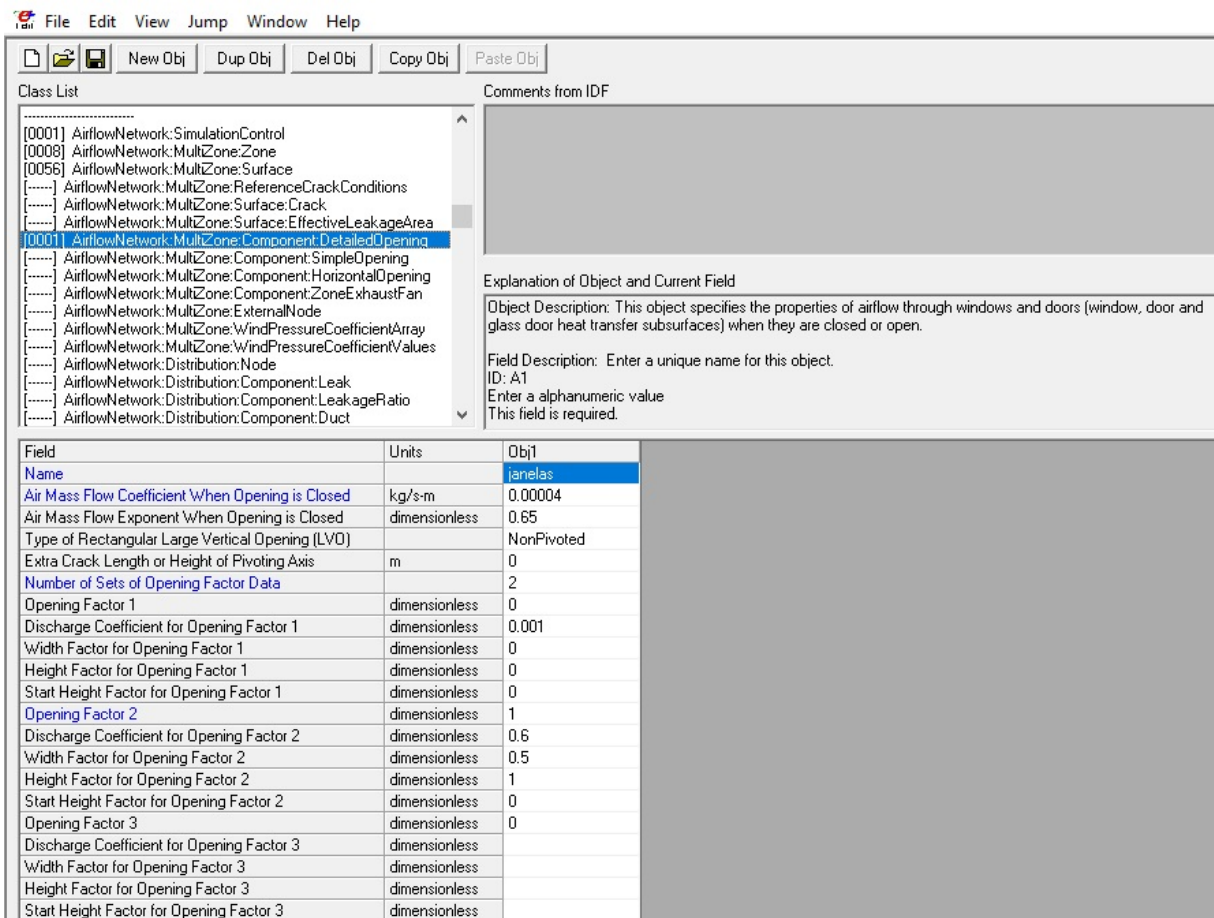


Fig. 19- Interface de edição AirflowNetwork: MultiZone: Component: Detailed Opening.  
Etapa 1. Software EnergyPlus.  
Fonte: Autora, 2017.

#### 4.5 Etapa 2- Diretriz Construtiva: Área de Aberturas Externas.

A segunda etapa foi a criação do cenário computacional segundo a diretriz construtiva da área da aberturas externas para ventilação. Conforme o requisito da ABNT NBR 15775-4: 2013, nos ambientes de permanência prolongada (salas, dormitórios, cozinha) na Zona 8, Região Norte do Brasil, as aberturas para ventilação devem ser grandes, atendendo o valor da área efetiva<sup>12</sup> ser maior ou igual ao 12% da área de piso.

Os ambientes considerados de permanência prolongada no estudo de caso, foram os indicados na Fig. 20; e a soma total de suas áreas é de 54,77m<sup>2</sup>.



Fig. 20- Ambientes de permanência prolongada, planta típica de um apartamento.  
Fonte: Autora, 2017.

<sup>12</sup>ABNT NBR 15575-4- 2013: Edificações habitacionais: Desempenho. Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas. 11.3 Requisito- Aberturas para ventilação. Área Efetiva: "...para o cálculo desta área somente são consideradas as aberturas que permitam a livre circulação do ar, devendo ser descontadas as áreas de perfis, vidros e de qualquer outro obstáculo; nesta área não são computadas as áreas de portas internas."

As janelas dos ambientes de permanência prolongada, por serem de correr, podiam abrir uma área efetiva do 50% da área total do vão, representando um 4,60% da área total do piso desses ambientes. Para esta simulação, foi considerado a mesma área do vão, mas com uma abertura efetiva de 100%, trocando o jeito das janelas abrirem como batentes. Essa mudança simbolizou um 16,80% da área total do piso, fazendo possível o requisito constituído pela normativa 15575-4 (Tabela 3).

| AMBIENTES DE PERMANÊNCIA PROLONGADA | ÁREA (m <sup>2</sup> ) | ABERTURAS (JANELAS) |               |        |               |                |
|-------------------------------------|------------------------|---------------------|---------------|--------|---------------|----------------|
|                                     |                        | QTDE.               | DIMENSÕES (m) |        | ÁREA EFETIVA  |                |
|                                     |                        |                     | LARGURA       | COMPR. | ETAPA 1 (50%) | ETAPA 2 (100%) |
| Sala de Estar                       | 18,04                  | 1                   | 1,26          | 2,25   | 1,42          | 2,84           |
| Dormitório 1                        | 9,74                   | 1                   | 1,4           | 1,2    | 0,84          | 1,68           |
| Dormitório 2                        | 9,7                    | 1                   | 1,5           | 1,2    | 0,90          | 1,80           |
| Dormitório 3                        | 7,34                   | 1                   | 1,2           | 1,2    | 0,72          | 1,44           |
| Cozinha                             | 9,95                   | 1                   | 1,2           | 1,2    | 0,72          | 1,44           |
| <b>ÁREA TOTAL</b>                   | <b>54,77</b>           |                     |               |        | <b>4,60</b>   | <b>9,20</b>    |
| <b>PORCENTAGEM DE ÁREA</b>          | <b>100%</b>            |                     |               |        | <b>8,40 %</b> | <b>16,80 %</b> |

Tabela 3- Área das Aberturas dos Ambientes de Permanência Prolongada.  
Fonte: Autora.

No software EnergyPlus, é por meio do *Airflow Network: Multizone: Component: Detailed Opening* que se especificou a quantidade de segmentos em que as janelas ou portas nas aberturas externas conseguem abrir. Nessa Etapa, foi considerado o fator de abertura de 1, indicando que as janelas são capazes de abrir 100% da área de abertura (Fig. 21).

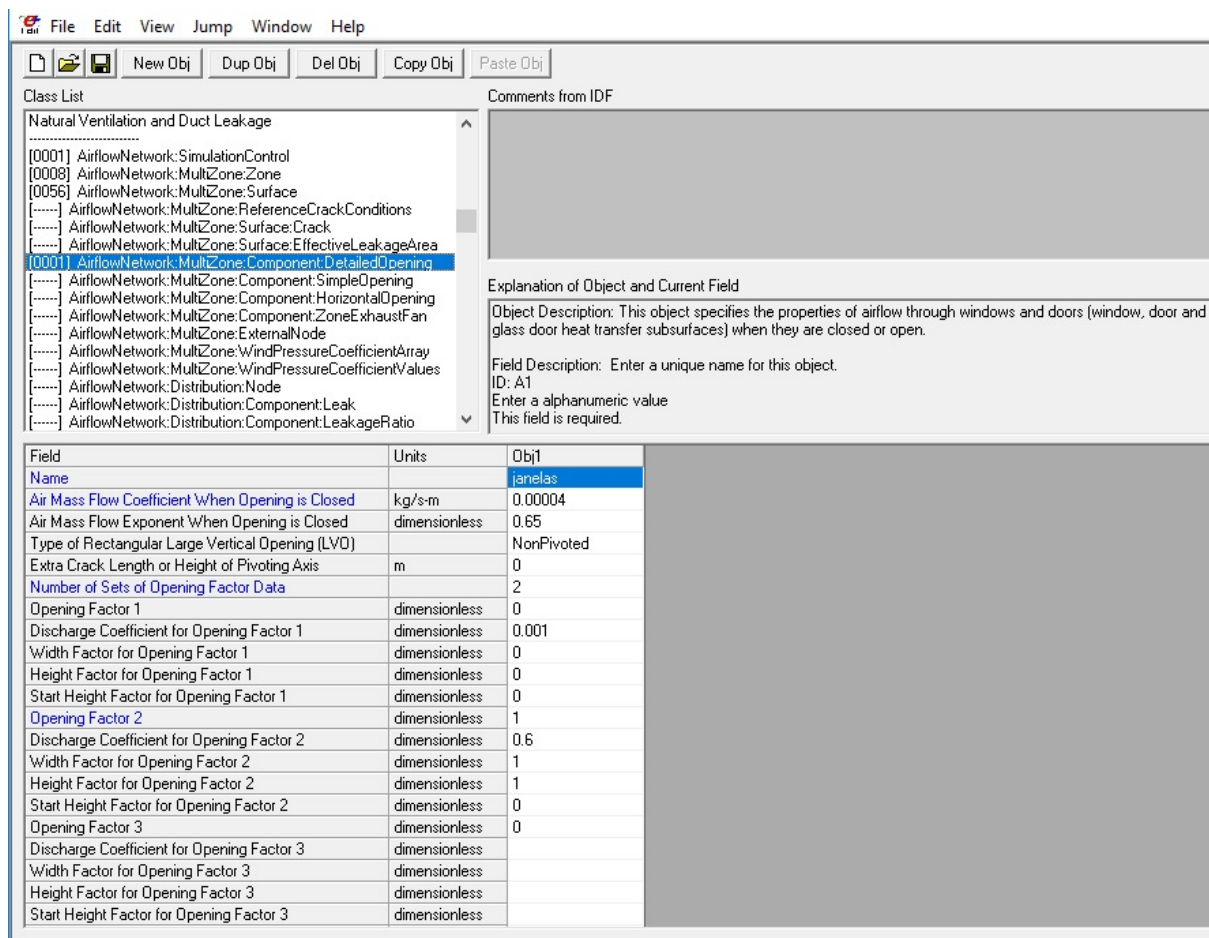


Fig. 21- Interface de edição AirflowNetwork: MultiZone: Component: Detailed Opening.  
 Etapa 2. Software EnergyPlus.  
 Fonte: Autora, 2017.

Com toda a informação apresentada na Etapa 2, foi possível empregar a diretriz construtiva Área de Abertura Externa no estudo de caso; o que contribuiu em aproveitar de uma maneira mais eficaz a área das janelas existentes e sua captação dos ventos para o resfriamento dos ambientes internos. A troca de abertura das janelas (de corrediça a batente) gera uma diferença significativa no desempenho térmico da edificação, e os resultados são apresentados no Capítulo 5.

#### **4.6 Etapa 3- Diretriz Construtiva: Sombreamento de Aberturas.**

Pelas aberturas e janelas das fachadas externas é onde os raios solares entram nos ambientes. O sombreamento é o jeito mais eficiente para proteger a edificação da luz solar e ganhos de calor não desejados. Fatores determinantes para o ângulo, dimensão e tipo de brise, são a posição do sol, e a orientação e geometria da fachada que está sendo sombreada (GOULDING, *et. al.*, 1992).

A terceira etapa está constituída pela criação do cenário computacional na aplicação de protetores solares, que objetivam o impedimento da radiação solar direta nas horas mais críticas do dia nas aberturas para ventilação. Foram determinados brises mistos fixos, constituídos pela mistura de brises horizontais e verticais, distintos para cada fachada, segundo as necessidades que se contemplavam no estudo da Carta Solar da cidade de Belém (Fig. 4). Os brises foram colocados nos mesmos ambientes de permanência prologanda da Etapa 2 (Fig. 20).

Segundo Bittencourt, (2004, p. 53) os protetores verticais fixos “são mais eficientes nas fachadas onde a maior parte de incidência se afasta da perpendicular à fachada”. Isso indica a aplicação em fachadas com orientação Norte, Sul, Sudeste, Nordeste e Sudoeste. No estudo de caso, se utilizou esse tipo de brise nas fachadas Sudoeste e Nordeste.

Os protetores horizontais fixos são melhor aproveitados “nas horas do dia em que o sol está mais alto e menos eficiente nas horas próximas ao nascer e o por do sol” (BITTENCOURT, 2004, p. 54). As quatro fachadas da edificação foram providas de brises horizontais fixos.

Na orientação Noroeste, são os Apartamentos 3 e 4 no terceiro andar, e 7 e 8 do décimo sexto, as zonas térmicas que apresentam fachadas nessa orientação. Foram colocados os brises nos ambientes internos de permanência prolongada com janela na fachada noroeste, dormitório 3 e cozinha, segundo a distribuição típica dos apartamentos (Fig. 22).



■ AMBIENTES DE PERMANÊNCIA PROLONGADA

Fig. 22- Ambientes de permanência prolongada, fachada Noroeste.  
Fonte: Autora, 2017.

O brise empregado foi do tipo horizontal fixo, formado pelo ângulo  $\alpha$ :  $65^\circ$  no corte, e  $\gamma_{\text{direita}}$ :  $55^\circ$  e  $\gamma_{\text{esquerda}}$ :  $35^\circ$  na fachada. Ao colocar os ângulos  $\gamma$  na elevação, o  $\gamma_{\text{esquerda}}$  sobreposiciona o brise que se cria da cozinha com o do dormitório 3. Portanto, os dois brises foram misturados em um só. O ângulo  $\alpha$  da um comprimento 0,36m no corte (Fig. 23).

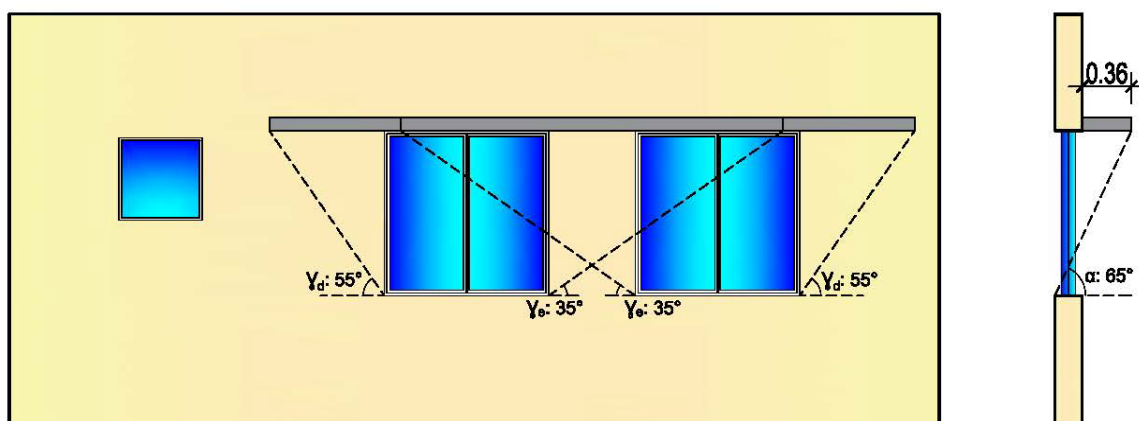


Fig. 23- Ângulos dos brises, orientação Noroeste.  
Elevação (esquerda) e Corte (direita).  
Fonte: Autora, 2017.

A máscara de sombra consegue bloquear a incidência de raios solares diretos nos meses de junho até dezembro, nas horas mais críticas do meio dia e início da tarde (Fig. 24).

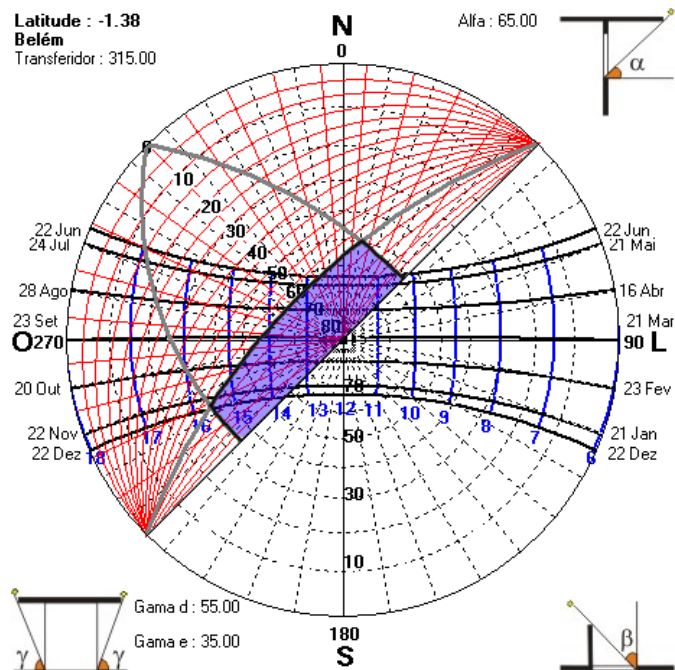


Fig. 24- Máscara de Sombra, orientação Noroeste.  
Software: SOL-AR 6.2.  
Fonte: Autora, 2017.

Na Figura 25 se apresenta a fachada Noroeste completa, com o emprego dos brises horizontais.

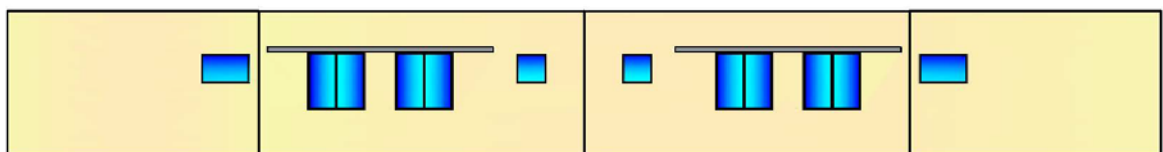
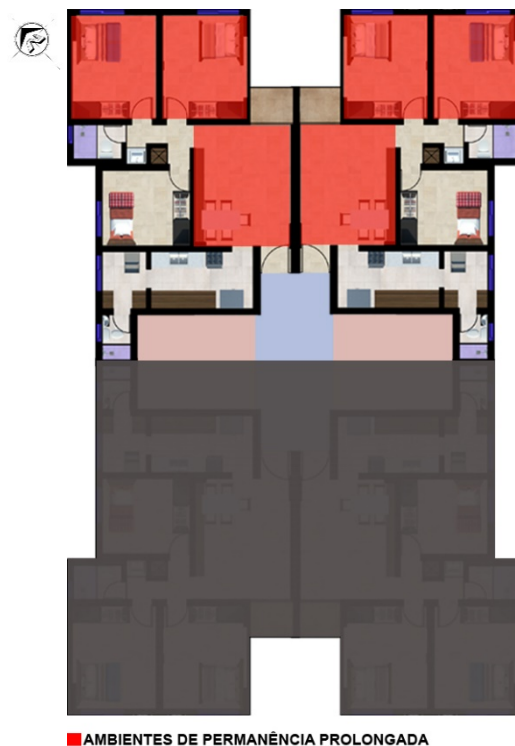


Fig. 25- Fachada Noroeste com brises horizontais.  
Fonte: Autora, 2017.

Na orientação Nordeste, são os Apartamentos 2 e 3 do terceiro andar, e 6 e 7 do décimo sexto, as zonas térmicas que apresentam fachadas nessa orientação. Foram colocados os brises nos ambientes internos de permanência prolongada com janela na fachada nordeste, dormitório 1 e dormitório 2, assim como a sala de estar; segundo a distribuição típica dos apartamentos (Fig. 26).



■ AMBIENTES DE PERMANÊNCIA PROLONGADA

Fig. 26- Ambientes de permanência prolongada, fachada Nordeste.  
Fonte: Autora, 2017.

Os brises empregados para os dormitórios foram do tipo misto fixo, formados pelos ângulos  $\alpha$ :  $40^\circ$  e  $\gamma_{\text{esquerda}}$ :  $60^\circ$ . O ângulo  $\alpha$  da um comprimento 0,60m no corte, no brise superior e 0,52m no inferior (Fig. 27).

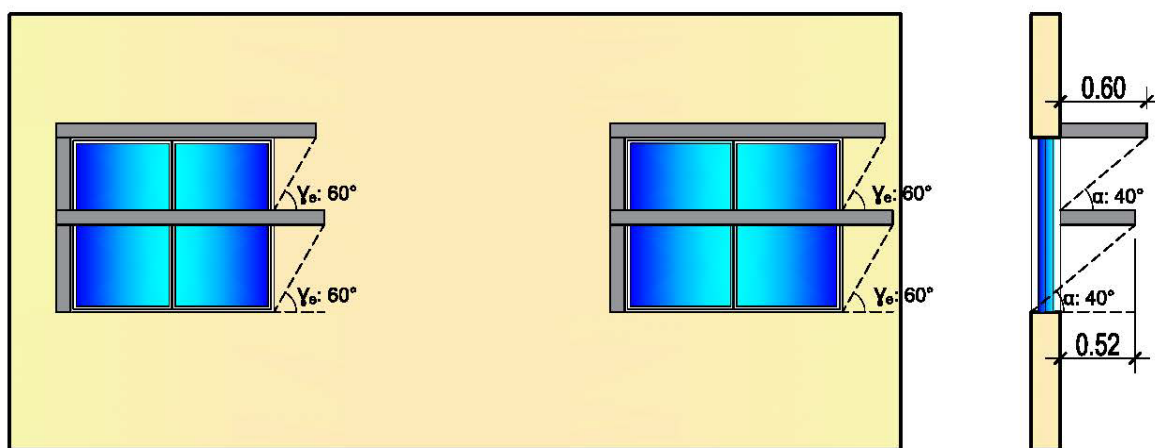


Fig. 27- Ângulos dos brises, orientação Nordeste.  
Dormitórios. Elevação (esquerda) e Corte (direita).  
Fonte: Autora, 2017.

A máscara de sombra consegue bloquear a incidência de raios solares diretos nos meses de janeiro até junho, nas horas da manhã (Fig. 28).

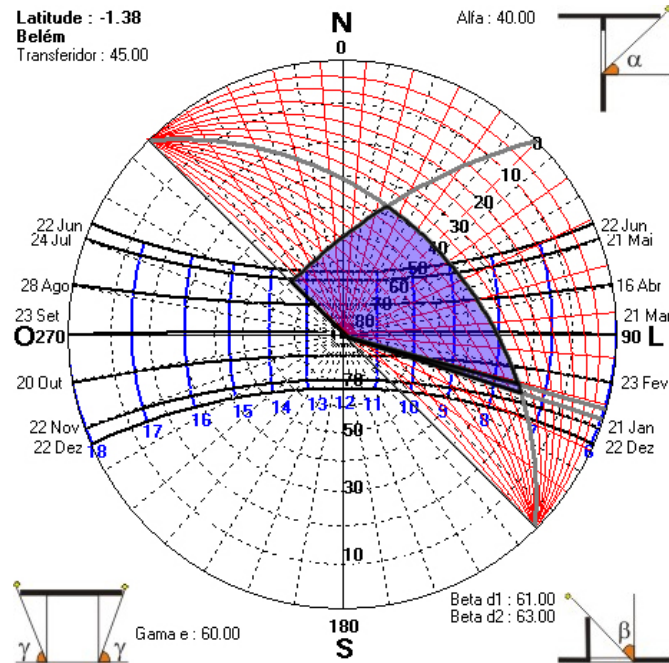


Fig. 28- Máscara de Sombra, orientação Nordeste.  
Dormitórios.  
Fonte: Autora, 2017.

Pela dimensão da parede, é impossível colocar só um brise horizontal fixo para conseguir a máscara de sombra ideal; por tanto, foi necessário implementar o brise vertical fixo. Os ângulos que se formaram foram  $\beta_{direita1}$ : 61° e  $\beta_{direita2}$ : 63° para proteger a janela e fechar o brise do lado direito (Fig. 29).

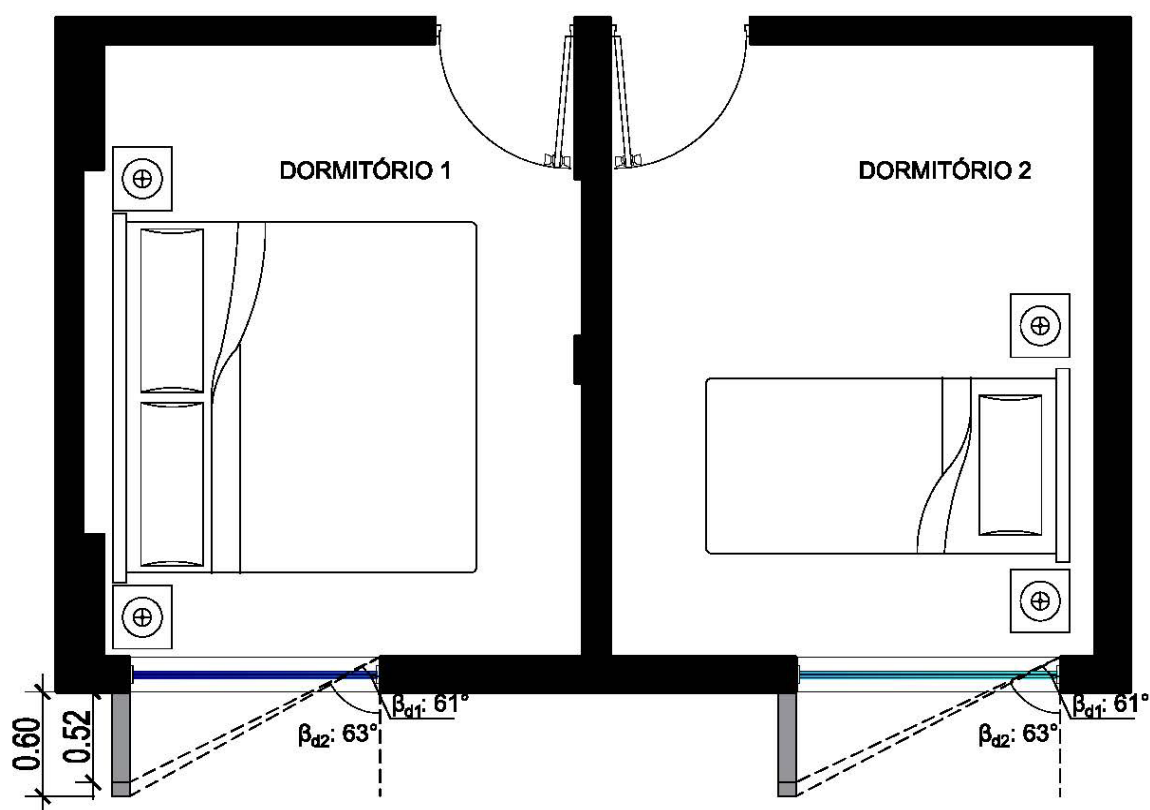


Fig. 29- Ângulos dos brises, orientação Nordeste.  
Vista em Planta.  
Fonte: Autora, 2017.

A sala de estar, sendo um ambiente de estadia prolongada obteve um estudo de brise distinto ao dos dormitórios. A porta de acesso à sacada foi modelada como uma janela de grão tamanho para simplificar o detalhamento na construção energética em 3D no software OpenStudio.

Pela dimensão da parede, e sendo o ponto de união com o apartamento adjacente, foi definido usar proteção solar horizontal fixa alongada, cubrindo as duas sacadas da fachada, para conseguir sombrear as áreas que a mesma geometria da edificação não chegava a cobrir. Os ângulos empregados foram, na fachada  $\gamma_{direita}$ : 82° e  $\gamma_{esquerda}$ : 49°; no corte  $\alpha$ : 53°, que dá um comprimento de 1,50m (Fig. 30).

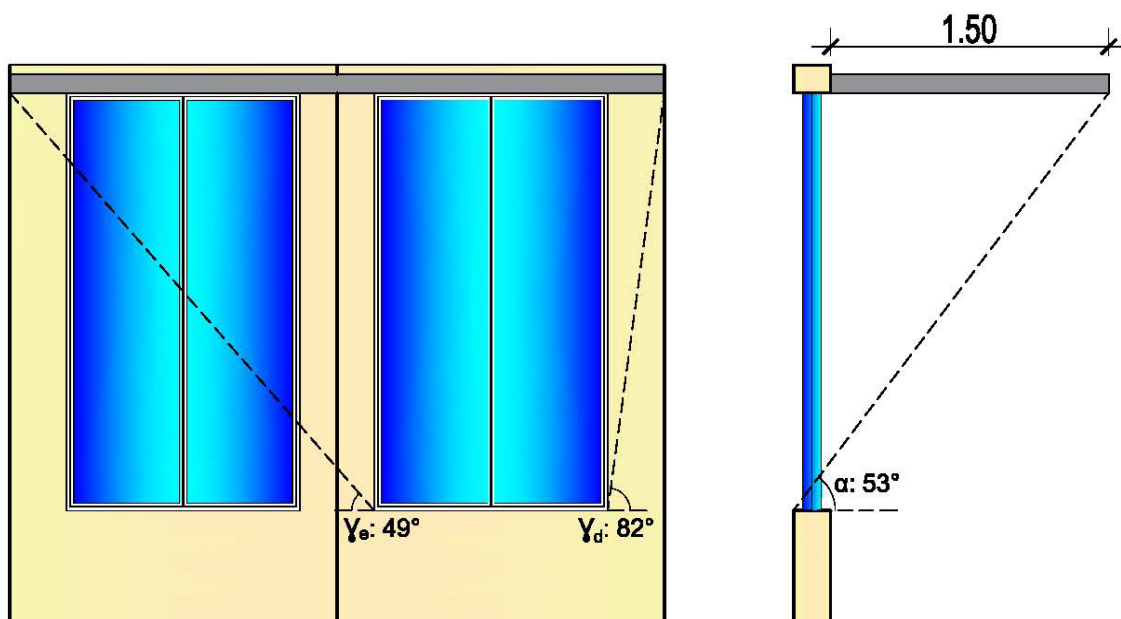


Fig. 30- Ângulos dos brises, orientação Nordeste.  
Sala de Estar. Elevação (esquerda) e Corte (direita).  
Fonte: Autora, 2017.

A máscara de sombra criada pelo brise bloqueia das 10:00 horas da manhã até meio dia, desde março até junho (Fig. 31).

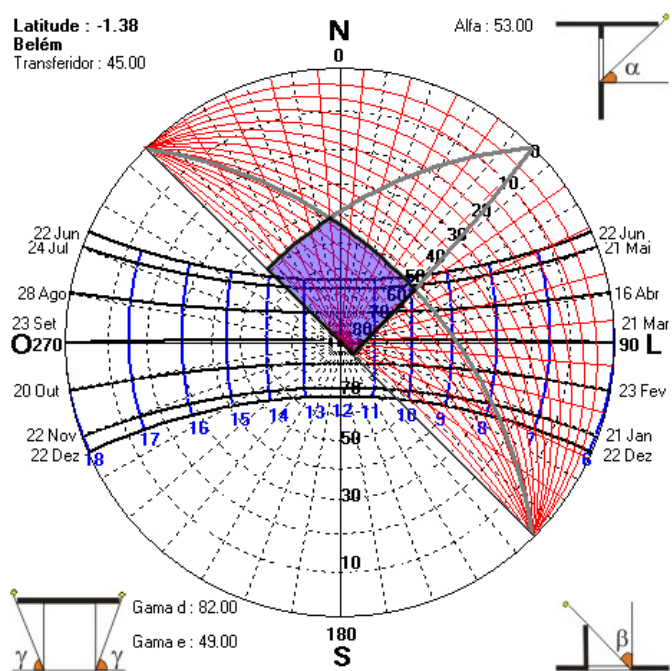


Fig. 31- Máscara de Sombra, orientação Nordeste.  
Dormitórios.  
Fonte: Autora, 2017.

Na Figura 32 se apresenta a fachada Nordeste completa, com o emprego dos brises horizontais nas salas de estar e brise misto nos dormitórios.

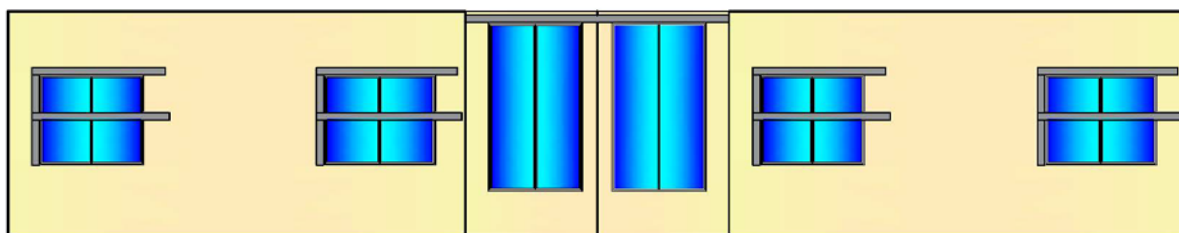


Fig. 32- Fachada Nordeste com brises mistos.  
Fonte: Autora, 2017.

Na orientação Sudeste, são os Apartamentos 1 e 2 no terceiro andar, e 5 e 6 do décimo sexto, as zonas térmicas que apresentam fachadas nessa orientação. Foram colocados os brises nos ambientes internos de permanência prolongada com janela na fachada sudeste, dormitório 3 e cozinha, segundo a distribuição típica dos apartamentos (Fig. 33).



Fig. 33- Ambientes de permanência prolongada, fachada Sudeste.  
Fonte: Autora, 2017.

O brise empregado foi do tipo horizontal fixo, formado pelo ângulo  $\alpha$ :  $45^\circ$  no corte;  $\gamma_{\text{direita}}$ :  $60^\circ$  e  $\gamma_{\text{esquerda}}$ :  $40^\circ$  na fachada. Ao colocar os ângulos  $\gamma$  na elevação, o  $\gamma_{\text{esquerda}}$  a saliência se sobreposiciona com o brise que se cria da cozinha com o do dormitório 3. Portanto, os dois brises foram misturados em um só.

Para conseguir criar uma máscara de sombra maior com o menor dimensionamento possível, o brise foi dividido em duas placas horizontais. Como exposto por Lamberts, *et.al.* (2014, p. 138): “...obtéem-se uma segunda alternativa, construtivamente mais adequada, embora com exatamente a mesma máscara e os mesmos ângulos  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ .”. O ângulo  $\alpha$  da um comprimento 0,50m no brise superior e 0,40m no inferior, quando visto no corte (Fig. 34).

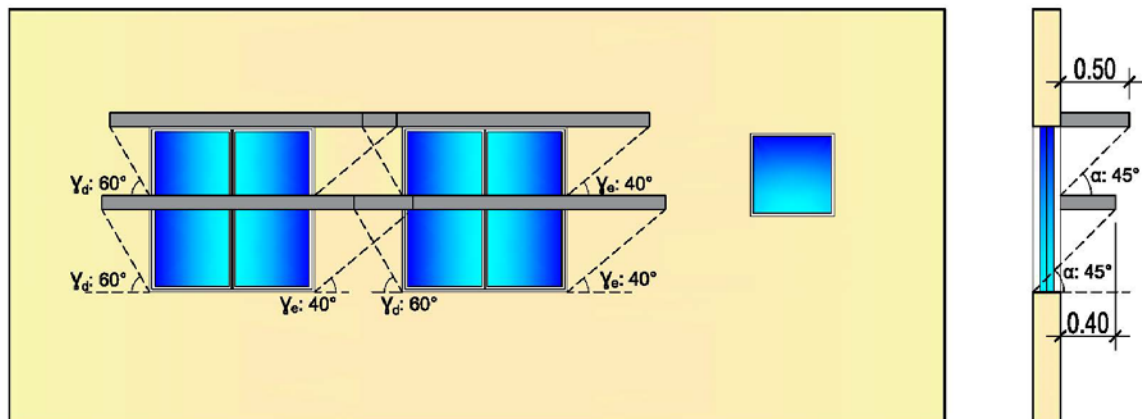


Fig. 34- Ângulos dos brises, orientação Sudeste.  
Elevação (esquerda) e Corte (direita).  
Fonte: Autora, 2017.

Os brises empregados foram do tipo horizontal fixo, criando uma máscara de sombra que consegue bloquear a incidência de raios solares diretos nos meses de dezembro até abril, nas horas da manhã desde as 8:00 horas, até as mais críticas do meio dia (Fig. 35).

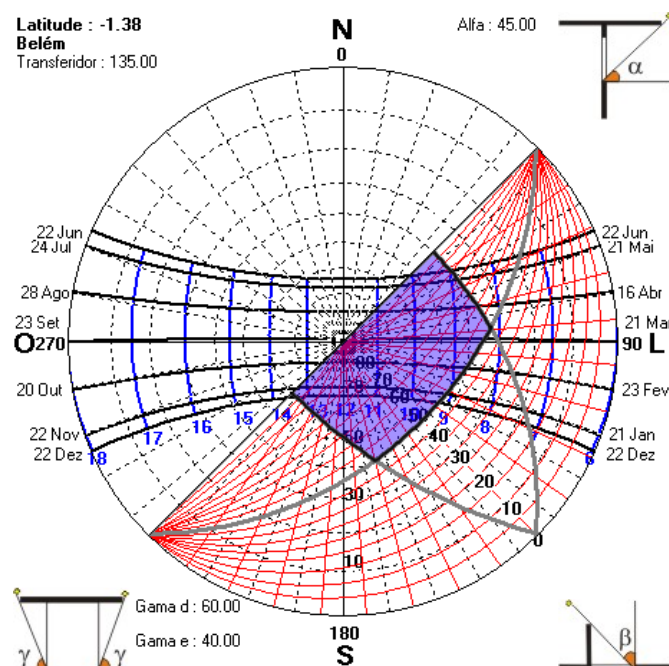


Fig. 35- Máscara de sombra, orientação Sudeste.  
Fonte: Autora, 2017.

Na Figura 36 se apresenta a fachada Sudeste completa, com o emprego dos brises horizontais no dormitório 3 e cozinha.

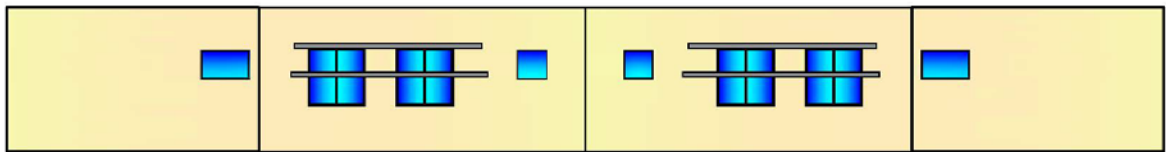


Fig. 36- Fachada Sudeste com brises horizontais.  
Fonte: Autora, 2017.

Por último, na orientação Sudoeste, são os Apartamentos 4 e 1 do terceiro andar, e 8 e 5 do décimo sexto, as zonas térmicas que apresentam fachadas nessa orientação. Foram colocados os brises nos ambientes internos de permanência prolongada com janela na fachada sudoeste, dormitório 1 e dormitório 2, assim como a sala de estar; segundo a distribuição típica dos apartamentos (Fig. 37).



Fig. 37- Ambientes de permanência prolongada, fachada Sudoeste.  
Fonte: Autora, 2017.

Os brises empregados para os dormitórios foram do tipo misto fixo, formados pelos ângulos  $\alpha$ :  $40^\circ$  e  $\gamma_{\text{esquerda}}$ :  $60^\circ$ . O ângulo  $\alpha$  da um comprimento 0,60m no corte, no brise superior e 0,52m no inferior (Fig. 38).

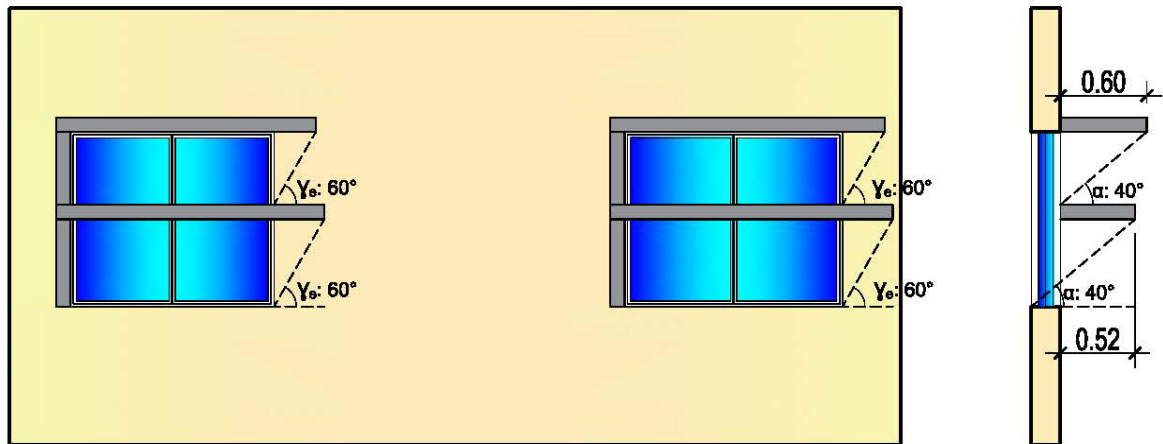


Fig. 38- Ângulos dos brises, orientação Sudoeste.  
Dormitórios. Elevação (esquerda) e Corte (direita).  
Fonte: Autora, 2017.

A máscara de sombra consegue bloquear a incidência de raios solares diretos nos meses de julho até dezembro, nas horas da manhã (Fig. 39).

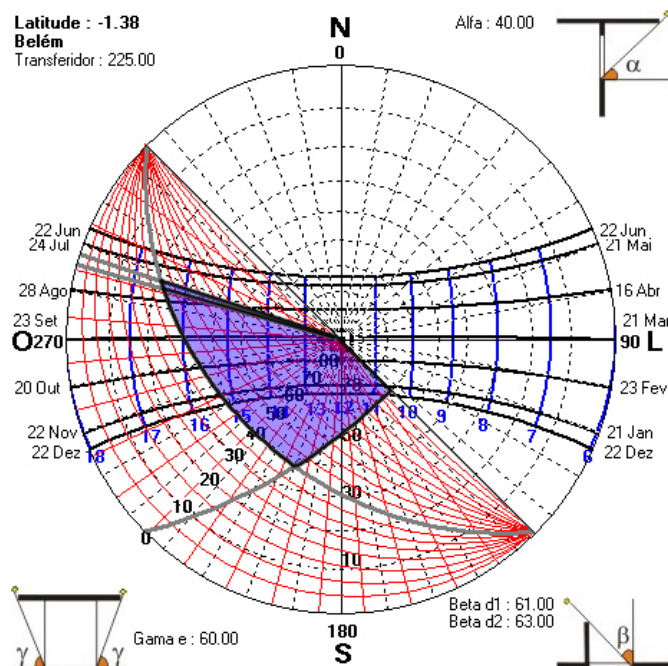


Fig. 39- Máscara de Sombra, orientação Sudoeste.  
Dormitórios.  
Fonte: Autora, 2017.

Pela dimensão da parede, é impossível colocar só um brise horizontal fixo para conseguir a máscara de sombra ideal; por tanto, foi necessário implementar o brise vertical fixo. Os ângulos que se formaram foram  $\beta_{\text{direita1}}$ :  $61^\circ$  e  $\beta_{\text{direita2}}$ :  $63^\circ$  para proteger a janela e fechar o brise do lado direito (Fig. 40).

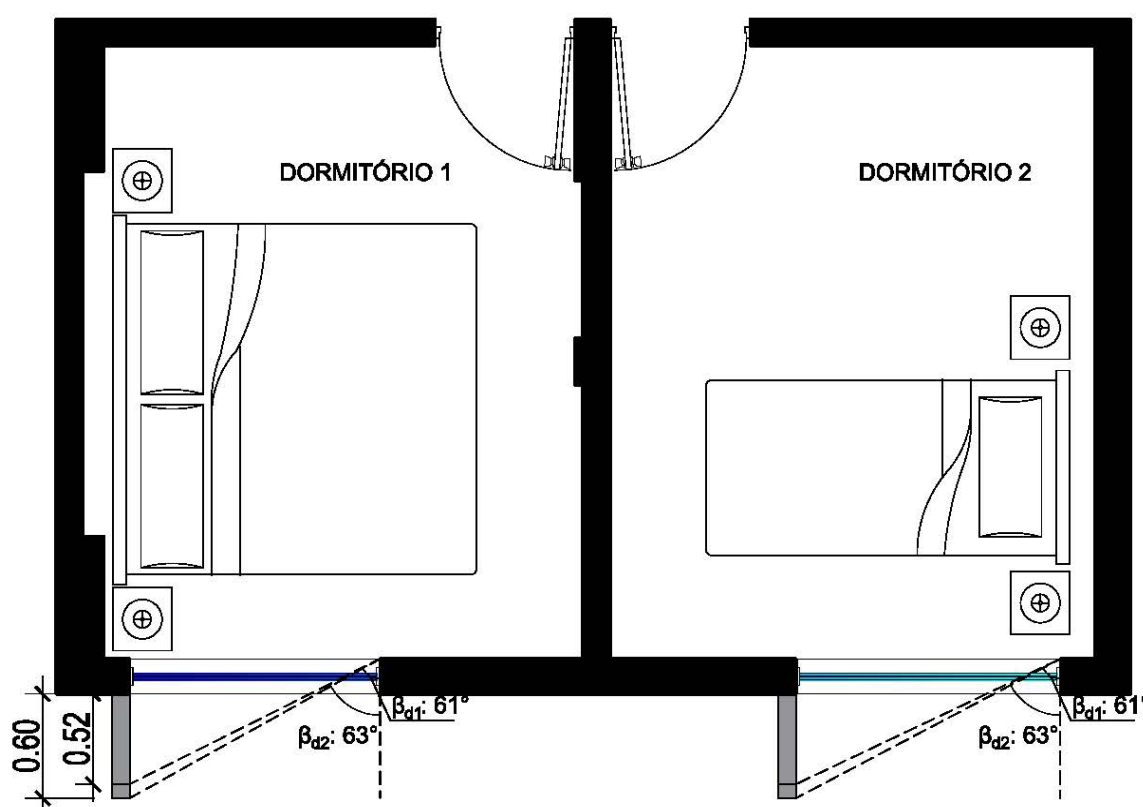


Fig. 40- Ângulos dos brises, orientação Sudoeste.  
Vista em Planta.  
Fonte: Autora, 2017.

Igual como acontece na orientação Nordeste, a sala de estar, sendo um ambiente de estadia prolongada obteve um estudo de brise distinto ao dos dormitórios. Pela dimensão da parede, e sendo o ponto de união com o apartamento adjacente, foi definido usar proteção solar horizontal fixa alongada, cubrindo as duas sacadas da fachada, para conseguir sombrear as áreas que a mesma geometria da edificação não chegava a cobrir. Os ângulos empregados foram, na fachada  $\gamma_{\text{direita}}$ :  $82^\circ$  e  $\gamma_{\text{esquerda}}$ :  $49^\circ$ ; no corte  $\alpha$ :  $53^\circ$ , que dá um comprimento de 1,50m (Fig. 41).

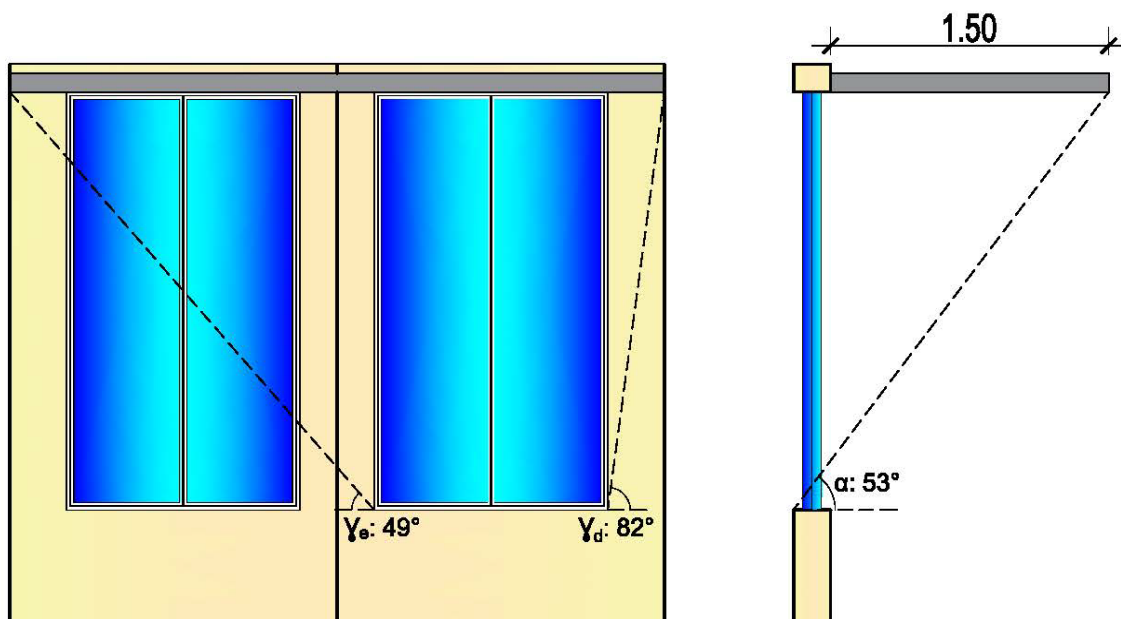


Fig. 41- Ângulos dos brises, orientação Sudoeste.  
Sala de Estar. Elevação (esquerda) e Corte (direita).  
Fonte: Autora, 2017.

A máscara de sombra criada pelo brise bloqueia as horas da tarde, desde finais de julho até dezembro (Fig. 42).

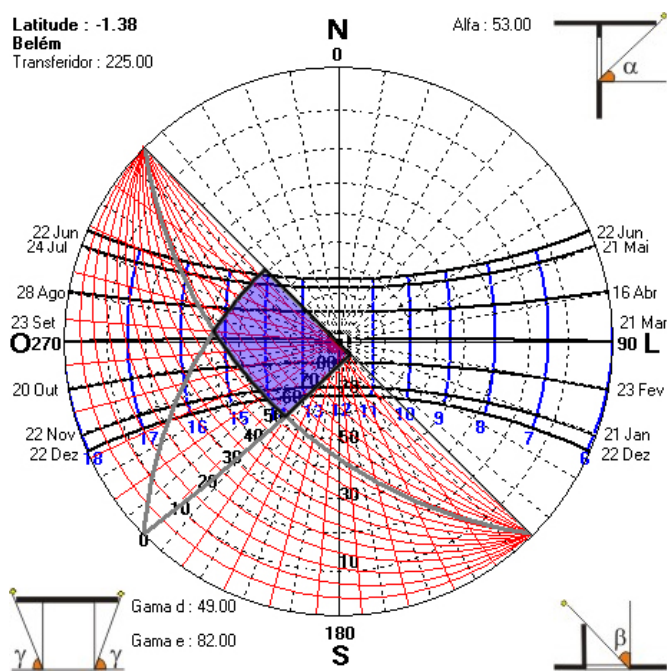


Fig. 42- Máscara de Sombra, orientação Sudoeste.  
Sala de Estar.  
Fonte: Autora, 2017.

Na Figura 43 se apresenta a fachada Sudoeste completa, com o emprego dos brises horizontais nas salas de estar e brise misto nos dormitórios.

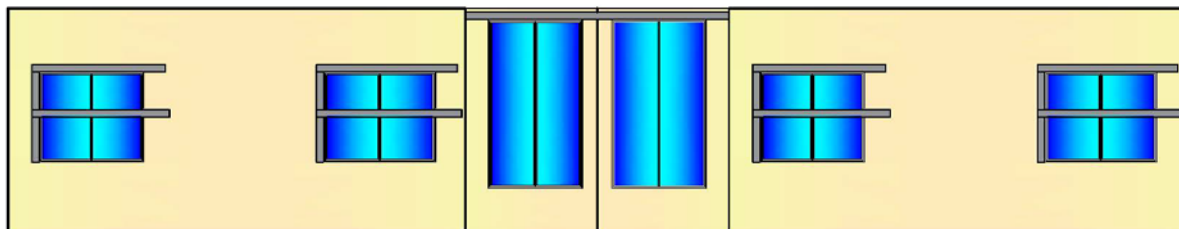


Fig. 43- Fachada Sudoeste com brises mistos.  
Fonte: Autora, 2017.

É na Figura 44 onde se apresenta o modelo 3D construído no OpenStudio.

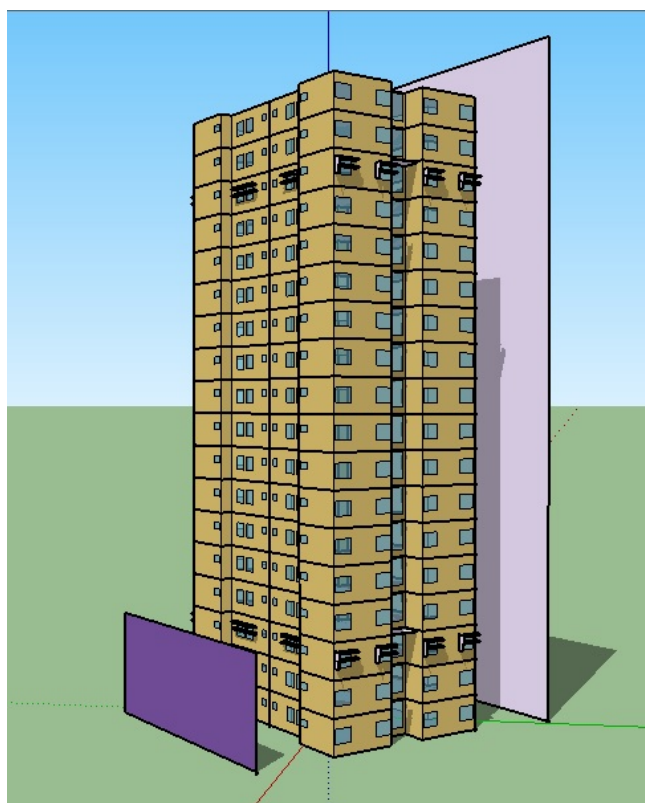


Fig. 44- Edificação na Etapa 3.  
Fonte: Autora, 2017.

A implementação de dispositivos de sombreamento para as aberturas é uma diretriz construtiva da estratégia bioclimática passiva de ventilação natural que tenta conseguir um bom desempenho térmico por meio do bloqueio direto da radiação solar ao ambiente interno, medida pela qual se obstruem os maiores ganhos de calor. Os resultados do emprego dela são apresentados no Capítulo 5.

Neste Capítulo foi apresentado o método de construção e simulação termoenergética computacional do estudo de caso, com o fim de poder comparar por meio de etapas a implementação das diretrizes construtivas e seu comportamento, na procura de um bom desempenho térmico da edificação. O próximo Capítulo 5 exhibe os resultados obtidos dessas simulações, seguidamente de sua discussão.

## Capítulo 5: RESULTADOS E DISCUSSÕES.

Neste Capítulo são apresentados os resultados das simulações termoenergéticas computacionais do emprego das diretrizes construtivas para a obtenção de conforto térmico em oito apartamentos de uma edificação multifamiliar, de clima quente e úmido.

Os resultados das simulações estão divididos por período de tempo: anual, mensal e diário. Igualmente, cada período de tempo apresenta as seguintes avaliações:

1. Medidas de temperatura média do ar e umidade relativa por Etapa, Altura e Orientação: expõe os resultados das variáveis climáticas de Temperatura Média do Ar em graus Celsius (°C) e Umidade Relativa (%). Essas variáveis são analisadas em relação ao seu comportamento por Etapa (emprego de diretriz construtiva), Altura (terceiro e décimo sexto andar) e Orientação (Sudeste, Nordeste, Noroeste, Sudoeste).
2. Influência da ventilação cruzada. Etapa 1: mostra os resultados do índice de conforto térmico Índice de Calor (IC) em relação a implementação da ventilação cruzada nas zonas térmicas.
3. Influência do aumento de área de abertura para ventilação, comparando o IC da Etapa 2 com a Etapa 1: apresenta os resultados do IC no uso de aumento de área de abertura na Etapa 2. Também compara os resultados da Etapa 1 (ventilação cruzada) com os da Etapa 2 (aumento de aberturas) para uma melhor visão de efetividade e desempenho das diretrizes.
4. Influência do emprego de protetores solares nos ambientes de estadia prolongada, comparando o IC da Etapa 3 com a Etapa 2 e 1: mostra os resultados do IC no emprego de protetores solares nos ambientes de estadia prolongada na Etapa 3. Também compara os resultados da Etapa 1 (ventilação cruzada), Etapa 2 (aumento de aberturas) com os da Etapa 3 (protetores solares) para uma melhor visão de efetividade e desempenho das diretrizes.

## 5.1 Resultados das simulações por ano.

A fim de conseguir comparar o desempenho térmico nas 8 zonas térmicas pelo período de um ano (Fig. 45), foram desenvolvidas as seguintes avaliações:

5.1.1- Medidas de temperatura média do ar e umidade relativa por Etapa, Altura e Orientação.

5.1.2- Influência da ventilação cruzada. Etapa 1.

5.1.3- Influência do aumento de área de abertura para ventilação comparando o IC da Etapa 2 com a Etapa 1.

5.1.4- Influência do emprego de protetores solares nos ambientes de estadia prolongada, comparando o IC da Etapa 3 com a Etapa 2 e 1.

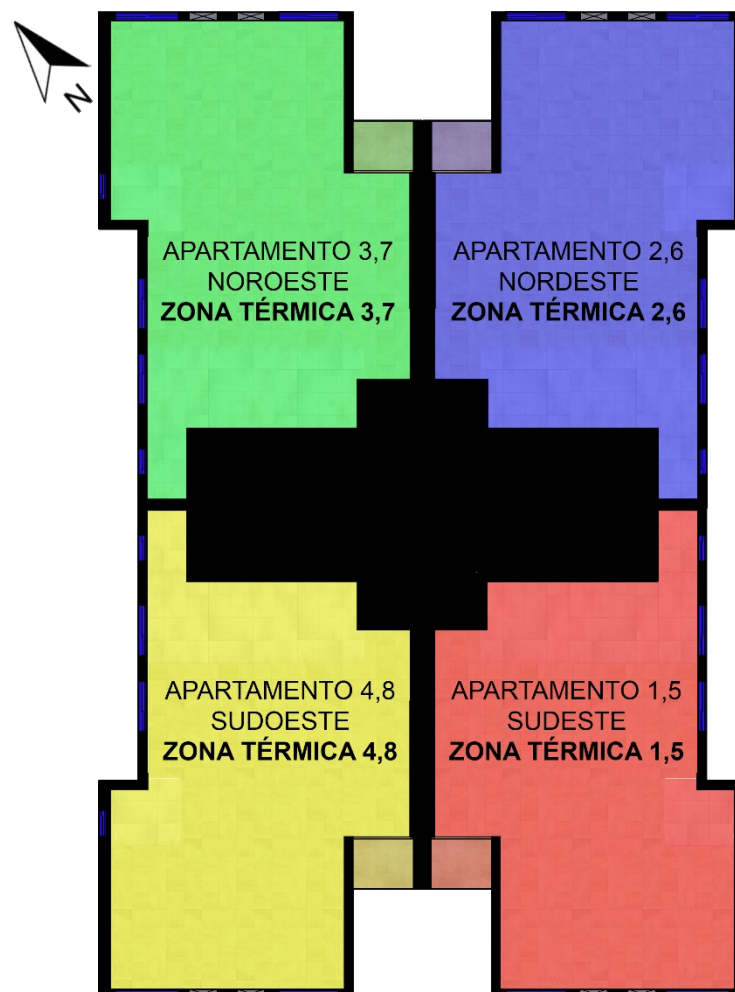


Fig. 45- Distribuição das zonas térmicas segundo orientação.  
Fonte: Autora, 2017.

### 5.1.1- Medidas de temperatura média do ar e umidade relativa por Etapa, Altura e Orientação.

Para conseguir comparar as temperaturas médias do ar se elaborou a Fig. 46. É fácil identificar que a Etapa 1 amostra as temperaturas médias do ar mais altas, e que com o emprego de protetores solares se conseguem as mais baixas. Em média, os apartamentos na Etapa 1 apresentam temperaturas de 28,36 °C, na Etapa 2 iguais a 27,95 °C, e na Etapa 3 iguais a 27,91 °C. Mesmo assim, as diferenças de temperatura, comparando a Etapa 1 com a Etapa 2, dá em média um resultado de 0,42 °C e com a Etapa 3 de 0,45 °C. Desse modo, a Etapa 2 com a Etapa 3 só consegue uma diferença de 0,03 °C.

É possível observar que o Apartamento 7 em todas as Etapas é o qual apresenta as menores temperaturas; e no terceiro andar é o Apartamento 3. De igual forma, o Apartamento 8 e 4 são os que apresentam as maiores temperaturas médias do ar, no décimo sexto e terceiro andar, respectivamente.

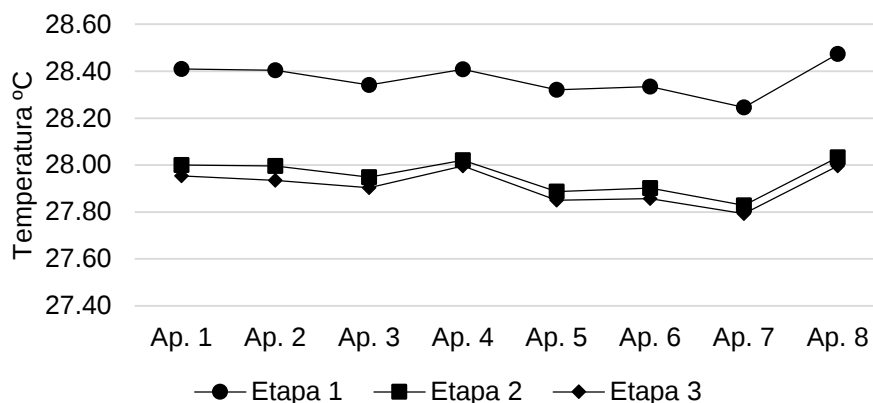


Fig. 46- Temperatura Média do Ar por Ano.  
Fonte: Autora, 2017.

Os apartamentos na orientação Noroeste são os que apresentam as menores temperaturas média do ar, e os de orientação Sudoeste as maiores. No Apartamento 7, orientação Noroeste, a média das três Etapas, têm um valor de 27,95 °C. Quando é comparado com o Apartamento 8, Sudoeste com 28,16 °C, a diferença chega ser só de 0,21 °C. Em relação à altura, os do décimo sexto andar indicam as menores temperaturas, por uma média muito pequena de 0,06 °C.

Para conseguir comparar umidade relativa do ar se elaborou a Fig. 47. A Etapa 1 amostra as porcentagens de umidade relativa do ar mais baixas. Essa umidade acrescênta ao aumentar a área de abertura para ventilação e o emprego de protetores solares. Mesmo assim, as diferenças de porcentagens por Etapa, comparando a Etapa 1 com a Etapa 2, aumenta em média 1,75% e com a Etapa 3, 1,77%.

Caso contrário da temperatura média do ar, o Apartamento 7 em todas as Etapas é o qual apresenta as maiores porcentagens de umidade relativa. O Apartamento 3, é o qual apresenta as maiores porcentagens no terceiro andar. É assim que, o Apartamento 8 e 4 são os que apresentam as menores porcentagens de umidade relativa do ar, no décimo sexto e terceiro andar, respectivamente.

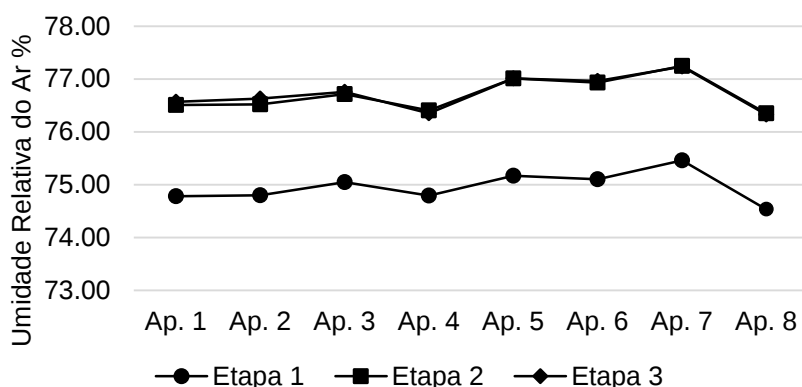


Fig. 47- Umidade Relativa do Ar por Ano.  
Fonte: Autora, 2017.

Os apartamentos na orientação Noroeste são os que apresentam as maiores porcentagens de Umidade Relativa e os de orientação Sudoeste as menores. No Apartamento 7, orientação Noroeste, a média das três Etapas, têm um resultado de 76,65%. Quando é comparado com o Apartamento 8, Sudoeste com 75,73%, a diferença chega ser só de 0,92%. Em relação à altura, os do décimo sexto andar indicam as maiores porcentagens, por uma média de 0,29%.

### 5.1.2- Influência da ventilação cruzada. Etapa 1.

Nos resultados da primeira etapa de simulação, o Apartamento 7, do décimo sexto andar com orientação Noroeste, apresenta o Índice de Calor mais baixo, sendo o único dos apartamentos classificado no nível de alerta “Cautela”. Este é seguido pelo Apartamento 5, do décimo sexto andar com orientação Sudeste; o qual já se encontra no nível de alerta “Cautela Extrema”, ainda que a diferença de resultados seja de 0,12 °C. Essa diferença é obtida pelas desigualdades da incidência dos raios solares nas fachadas nas distintas épocas do ano. No entanto as fachadas do Apartamento 7 recebem os raios solares nos meses da temporada de inverno (verão local), meses de junho a setembro, as fachadas do Apartamento 5 as recebem mais abundantemente na época de verão (inverno local), nos meses de dezembro até março. Os resultados obtidos na simulação computacional, a partir do uso da ventilação cruzada, para o prédio estudado resultou que os meses de dezembro, janeiro, junho e julho classificaram no nível de alerta “Cautela”, com as mais baixas temperaturas.

O Apartamento 8, do décimo sexto andar com orientação Sudoeste, apresenta o Índice de Calor mais alto, seguido do Apartamento 4, com a mesma orientação só que em menor altura, no terceiro andar. Ambos estão expostos à incidência direta dos raios solares nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro, meses todos que estão no nível de alerta “Cautela Extrema” no IC. A diferença na altura resulta na diferença do IC de 0,10 °C. Além dos dois apartamentos estarem na mesma orientação, o Apartamento 4 é sombreado por mais horas do dia durante o ano pelo prédio contíguo, e em consequência esta menos exposto à incidência dos raios solares do que o Apartamento 8.

Em média, nos resultados do IC em relação à altura dos apartamentos, acontece que os do décimo sexto andar apresentam diferenças menores que 0,07 °C que os do terceiro andar. Segundo a orientação, comparando o de maior valor na orientação Sudoeste (Apartamento 8), com o de menor valor na orientação Noroeste (Apartamento 7), gera uma diferença menor que 0,36 °C.

### 5.1.3- Influência do aumento de área de abertura para ventilação, comparando o IC da Etapa 2 com a Etapa 1.

Nos resultados da segunda etapa de simulação, ao aumentar a área efetiva de abertura para ventilação, os 7 apartamentos que ao início estavam no nível de alerta “Cautela Extrema” lograram descer os graus para serem encaixados dentro do nível de alerta “Cautela”, baixando em média 0,68 °C.

O Apartamento 7, com orientação Noroeste no décimo sexto andar, demonstra, nesta etapa também, as menores temperaturas de IC. De igual forma, o Apartamento 8, com orientação Sudoeste no décimo sexto andar, mostra o IC mais alto.

Em média, continua acontecendo que, em relação à altura, os apartamentos do décimo sexto andar apresentam diferenças menores que 0,12 °C em relação aos do terceiro andar. Isto é o dobro do valor em comparação com a simulação inicial. Ao comparar os apartamentos segundo orientação, o Apartamento 8, orientação Sudoeste exibe 0,34 °C mais do que o Apartamento 7, orientação Noroeste, devido a ventilação predominante dos ventos.

### 5.1.4- Influência do emprego de protetores solares nos ambientes de estadia prolongada, comparando o IC da Etapa 3 com a Etapa 2 e 1.

Nos resultados da terceira etapa de simulação, ao colocar protetores solares em todas as janelas dos espaços de estadia prolongada segundo a normativa anteriormente exposta, o IC dos apartamentos consegue baixar em média 0,09 °C, quando comparados com a Etapa 2; e 0,78 °C, quando comparados com a Etapa 1. Porém, não consegue colocar os apartamentos na faixa de “Não há alerta” do IC.

O Apartamento 7, com orientação Noroeste no décimo sexto andar, demonstra, nesta etapa também, as menores temperaturas de IC. De igual forma, o Apartamento 8, com orientação Sudoeste no décimo sexto andar, mostra o IC mais alto. Ao comparar eles, a orientação Sudoeste tem um valor IC maior por 0,33 °C. Em altura, os apartamentos

do décimo sexto andar continuam mostrando os menores valores de IC, com diferenças menores que 0,12 °C.

A Fig. 48 expõe a situação de conforto segundo o Índice de Calor em cada zona térmica nas etapas de simulação. Todos os apartamentos, com a adoção da estratégia bioclimática passiva de ventilação natural para o clima quente e umido, se encontram dentro do nível de alerta “Cautela”.

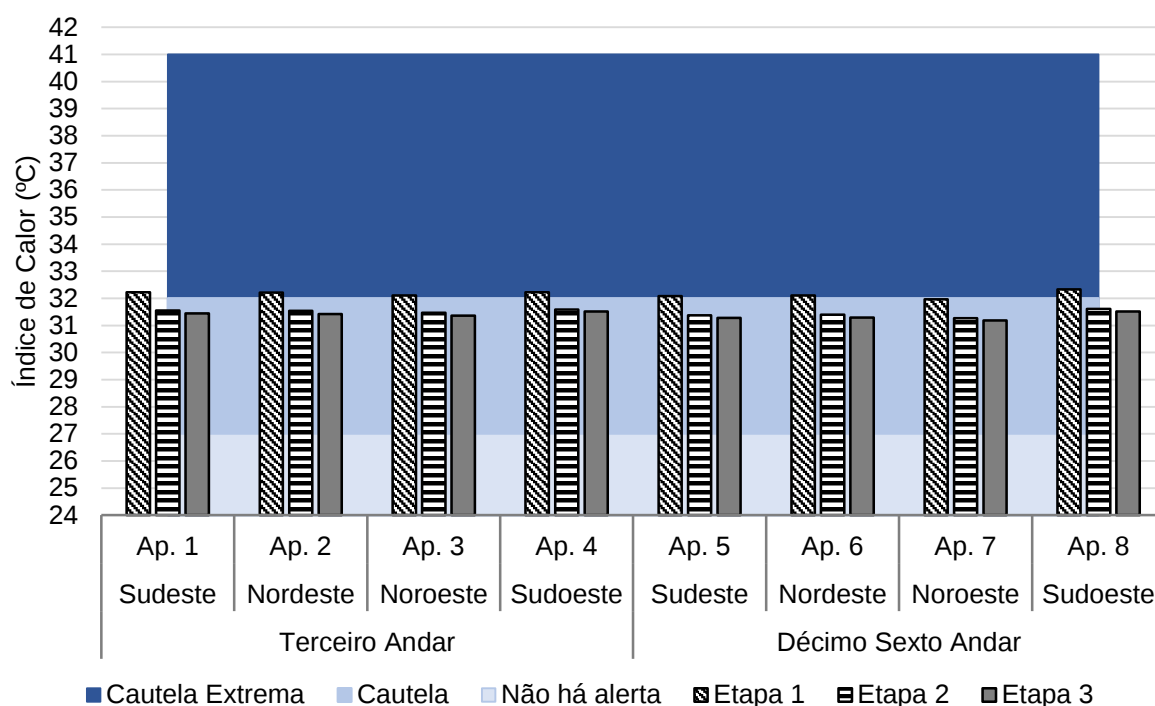


Fig. 48- Resultado Anual das simulações segundo o Índice de Calor.  
Fonte: Autora, 2017.

## 5.2 Resultados das simulações por meses.

Segundo os resultados obtidos por meio das simulações anuais, para as simulações por meses foram escolhidos para serem simulados os meses de Janeiro e Setembro, pois são os meses que apresentam a menor e maior temperatura média do ar, respectivamente. Anualmente, Janeiro apresenta uma temperatura média de 27,41 °C e Setembro de 28,61 °C.

Para os meses de Janeiro e Setembro foram desenvolvidas as seguintes avaliações nas oito zonas térmicas (Fig. 49):

5.2.1- Medidas de temperatura média do ar e umidade relativa por Etapa, Altura e Orientação.

5.2.2- Influência da ventilação cruzada. Etapa 1.

5.2.3- Influência do aumento de área de abertura para ventilação comparando o IC da Etapa 2 com a Etapa 1.

5.2.4- Influência do emprego de protetores solares nos ambientes de estadia prolongada, comparando o IC da Etapa 3 com a Etapa 2 e 1.



Fig. 49- Distribuição das zonas térmicas segundo orientação.  
Fonte: Autora, 2017.

### 5.2.1- Medidas de temperatura média do ar e umidade relativa por Etapa, Altura e Orientação.

#### Janeiro

Para conseguir comparar as temperaturas médias do ar se elaborou a Fig. 50. A Etapa 1 amostra as temperaturas médias do ar mais altas, e, com o emprego de protetores solares se conseguem as mais baixas, na Etapa 3. Em média, os apartamentos na Etapa 1 apresentam temperaturas de 27,71 °C, na Etapa 2 iguais a 27,78 °C, e na Etapa 3 iguais a 27,73 °C. As diferenças de temperatura por Etapa, comparando a Etapa 1 com a Etapa 2, dá em média 0,43 °C, e com a Etapa 3 igual a 0,45 °C. A Etapa 2 com a Etapa 3 só consegue uma diferença de 0,05 °C.

Igual como acontece anualmente, o Apartamento 7 em todas as Etapas é o qual apresenta as menores temperaturas; e no terceiro andar é o Apartamento 3. De igual forma, o Apartamento 8 e 4 são os que apresentam as temperaturas médias do ar maiores, no décimo sexto e terceiro andar, respectivamente, por não captar em suas fachadas os ventos predominantes e receber na fachada sul incidência solar direta em horas críticas da tarde.

Os apartamentos na orientação Noroeste são os que apresentam as menores temperaturas média do ar e os de orientação Sudoeste as maiores. No Apartamento 7, orientação Noroeste, a média das três Etapas, têm um valor de 27,27 °C. Quando é comparado com o Apartamento 8, Sudoeste com 27,50 °C, a diferença chega ser só de 0,23 °C. A ventilação predominante em Belém é Norte/Nordeste, mas, é o Apartamento 7 o que menores temperaturas médias do ar apresenta porque aproveita

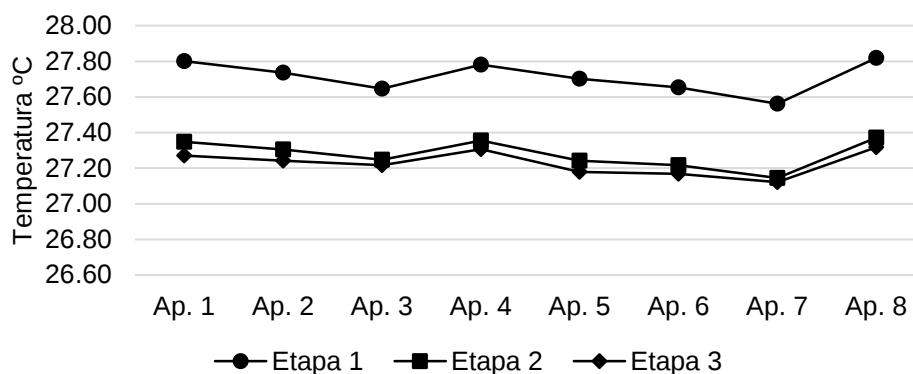


Fig. 50- Temperatura Média do Ar, mês de Janeiro.  
Fonte: Autora, 2017.

em sua fachada Norte os ventos, e em sua fachada Oeste o sombreamento provocado pelo edifício vizinho.

Em relação à altura, os do décimo sexto andar indicam as menores temperaturas, por uma média de 0,06 °C.

Para conseguir comparar umidade relativa do ar se elaborou a Fig. 51. A Etapa 1 amostra as porcentagens de umidade relativa do ar mais baixas. Essa umidade aumenta com o aumento da área de abertura para ventilação e o emprego de protetores solares. Em média, os apartamentos na Etapa 1 apresentam porcentagens de umidade de 78,03%, na Etapa 2 igual a 79,91%, e na Etapa 3 igual a 79,98%. Mesmo assim, as diferenças de porcentagens por Etapa, comparando a Etapa 1 com a Etapa 2, aumenta em média 1,88% e com a Etapa 3 igual a 1,95%. A Etapa 2 e Etapa 3 só expõem uma diferença mínima de 0,07 %, sendo a Etapa 3 a de maior porcentagem.

Isto acontece porque na Etapa 1, a área de abertura é apenas o 50% da área total do vão, e, ao aumentar essa área na Etapa 2 mais volume de ar consegue entrar no ambiente, aumentando a umidade relativa que entra também. Ao sombrear as aberturas na Etapa 3, se gera uma mínima diferença pois, a água que poderia ser evaporada pela incidência solar não consegue ter contato com os raios solares, e portanto a umidade relativa não sobe nem baixa, fica a mesma.

Caso contrário da temperatura média do ar, o Apartamento 7, décimo sexto andar, em todas as Etapas é o que apresenta as maiores porcentagens de umidade relativa; e no terceiro andar é o Apartamento 3. E assim, o Apartamento 8 e 4 são os que apresentam as menores porcentagens de umidade relativa do ar, no décimo sexto e terceiro andar, respectivamente.

É o Apartamento 7 na orientação Nordeste o que apresenta a maior porcentagem de umidade relativa porque o ambiente recebe sombreamento do edifício vizinho nas horas críticas da tarde, fazendo que o ar não possa ser evaporado na mesma quantidade que os outros apartamentos. Os Apartamentos 8 e 4, além que também

recebem sombreamento do edifício vizinho do Apartamento 7, são os de menor porcentagem de umidade relativa, mas isso acontece porque não conseguem captar em suas fachadas a orientação dos ventos predominantes, e portanto o ambiente não é enchido de ar na mesma quantidade que os outros.

Os apartamentos na orientação Noroeste são os que apresentam as maiores porcentagens de umidade relativa, e os de orientação Sudoeste as menores. No Apartamento 7, orientação Noroeste, a média das três Etapas, têm um resultado de 79,90%. Quando é comparado com o Apartamento 8, Sudoeste com 78,90%, a diferença chega a ser 1%. Em relação à altura, os do décimo sexto andar indicam as maiores porcentagens, por uma média muito pequena de 0,32%.

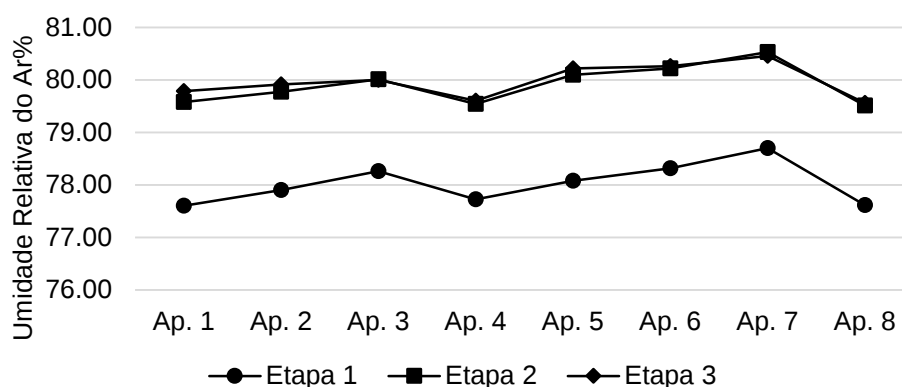


Fig. 51- Umidade Relativa do Ar, mês de Janeiro.  
Fonte: Autora, 2017.

## Setembro

Para conseguir comparar as temperaturas médias do ar se elaborou a Fig. 52. A Etapa 1 amostra as temperaturas médias do ar mais altas, e com o emprego de protetores solares se conseguem as mais baixas, na Etapa 3. Em média, os apartamentos na Etapa 1 apresentam temperaturas de 28,93 °C, na Etapa 2 iguais a 28,45 °C, e na Etapa 3 iguais a 28,40 °C. As diferenças de temperatura por Etapa, comparando a Etapa 1 com a Etapa 2, dá em média 0,48 °C, e com a Etapa 3 igual a 0,53 °C. A Etapa 2 com a Etapa 3 só consegue uma diferença de 0,05 °C.

Igual como acontece em Janeiro, o Apartamento 7 em todas as Etapas é o qual apresenta as menores temperaturas; e no terceiro andar é o Apartamento 3. De igual forma, o Apartamento 4 e 8 são os que apresentam as temperaturas médias do ar maiores, no terceiro e décimo sexto andar, respectivamente.

Os apartamentos na orientação Noroeste são os que apresentam as menores temperaturas média do ar, e os de orientação Sudoeste as maiores. No Apartamento 7, orientação Noroeste, a média das três Etapas, têm um valor de 28,30 °C. Quando é comparado com o Apartamento 8, Sudoeste com 28,71 °C, a diferença chega ser de 0,41 °C. Em relação à altura, os do décimo sexto andar indicam as menores temperaturas, por uma média de 0,15 °C.

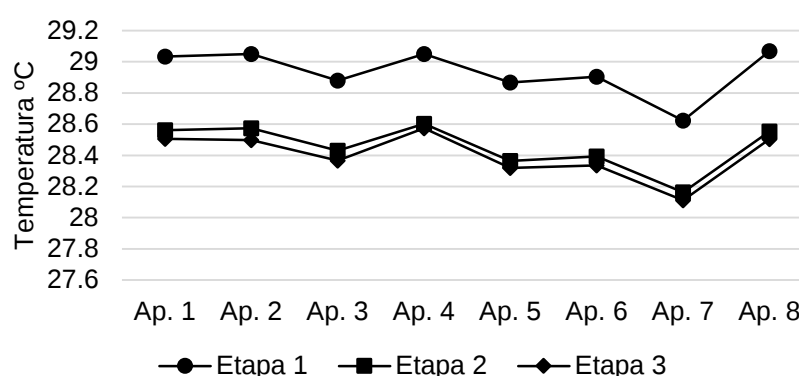


Fig. 52- Temperatura Média do Ar, mês de Setembro.  
Fonte: Autora, 2017.

Para conseguir comparar umidade relativa do ar se elaborou a Fig. 53. A Etapa 1 amostra as porcentagens de umidade relativa do ar mais baixas. Essa umidade acrescênta ao aumentar a área de abertura para ventilação e o emprego de protetores solares. Em média, os apartamentos na Etapa 1 apresentam porcentagens de umidade de 70,40%, na Etapa 2 igual a 72,34%, e na Etapa 3 igual a 72,44%. Mesmo assim, as diferenças de porcentagens por Etapa, comparando a Etapa 1 com a Etapa 2, aumenta em média 1,94% e com a Etapa 3 igual a 2,04%. A Etapa 2 e Etapa 3 só expõem uma diferença mínima de 0,10 %, sendo a Etapa 3 a de maior porcentagem.

Caso contrário da temperatura média do ar, o Apartamento 7 em todas as Etapas é o qual apresenta as maiores porcentagens de umidade relativa; e no terceiro andar é o Apartamento 3. É assim que, o Apartamento 8 e 4 são os que apresentam as menores porcentagens de umidade relativa do ar, no décimo sexto e terceiro andar, respectivamente.

Como exposto no mês de Janeiro, é o Apartamento 7 na orientação Nordeste o que apresenta a maior porcentagem de umidade relativa porque o ambiente recebe sombreamento do edifício vizinho nas horas críticas da tarde, fazendo que o ar não possa ser evaporado na mesma quantidade que os outros apartamentos. Os Apartamentos 8 e 4, além que também recebem sombreamento do edifício vizinho do Apartamento 7, são os de menor porcentagem de umidade relativa, mas isso acontece porque não conseguem captar em suas fachadas a orientação dos ventos predominantes, e portanto o ambiente não é enchido de ar na mesma quantidade que os outros.

Os apartamentos na orientação Noroeste são os que apresentam as maiores porcentagens de umidade relativa, e os de orientação Sudoeste as menores. No Apartamento 7, orientação Noroeste, a média das três Etapas, têm um resultado de 72,96%. Quando é comparado com o Apartamento 8, Sudoeste com 71,24%, a diferença chega ser de 1,72%. Em relação à altura, os do décimo sexto andar indicam as maiores porcentagens, por uma média de 0,65%.

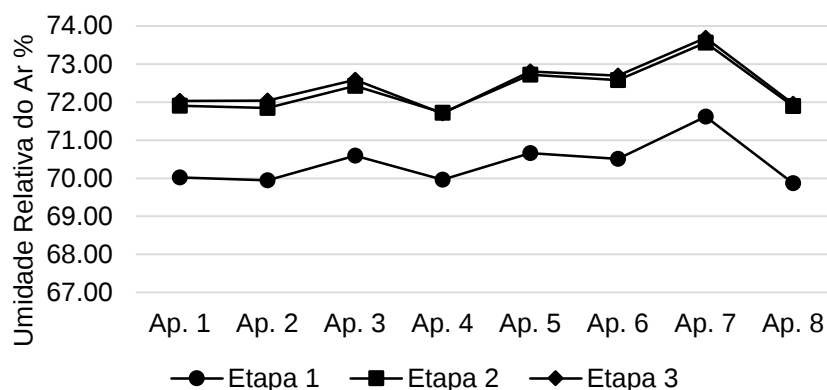


Fig. 53- Umidade Relativa do Ar, mês de Setembro.  
Fonte: Autora, 2017.

### 5.2.2- Influência da ventilação cruzada. Etapa 1.

#### Janeiro

Nos resultados da primeira etapa de simulação, todos os apartamentos no mês de Janeiro classificam dentro do nível de alerta de “Cautela”. (Fig. 54) O Apartamento 7, do décimo sexto andar com orientação Noroeste, apresenta o Índice de Calor mais baixo, com 28,54 °C. Este é seguido pelo Apartamento 3, do terceiro andar com a mesma orientação. A diferença na altura resulta na diferença do IC de 0,16 °C. A fachada Noroeste não recebe incidência direta dos raios do sol nas horas mais críticas do dia (das 11 às 15 horas) durante esse mês, devido ao sombreamento do prédio vizinho, e aproveita a predominância dos ventos do Norte e Noroeste (Fig. 10).

O Apartamento 8, do décimo sexto andar com orientação Sudoeste, apresenta o Índice de Calor mais alto com 29,05 °C. Com 29,00 °C lhe segue o Apartamento 1, orientação Sudeste e de menor altura, no terceiro andar.

Em média, a diferença quando se comparam os resultados do IC em relação à altura dos apartamentos, os do décimo sexto andar apresentam diferenças menores que 0,10 °C que os do terceiro andar. Quando se compara segundo a orientação, o do maior valor orientação Sudoeste (Apartamento 8), com o do menor valor orientação Noroeste (Apartamento 7) gera uma diferença menor que 0,50 °C.

#### Setembro

Para a primeira etapa de simulação, todos os apartamentos no mês de Setembro classificam dentro do nível de alerta de “Cautela Extrema” pois se encontram acima do limite de 32,01 °C (Fig. 54). O Apartamento 7, do décimo sexto andar com orientação Noroeste, apresenta o Índice de Calor mais baixo, com 32,19 °C. Este é seguido pelo Apartamento 5, do décimo sexto andar com orientação Sudeste. A diferença entre eles é de 0,36 °C. Essa diferença é obtida pelas desigualdades da incidência dos raios solares nas fachadas ao longo do dia durante esse mês; o Apartamento 7 é sombreado nas horas da tarde pelo prédio adjacente, enquanto o Apartamento 5 recebe um pouco mais de sol por algumas horas, em sua fachada Sul.

O Apartamento 8, do décimo sexto andar com orientação Sudoeste, apresenta o Índice de Calor mais alto com 32,84 °C. Com 32,82 °C lhe segue o Apartamento 4, com a mesma orientação, mas no terceiro andar.

Em média, segundo a diferença dos resultados do IC em relação à altura dos apartamentos, os do décimo sexto andar apresentam diferenças menores que 0,20 °C que os do terceiro andar. Quando se compara segundo a orientação, o do maior valor orientação Sudoeste (Apartamento 8), com o do menor valor orientação Noroeste (Apartamento 7), gera uma diferença menor que 0,66 °C.

Em resumo, dentro do Índice de Calor, anualmente, Janeiro apresenta o menor valor com 28,83 °C, posicionando-se no nível de alerta “Cautela”. Setembro, com 32,65 °C é o de maior temperatura, e se encontra dentro do nível de alerta “Cautela Extrema”. O Apartamento 7, com IC de 28,54 °C em Janeiro, aumenta 3,64 °C em Setembro. O Apartamento 8, com IC de 29,05 °C em Janeiro, aumenta a 32,84 °C em Setembro, diferença de 3,79 °C. (Fig. 54).

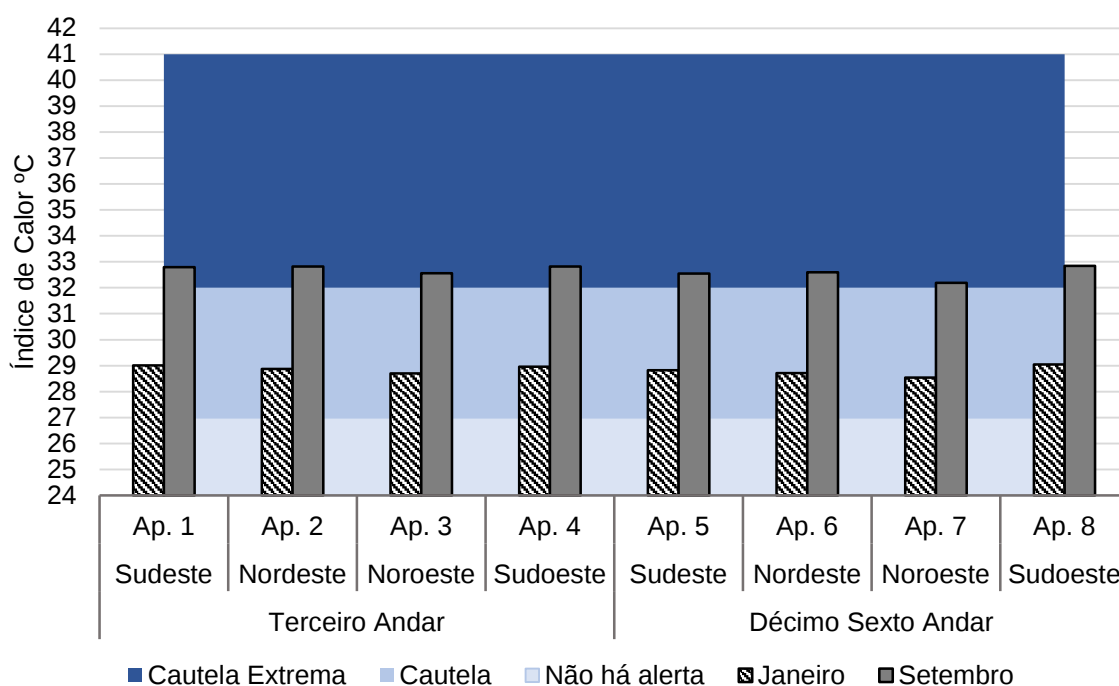


Fig. 54- Índice de Calor, Janeiro e Setembro. Etapa 1  
Fonte: Autora, 2017.

### 5.2.3- Influência do aumento de área de abertura para ventilação, comparando o IC da Etapa 2 com a Etapa 1.

#### Janeiro

Nos resultados da segunda etapa de simulação, ao aumentar a área efetiva de abertura para ventilação no mês de Janeiro, os apartamentos continuam classificando dentro do nível de alerta de “Cautela”; porém com o IC 0,88 °C mais baixo que na Etapa 1 (Fig. 55).

O Apartamento 7, do décimo sexto andar com orientação Noroeste, apresenta o Índice de Calor mais baixo, com 27,69 °C, diminuindo 0,86 °C em relação com a Etapa 1. Este é seguido pelo Apartamento 6, orientação Nordeste, com 27,82 °C; e pelo Apartamento 5, orientação Sudeste no mesmo andar, com 27,88 °C. A diferença de IC entre os Apartamentos 7 e 6 é 0,14 °C, e do 6 com o 5, 0,06 °C. Desses resultados se pode concluir que aumentar a área de abertura melhora a captação dos ventos predominantes, fato aproveitado por conseguinte pelas fachadas Leste, Nordeste, Norte e Noroeste e os apartamentos do décimo sexto andar.

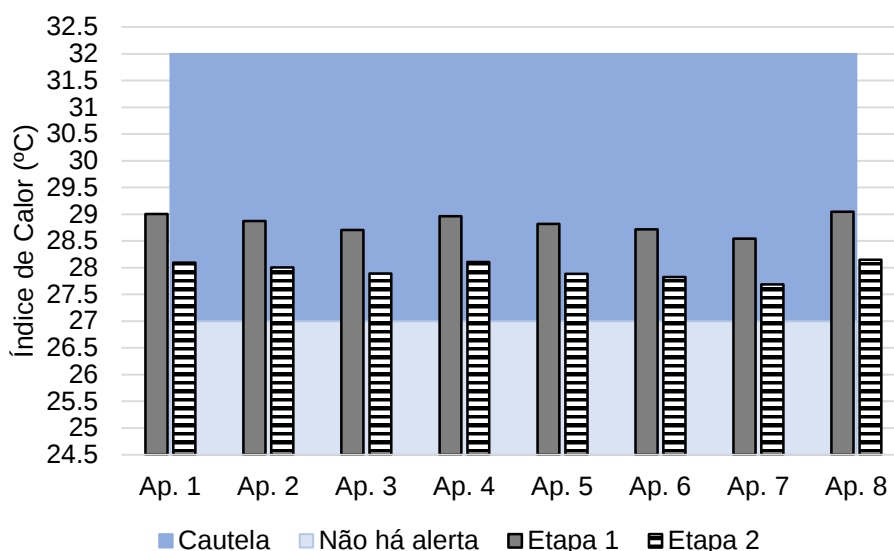


Fig. 55-Índice de Calor. Etapa 1 e 2. Mês de Janeiro.  
Fonte: Autora, 2017.

O Apartamento 8, com orientação Sudoeste no décimo sexto andar, mostra o IC mais alto, igual que na Etapa 1, com 28,15 °C. Com 28,11 °C lhe segue o Apartamento 4, com a mesma orientação no terceiro andar.

Em média, continua acontecendo que, em relação à altura, os apartamentos do décimo sexto andar apresentam os menores valores, com diferenças de 0,14 °C em relação aos do terceiro andar. Essa diferença é igual à que acontece na Etapa 1. Ao comparar os apartamentos segundo orientação, a orientação Sudoeste (Apartamento 8), exibe um IC de 0,46 °C mais do que a orientação Noroeste (Apartamento 7).

## Setembro

Nos resultados da segunda etapa de simulação, ao aumentar a área efetiva de abertura para ventilação no mês de Setembro, os apartamentos 3, 5, 6 e 7 classificam dentro do nível de alerta “Cautela”, sendo eles por sua orientação os que recebem os ventos das direções predominantes segundo a Rosa dos Ventos da cidade de Belém (Fig. 5). Os apartamentos restantes 1, 2, 4 e 8 classificam dentro do nível de alerta “Cautela Extrema”, mas com valores bem perto do limite para classificar em “Cautela”. Exemplo disso é o Apartamento 4, orientação Sudoeste, que têm o IC mais alto com 32,15 °C quando o limite do nível de alerta “Cautela Extrema” é ser menor ou igual que 32,00 °C. Ao comparar, a Etapa 2 consegue em média 0,72 °C menos no IC que a Etapa 1 (Fig. 56).

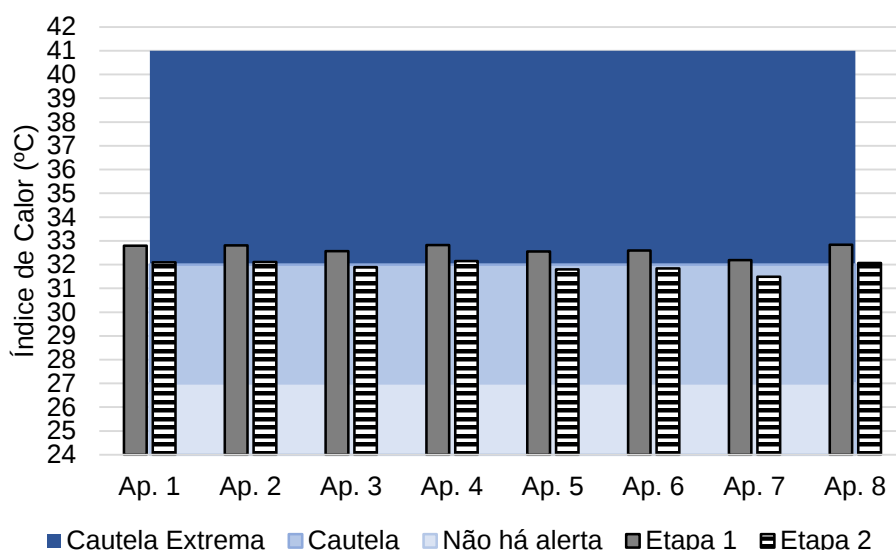


Fig. 56- Índice de Calor. Etapa 1 e 2. Mês de Setembro.  
Fonte: Autora, 2017.

O Apartamento 7, do décimo sexto andar com orientação Noroeste, apresenta o Índice de Calor mais baixo, com 31,49 °C, diminuindo 0,69 °C em relação com a Etapa 1. Este é seguido pelo Apartamento 5, orientação Sudeste, com 31,80 °C; e pelo

Apartamento 6, orientação Nordeste no mesmo andar, com 31,84 °C. A diferença de IC entre os Apartamentos 7 e 5 é 0,31 °C, e do 5 com o 6, 0,04 °C. Desses resultados se pode concluir que aumentar a área de abertura melhora a captação dos ventos predominantes, fato aproveitado por conseguinte pelas fachadas Leste, Nordeste, Norte e Noroeste e os apartamentos do décimo sexto andar.

O Apartamento 4, com orientação Sudoeste no terceiro andar, mostra o IC mais alto, ultrapassando o Apartamento 8 que possuía o IC mais alto na Etapa 1. O Apartamento 8, consegue baixar 0,80 °C em relação a Etapa 1. O Apartamento 4 baixa 0,67 °C. Ainda assim, sempre a orientação Sudoeste é a que apresenta os IC mais altos.

Em média, continua acontecendo que, em relação à altura, os apartamentos do décimo sexto andar apresentam os menores valores, com diferenças de 0,26 °C em relação aos do terceiro andar. Essa diferença é igual à que acontece na Etapa 1. Ao comparar os apartamentos segundo orientação, a orientação Sudoeste (Apartamento 4), exibe um IC de 0,65 °C mais do que a orientação Noroeste (Apartamento 7).

Em resumo, dentro do Índice de Calor, na Etapa 2, Janeiro apresenta o menor valor com 27,96 °C, posicionando-se sempre no nível de alerta “Cautela” e diminuído da Etapa 1, 0,88 °C. Setembro, com 31,93 °C é o de maior temperatura, e consegue passar do nível de alerta “Cautela Extrema” a “Cautela”, diminuindo 0,72 °C da Etapa 1. O Apartamento 7, com IC de 27,69 °C em Janeiro, aumenta 3,81 °C em Setembro. O Apartamento 8, com IC de 28,15 °C em Janeiro, aumenta a 32,07 °C em Setembro, diferença de 3,93 °C. (Fig. 57)

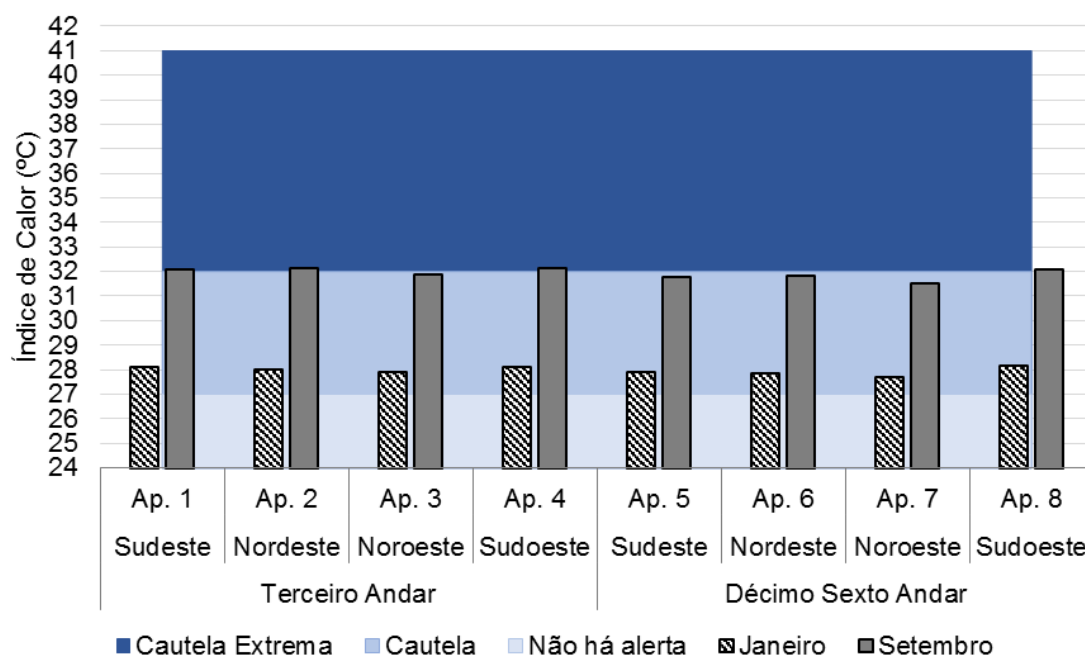


Fig. 57- Índice de Calor. Janeiro e Setembro. Etapa 2.

Fonte Autora, 2017.

5.2.4- Influência do emprego de protetores solares nos ambientes de estadia prolongada, comparando o IC da Etapa 3 com a Etapa 2 e 1.

#### Janeiro

Nos resultados da terceira etapa de simulação, ao colocar protetores solares em todas as janelas dos espaços de estadia prolongada segundo a normativa anteriormente exposta, o IC dos apartamentos no mês de Janeiro consegue baixar em média 0,12 °C, quando comparados com a Etapa 2; e 0,99 °C, quando comparados com a Etapa 1. Porém, não consegue colocar os apartamentos na faixa de “Não há alerta” do IC. De igual forma, todos os apartamentos continuam com o nível de alerta “Cautela” (Fig. 58).

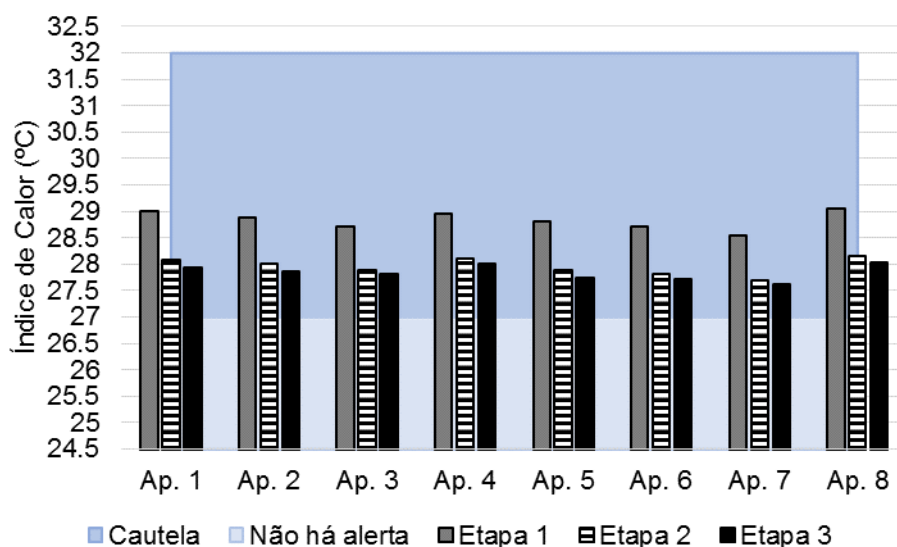


Fig. 58- Índice de Calor. Etapa 1, 2 e 3. Mês de Janeiro.  
Fonte: Autora, 2017.

O Apartamento 7, com orientação Noroeste no décimo sexto andar, demonstra, nesta etapa também, os valores mais baixos de IC, com 27,63 °C, diminuído apenas 0,06 °C da Etapa 2, e 0,91 °C da Etapa 1.

De igual forma, o Apartamento 8, com orientação Sudoeste no décimo sexto andar, mostra o IC mais alto com 28,02 °C. Diminui da Etapa 2 um total de 0,12 °C e da Etapa 3, 1,02 °C, demonstrando a maior mudança de resultados por etapas e apartamentos. Ao comparar eles por orientação, o Noroeste, apartamento 7, tem um valor IC menor por 0,40 °C. Em altura, os apartamentos do décimo sexto andar indicam uma diferença menor de 0,12 °C em relação com os do terceiro andar.

## Setembro

Nos resultados da terceira etapa de simulação, ao colocar protetores solares em todas as janelas dos espaços de estadia prolongada segundo a normativa anteriormente exposta, se consegue que os apartamentos 1, 2 e 8 alcancem baixar ao nível de alerta “Cautela”. Só o Apartamento 4, orientação Sudoeste fica em “Cautela Extrema”; porém, com um valor perto do limite, igual a 32,09 °C. O resto de apartamentos continuam com o nível de alerta de “Cautela”. O IC consegue baixar em média apenas 0,09 °C, quando comparados com a Etapa 2; e 0,81 °C, quando comparados com a

Etapa 1. Porém, não consegue colocar os apartamentos na faixa de “Não há alerta” do IC. (Fig. 59)

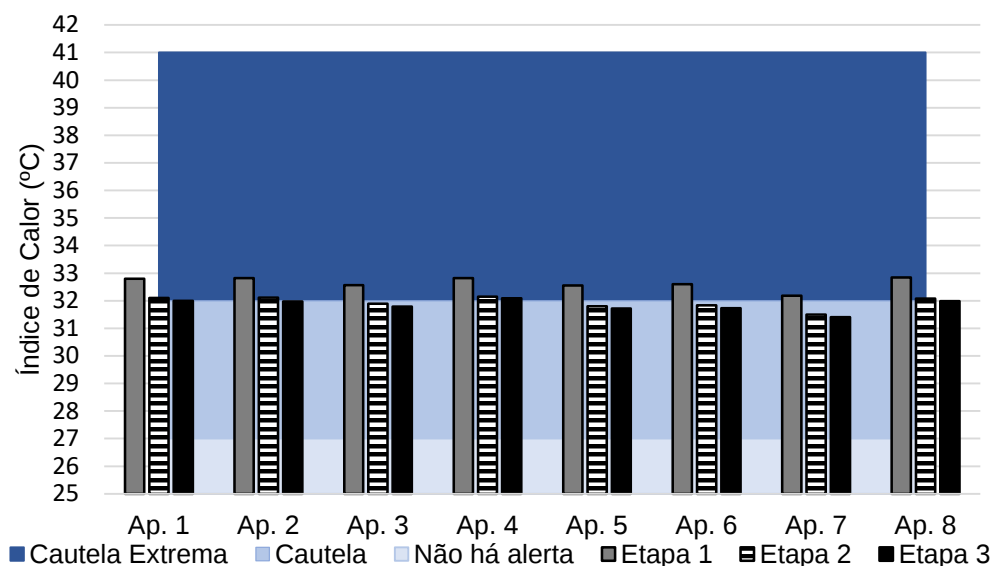


Fig. 59-Índice de Calor. Etapa 1, 2 e 3. Mês de Setembro.  
Fonte: Autora, 2017.

O Apartamento 7, com orientação Noroeste no décimo sexto andar, demonstra, nesta etapa também, os valores mais baixos de IC, com 31,40 °C, diminuído apenas 0,09 °C da Etapa 2, e 0,79 °C da Etapa 1.

O Apartamento 4, que no mês de Setembro na Etapa 2 apresentou o maior valor do IC, continua indicando isso nesta Etapa 3. Consegue baixar apenas 0,06 °C da Etapa 2, e 0,73 °C da Etapa 1.

Em média, continua acontecendo que, em relação à altura, os apartamentos do décimo sexto andar apresentam os menores valores, com diferenças de 0,16 °C em relação aos do terceiro andar. Essa diferença é um pouco menor à que acontece na Etapa 2. Ao comparar os apartamentos segundo orientação, a orientação Sudoeste (Apartamento 4), exibe um IC de 0,69 °C mais do que a orientação Noroeste (Apartamento 7).

Em resumo, dentro do Índice de Calor, na Etapa 3, Janeiro apresenta o menor valor com 27,84 °C, posicionando-se sempre no nível de alerta “Cautela” e diminuído da Etapa 2, 0,11 °C , e da Etapa 1, 0,99 °C. Setembro, com 31,83 °C é o de maior temperatura, e continua no nível de alerta “Cautela”, diminuindo 0,10 °C da Etapa 2, e 0,81 °C da Etapa 1. O Apartamento 7, com IC de 27,63 °C em Janeiro, aumenta 3,77 °C em Setembro. O Apartamento 8, com IC de 28,03 °C em Janeiro, aumenta a 31,98 °C em Setembro, diferença de 3,95 °C (Fig. 60).

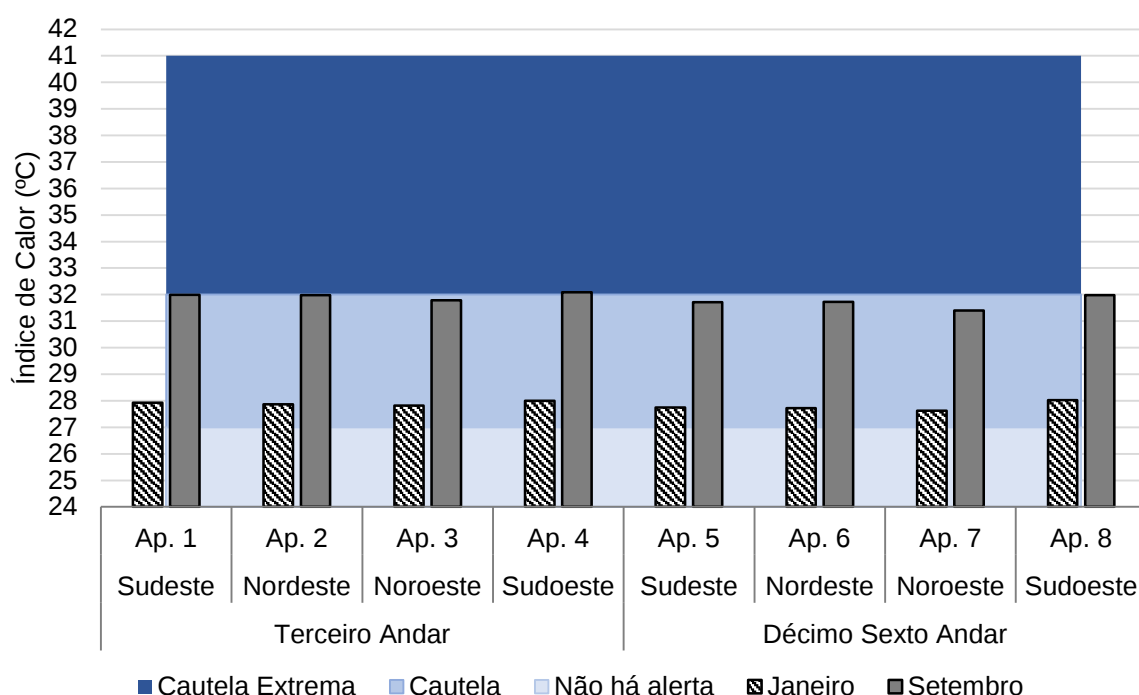


Fig. 60- Índice de Calor. Janeiro e Setembro. Etapa 3.  
Fonte: Autora, 2017.

### 5.3 Resultados das simulações por dias.

Segundo os resultados obtidos por meio das simulações mensais, para comparar as variáveis por dias foram escolhidos para serem simulados os dias 12 de fevereiro e 11 de novembro, pois são os dias que apresentam a menor e maior temperatura média do ar, respectivamente, pela informação gerada do Arquivo Climático 816800 do INMET do ano 2015. Anualmente, o dia 12 de fevereiro é o dia que apresenta a menor temperatura média do ar com 24,69 °C, e o 11 de novembro, com 29,85 °C é o de maior temperatura. É importante ressaltar que as simulações por dias foram elaboradas para comparar o desempenho das diretrizes construtivas por período horário, e os resultados demonstram valores que não representam um dia típico na cidade de Belém, mas o dia de maior e menor temperatura média do ar.

Para os dias 12 de fevereiro e 11 de novembro nas oito zonas térmicas foram desenvolvidas as seguintes avaliações (Fig. 61):

5.3.1- Medidas de temperatura média do ar e umidade relativa por Etapa, Altura e Orientação.

5.3.2- Influência do entorno nas zonas térmicas. Etapa 1.

5.3.3- Influência do aumento de área de abertura para ventilação comparando o IC da Etapa 2 com a Etapa 1.

5.3.4- Influência do emprego de protetores solares nos ambientes de estadia prolongada, comparando o IC da Etapa 3 com a Etapa 2 e 1.

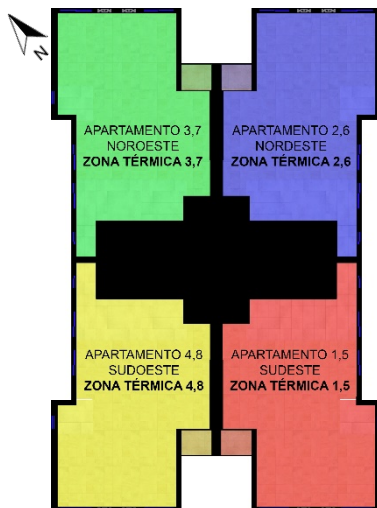


Fig. 61- Distribuição das zonas térmicas segundo orientação.  
Fonte: Autora, 2017.

### 5.3.1- Medidas de temperatura média do ar e umidade relativa por Etapa, Altura e Orientação.

12 de fevereiro

Para conseguir comparar as temperaturas médias do ar se elaborou a Fig. 62. A Etapa 1 amostra as temperaturas médias do ar mais altas, e, com o emprego das diretrizes construtivas da normativa na Etapa 2 e 3 se conseguem as mais baixas. Em média, os apartamentos na Etapa 1 apresentam temperaturas de 24,96 °C, na Etapa 2 e 3 iguais a 24,55 °C. As diferenças de temperatura por Etapa, comparando a Etapa 1 com a Etapa 2 e 3, dá em média 0,41 °C. A Etapa 2 e 3 resultaram com valores muito iguais, com diferença decimal de 0,0039 °C, resultando maior a Etapa 3.

Igual como acontece no resultados anuais e mensais, o Apartamento 7 em todas as Etapas é o qual apresenta as menores temperaturas. Uma discrepância dos resultados anteriores é que no terceiro andar é o Apartamento 1 o de menor temperatura, o que anteriormente era o Apartamento 3. De igual forma, é o Apartamento 4 e não o 8 o que apresenta as temperaturas médias do ar maiores em geral, mas no décimo sexto andar continua sendo o Apartamento 8 o de maior valor.

Os apartamentos na orientação Noroeste são os que apresentam as menores temperaturas média do ar, e os de orientação Sudoeste as maiores. No Apartamento 7, orientação Noroeste, a média das três Etapas, têm um valor de 24,44 °C. Quando é comparado com o Apartamento 4, Sudoeste com 24,85 °C, a diferença chega ser de 0,41 °C. Em relação à altura, os do décimo sexto andar indicam as menores temperaturas, por uma média de 0,17 °C.

Para conseguir comparar umidade relativa do ar se elaborou a Fig. 63. A Etapa 1 amostra as porcentagens de umidade relativa do ar mais baixas. Essa umidade acrescênta ao aumentar a área de abertura para ventilação e o emprego de protetores solares. Em média, os apartamentos na Etapa 1 apresentam porcentagens de umidade de 88,10%, na Etapa 2 igual a 89,81%, e na Etapa 3 igual a 89,59%. Mesmo assim, as diferenças de porcentagens por Etapa, comparando a Etapa 1 com a Etapa

2, aumenta em média 1,71% e com a Etapa 3 igual a 1,49%. A Etapa 2 e Etapa 3 expõem uma diferença de 0,22 %, sendo a Etapa 2 a de maior porcentagem.

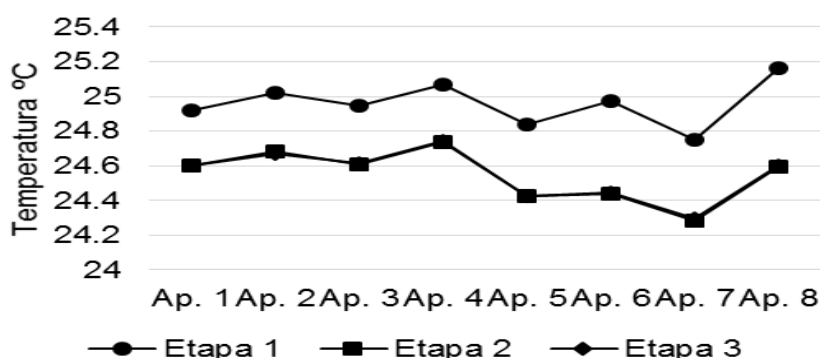


Fig. 62- Temperatura Média do Ar, dia 12 de fevereiro.  
Fonte: Autora.

Caso contrário da temperatura média do ar, o Apartamento 7 em todas as Etapas é o qual apresenta as maiores porcentagens de umidade relativa; e no terceiro andar é o Apartamento 1. É assim que, o Apartamento 4 é o qual apresenta a menor porcentagem de umidade relativa do ar, no terceiro andar.

Os apartamentos na orientação Noroeste são os que apresentam as maiores porcentagens de umidade relativa, e os de orientação Sudoeste as menores. No Apartamento 7, orientação Noroeste, a média das três Etapas, têm um resultado de 90,35%. Quando é comparado com o Apartamento 4, Sudoeste com 88,28%, a diferença chega ser 2,07%. Em relação à altura, os do décimo sexto andar indicam as maiores porcentagens, por uma média de 0,99%.

11 de novembro

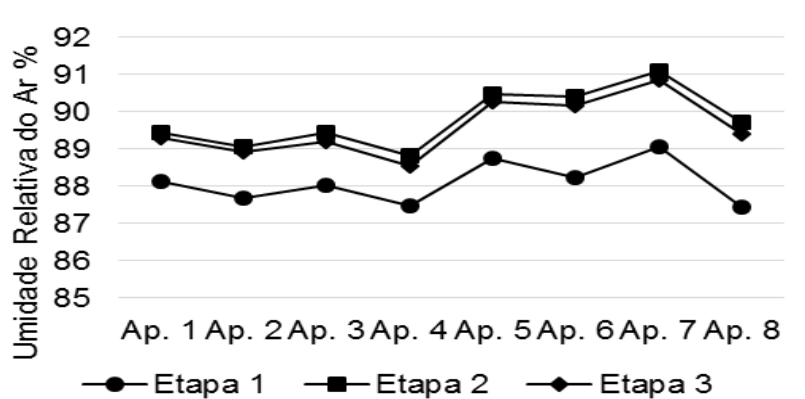


Fig. 63- Umidade Relativa do Ar, dia 12 de fevereiro.  
Fonte: Autora, 2017.

Para conseguir comparar as temperaturas médias do ar se elaborou a Fig. 64. A Etapa 1 amostra as temperaturas médias do ar mais altas, e, com o emprego de protetores solares se conseguem as mais baixas, na Etapa 3. Em média, os apartamentos na Etapa 1 apresentam temperaturas de 30,30 °C, na Etapa 2 iguais a 29,68 °C, e na Etapa 3 iguais a 29,57 °C. As diferenças de temperatura por Etapa, comparando a Etapa 1 com a Etapa 2, dá em média 0,62 °C, e com a Etapa 3 igual a 0,74 °C. A Etapa 2 com a Etapa 3 consegue uma diferença de 0,11 °C.

Igual como acontece anual e mensalmente, o Apartamento 7 em todas as Etapas é o qual apresenta as menores temperaturas; e no terceiro andar é o Apartamento 3. De igual forma, o Apartamento 4 e 8 são os que apresentam as temperaturas médias do ar maiores, no terceiro e décimo sexto andar, respectivamente.

Os apartamentos na orientação Noroeste são os que apresentam as menores temperaturas média do ar, e os de orientação Sudoeste as maiores. No Apartamento 7, orientação Noroeste, a média das três Etapas, têm um valor de 29,28 °C. Quando é comparado com o Apartamento 4, Sudoeste com 30,18 °C, a diferença chega ser de 0,90 °C. Em relação à altura, os do décimo sexto andar indicam as menores temperaturas, por uma média de 0,25 °C.

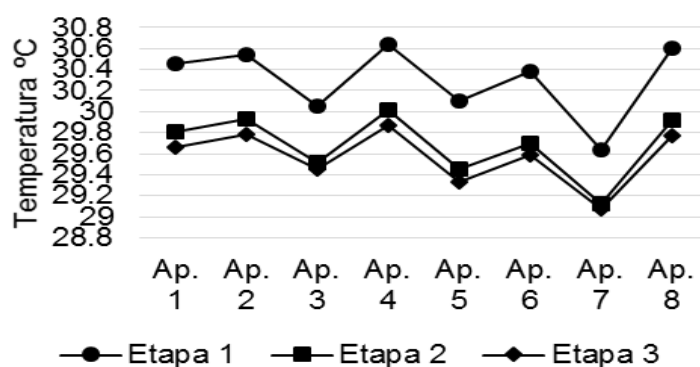


Fig. 64- Temperatura Média do Ar, dia 11 de novembro.  
Fonte: Autora, 2017.

Para conseguir comparar umidade relativa do ar se elaborou a Fig. 65. A Etapa 1 amostra as porcentagens de umidade relativa do ar mais baixas. Essa umidade acrescênta ao aumentar a área de abertura para ventilação e o emprego de protetores solares. Em média, os apartamentos na Etapa 1 apresentam porcentagens de umidade de 63,98%, na Etapa 2 igual a 66,13%, e na Etapa 3 igual a 66,47%. Mesmo assim, as diferenças de porcentagens por Etapa, comparando a Etapa 1 com a Etapa 2, aumenta em média 2,15% e com a Etapa 3 igual a 2,50%. A Etapa 2 e Etapa 3 só expõem uma diferença de 0,34 %, sendo a Etapa 3 a de maior porcentagem.

Caso contrário da temperatura média do ar, o Apartamento 7 em todas as Etapas é o qual apresenta as maiores porcentagens de umidade relativa; e no terceiro andar é o Apartamento 3. É assim que, o Apartamento 4 e 8 são os que apresentam as menores porcentagens de umidade relativa do ar, no terceiro e décimo sexto andar, respectivamente.

Os apartamentos na orientação Noroeste são os que apresentam as maiores porcentagens de umidade relativa, e os de orientação Sudoeste as menores. No Apartamento 7, orientação Noroeste, a média das três Etapas, têm um resultado de 67,67%. Quando é comparado com o Apartamento 4, Sudoeste com 64,38%, a diferença chega ser de 3,29%. Em relação à altura, os do décimo sexto andar indicam as maiores porcentagens, por uma média de 0,93%.

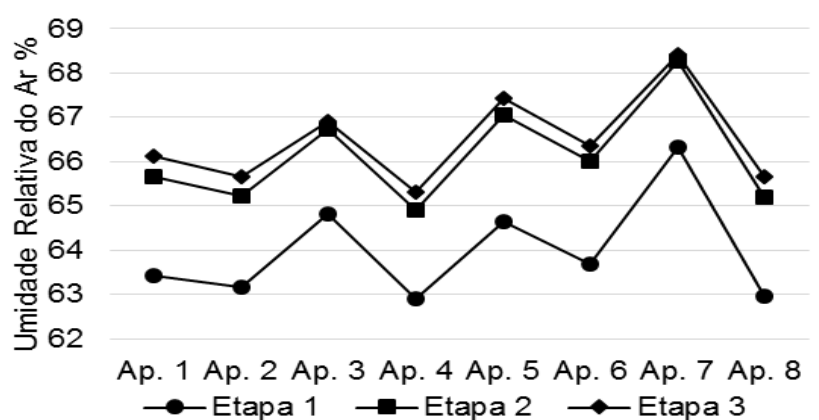


Fig. 65- Umidade Relativa do Ar, dia 11 de novembro.  
Fonte: Autora, 2017.

### 5.3.2- Influência da ventilação cruzada. Etapa 1.

12 de fevereiro

Nos resultados da primeira etapa de simulação, todos os apartamentos classificam dentro do nível de “Não há Alerta” (Fig. 66). O Apartamento 7, do décimo sexto andar com orientação Noroeste, apresenta o Índice de Calor mais baixo, com 25,15 °C. Este é seguido pelo Apartamento 5, com orientação Sudeste. A diferença de orientação resulta na diferença do IC de 0,17 °C.

O Apartamento 8, do décimo sexto andar com orientação Sudoeste, apresenta o Índice de Calor mais alto com 26,03 °C. Com 25,83 °C lhe segue o Apartamento 3, mesma orientação e de menor altura, no terceiro andar.

Em média, quando se comparam os resultados do IC em relação à altura dos apartamentos, os do décimo sexto andar apresentam diferenças menores que 0,13 °C que os do terceiro andar. Quando se compara segundo a orientação, o do maior valor orientação Sudoeste (Apartamento 8), com o do menor valor orientação Noroeste (Apartamento 7), gera uma diferença menor que 0,88 °C.

11 de novembro

Para a primeira etapa de simulação, todos os apartamentos classificam dentro do nível de alerta de “Cautela Extrema” pois se encontram acima do limite de 32,01 °C (Fig. 66). O Apartamento 7, do décimo sexto andar com orientação Noroeste, apresenta o Índice de Calor mais baixo, com 33,05 °C. Este é seguido pelo Apartamento 3, do terceiro andar com a mesma orientação. A diferença de alturas entre eles é de 0,63 °C. Os Apartamentos 8 e 4, com orientação Sudoeste, apresentam o mesmo valor no Índice de Calor 34,54 °C.

Em média, quando se comparam os resultados do IC em relação à altura dos apartamentos, os do décimo sexto andar apresentam diferenças menores que 0,33 °C que os do terceiro andar. Segundo a orientação, já a diferença é maior, com 1,49 °C, ao comparar o Apartameto 8 de maior valor IC, orientação Sudoeste, com o Apartamento 7, de menor valor, orientação Noroeste.

Em resumo, dentro do Índice de Calor, por dia, o 12 de fevereiro apresenta o menor valor com 25,60 °C, posicionando-se no nível de “Não há Alerta”. O 11 de novembro, com 34,06 °C é o de maior temperatura, e se encontra dentro do nível de alerta “Cautela Extrema”. O Apartamento 7, com IC de 25,15 °C o 12 de fevereiro, aumenta 7,91 °C o 11 de novembro. O Apartamento 8, com IC de 26,03 °C o 12 de fevereiro, aumenta a 34,54 °C o 11 de novembro, diferença de 8,51 °C (Fig. 66).

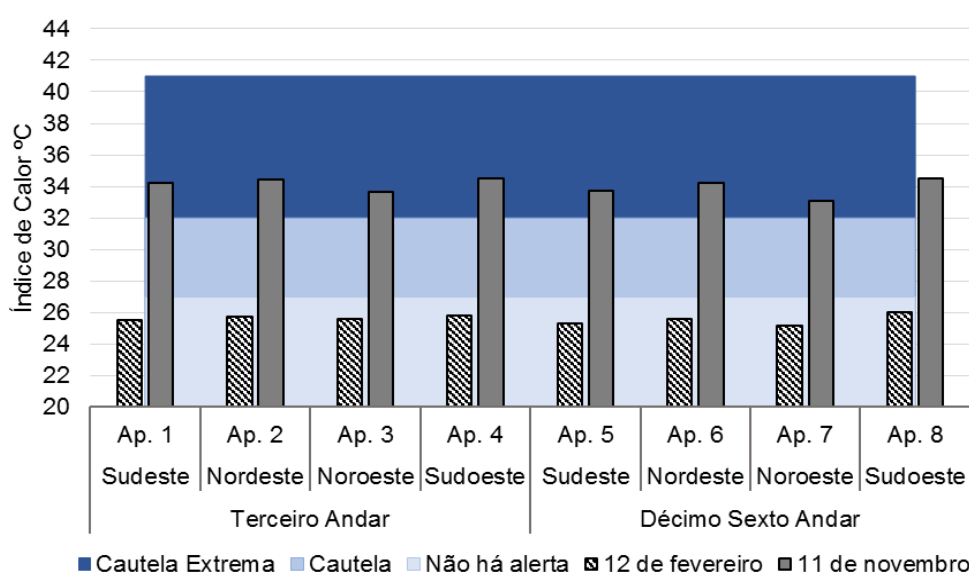


Fig. 66- Índice de Calor. Dias 12 de fevereiro e 11 de novembro. Etapa 1.  
Fonte: Autora. 2017.

5.3.3- Influência do aumento de área de abertura para ventilação comparando o IC da Etapa 2 com a Etapa 1.

#### 12 de fevereiro

Nos resultados da segunda etapa de simulação, ao aumentar a área efetiva de abertura para ventilação, no dia 12 de fevereiro, os apartamentos continuam classificando dentro do nível de “Não há Alerta”; porém com o IC 0,92 °C mais baixo que na Etapa 1 (Fig. 67).

O Apartamento 7, do décimo sexto andar com orientação Noroeste, apresenta o Índice de Calor mais baixo, com 24,07 °C, diminuindo 1,08 °C em relação com a Etapa 1. Este é seguido pelo Apartamento 5, orientação Sudeste, com 24,37 °C; e pelo

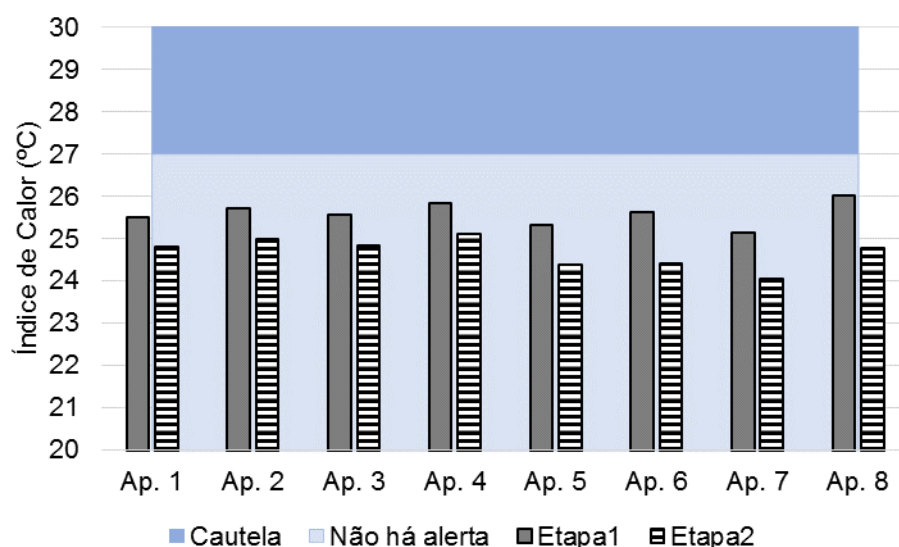


Fig. 67- Índice de Calor. Etapa 1 e 2. Dia 12 de fevereiro.  
Fonte: Autora, 2017.

Apartamento 5, orientação Nordeste no mesmo andar, com 24,43 °C. A diferença de IC entre os Apartamentos 7 e 5 é 0,31 °C, e do 5 com o 6, 0,06 °C. Desses resultados se pode concluir que aumentar a área de abertura melhora a captação dos ventos predominantes, fato aproveitado por conseguinte pelas fachadas Leste, Nordeste, Norte e Noroeste e os apartamentos do décimo sexto andar.

O Apartamento 4, com orientação Sudoeste no terceiro andar, mostra o IC mais alto, com 25,12 °C. Na Etapa 1 foi o Apartamento 8 o que apresentou o IC mais alto. Nessa Etapa, seguindo o Apartamento 4 encontra-se o Apartamento 2, igual no terceiro andar com orientação Nordeste e IC de 25,00 °C. O Apartamento 8 apenas se encontra no quinto lugar em relação ao IC.

Em média, continua acontecendo que, em relação à altura, os apartamentos do décimo sexto andar apresentam os menores valores, com diferenças de 0,53 °C em relação aos do terceiro andar. Essa diferença aumento em quase 300% da Etapa 1, que era de 0,13 °C. Ao comparar os apartamentos segundo orientação, a orientação Sudoeste (Apartamento 4), exibe um IC de 1,05 °C mais do que a orientação Noroeste (Apartamento 7).

11 de novembro

Nos resultados da segunda etapa de simulação, ao aumentar a área efetiva de abertura para ventilação, no dia 11 de novembro, todos os apartamentos classificam dentro do nível de alerta “Cautela Extrema”. Ao comparar, a Etapa 2 consegue em média 0,98 °C menos no IC que a Etapa 1 (Fig. 68).

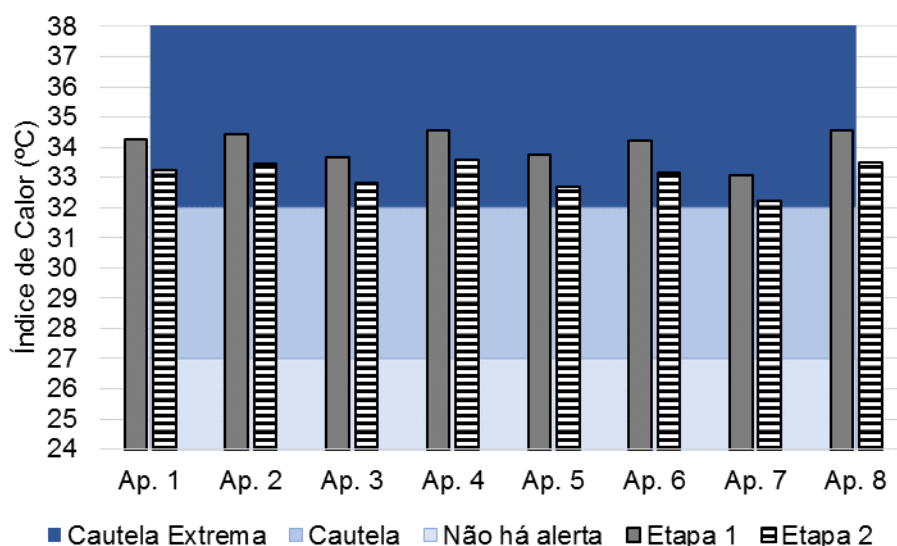


Fig. 68- Índice de Calor. Etapa 1 e 2. Dia 11 de novembro.  
Fonte: Autora, 2017.

O Apartamento 7, do décimo sexto andar com orientação Noroeste, apresenta o Índice de Calor mais baixo, com 32,20 °C, diminuindo 0,85 °C em relação com a Etapa 1. Este é seguido pelo Apartamento 5, orientação Sudeste, com 32,70 °C; e pelo Apartamento 3, orientação Noroeste no terceiro andar, com 32,81 °C. A diferença de IC entre os Apartamentos 7 e 5 é 0,49 °C, e do 5 com o 3, 0,11 °C. Desses resultados se pode concluir que aumentar a área de abertura melhora a captação dos ventos predominantes, fato aproveitado por conseguinte pelas fachadas Leste, Nordeste, Norte e Noroeste e os apartamentos do décimo sexto andar.

O Apartamento 4, com orientação Sudoeste no terceiro andar, mostra o IC mais alto com 33,57 °C, e consegue baixar 0,97 °C em relação a Etapa 1. Sempre a orientação Sudoeste é a que apresenta os IC mais altos.

Em média, continua acontecendo que, em relação à altura, os apartamentos do décimo sexto andar apresentam os menores valores, com diferenças de 0,38 °C em

relação aos do terceiro andar. Essa diferença é igual à que acontece na Etapa 1. Ao comparar os apartamentos segundo orientação, a orientação Sudoeste (Apartamento 4), exibe um IC de 1,36 °C mais do que a orientação Noroeste (Apartamento 7).

Em resumo, dentro do Índice de Calor, na Etapa 2, o dia 12 de fevereiro apresenta o menor valor com 24,67 °C, posicionando-se sempre no nível de “Não há Alerta” e diminuído da Etapa 1, 0,92 °C. O 11 de novembro, com 33,07 °C é o de maior temperatura, e se encontra no nível de alerta “Cautela Extrema” igual que na Etapa 1, diminuindo 0,98 °C, mas sem conseguir se posicionar no nível de alerta de “Cautela”. O Apartamento 7, com IC de 24,07 °C o 12 de fevereiro, aumenta 8,14 °C no 11 de novembro. O Apartamento 4, com IC de 25,12 °C o 12 de fevereiro, aumenta a 33,57 °C o 11 de novembro, diferença de 8,45 °C (Fig. 69).

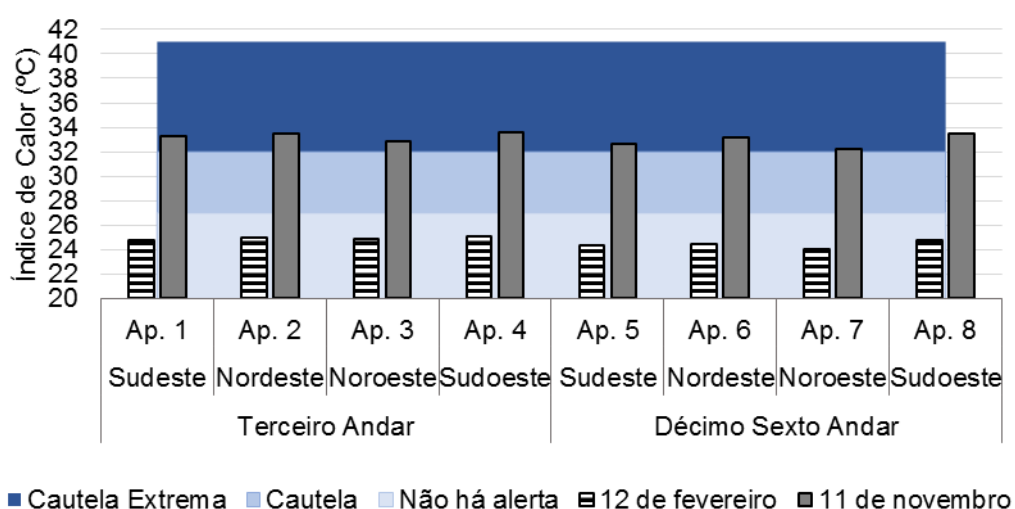


Fig. 69- Índice de Calor. Dias 12 de fevereiro e 11 de novembro. Etapa 2.  
Fonte: Autora, 2017.

5.3.4- Influência do emprego de protetores solares nos ambientes de estadia prolongada, comparando o IC da Etapa 3 com a Etapa 2 e 1.

#### 12 de fevereiro

Nos resultados da terceira etapa de simulação, ao colocar protetores solares em todas as janelas dos espaços de estadia prolongada segundo a normativa anteriormente exposta, o IC dos apartamentos no dia 12 de fevereiro apresenta o mesmo comportamento que na Etapa 2 aumentando em vez, uma diferença decimal de 0,02

°C. Quando comparado com a Etapa 1 da 0,90 °C. Todos os apartamentos continuam com o nível de “Não há Alerta” (Fig. 70).

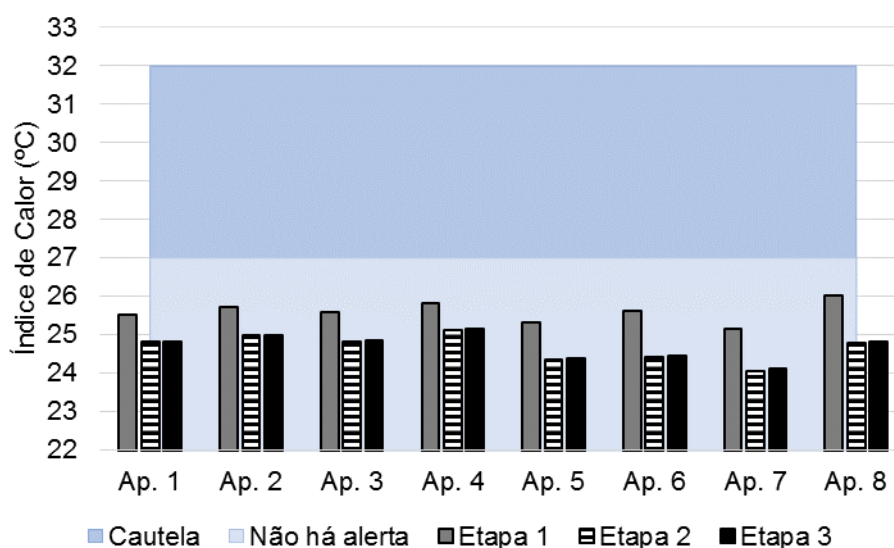


Fig. 70- Índice de Calor. Etapa 1, 2 e 3. Dia 12 de fevereiro.  
Fonte: Autora, 2017.

O Apartamento 7, com orientação Noroeste no décimo sexto andar, demonstra, nesta etapa também, os valores mais baixos de IC, com 24,11 °C, aumentando 0,05 °C da Etapa 2, e baixando 1,03 °C da Etapa 1.

De igual forma, o Apartamento 4, com orientação Sudoeste no terceiro andar, mostra o IC mais alto com 25,15 °C. Aumentou da Etapa 2 um total de 0,02 °C e da Etapa 3 diminuiu 0,69 °C. Ao comparar eles por orientação, o Noroeste, apartamento 7, tem um valor IC menor por 1,03 °C.

Em altura, os apartamentos do décimo sexto andar indicam uma diferença menor de 0,50 °C em relação com os do terceiro andar.

11 de novembro

Nos resultados da terceira etapa de simulação, ao colocar protetores solares em todas as janelas dos espaços de estadia prolongada segundo a normativa anteriormente exposta, não se consegue que os apartamentos alcancem baixar ao nível de alerta “Cautela”, e ficaram em “Cautela Extrema”; porém, com um valor perto do limite, igual a 32,90 °C. O IC consegue baixar em média apenas 0,17 °C, quando comparados com a Etapa 2; e 1,15 °C, quando comparados com a Etapa 1 (Fig. 71).

O Apartamento 7, com orientação Noroeste no décimo sexto andar, demonstra, nesta etapa também, os valores mais baixos de IC, com 32,13 °C, diminuído 0,08 °C da Etapa 2, e 0,93 °C da Etapa 1.

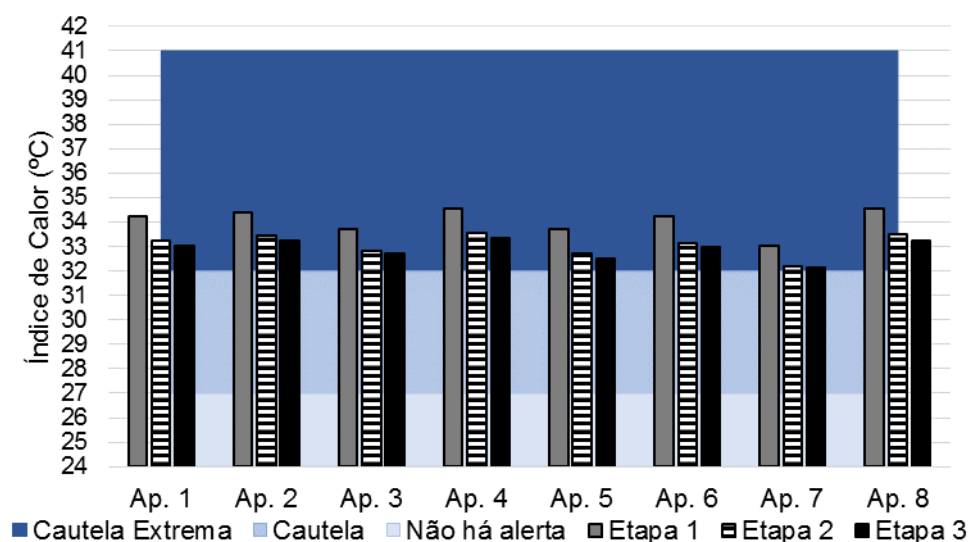


Fig. 71-Índice de Calor. Etapa 1, 2 e 3. Dia 11 de novembro.  
Fonte: Autora, 2017.

O Apartamento 4, que no mês de Setembro na Etapa 2 apresentou o maior valor do IC, continua indicando isso nesta Etapa 3. Consegue baixar 0,20 °C da Etapa 2, e 1,17 °C da Etapa 1.

Em média, continua acontecendo que, em relação à altura, os apartamentos do décimo sexto andar apresentam os menores valores, com diferenças de 0,36 °C em relação aos do terceiro andar. Ao comparar os apartamentos segundo orientação, a orientação Sudoeste (Apartamento 4), exibe um IC de 1,24 °C mais do que a orientação Noroeste (Apartamento 7).

Em resumo, dentro do Índice de Calor, na Etapa 3, 12 de fevereiro apresenta o menor valor com 24,70 °C, posicionando-se sempre no nível de “Não há Alerta”, aumentando da Etapa 2, 0,02 °C, e diminuindo da Etapa 1, 0,90 °C. O dia 11 de novembro, com 32,90 °C é o de maior temperatura, e continua no nível de alerta “Cautela Extrema”, diminuindo 0,17 °C da Etapa 2, e 1,15 °C da Etapa 1. O Apartamento 7, com IC de 24,11 °C o 12 de fevereiro, aumenta 8,01 °C o 11 de novembro. O Apartamento 4,

com IC de 25,15 °C o 12 de fevereiro, aumenta a 33,37 °C o 11 de novembro, diferença de 8,22 °C (Fig. 72).

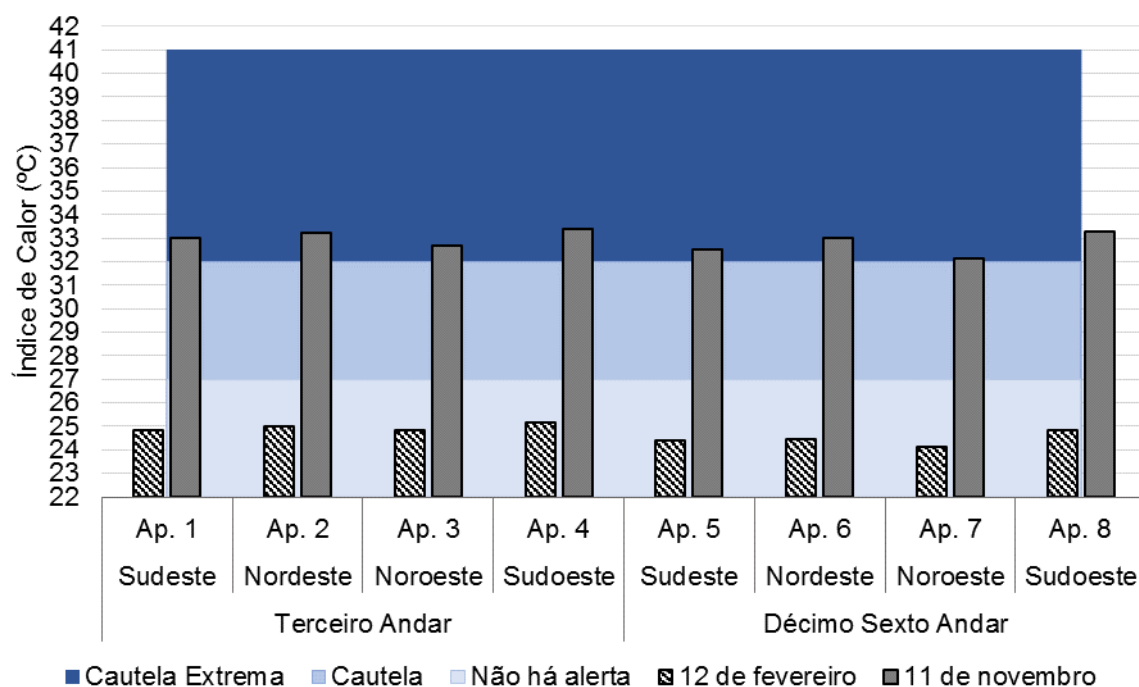


Fig. 72-Índice de Calor. Dias 12 de fevereiro e 11 de novembro. Etapa 3.  
Fonte: Autora, 2017.

## 5.4 Descrição dos Resultados

Anualmente, nos meses de Janeiro e Setembro, e nos dias 12 de fevereiro e 11 de novembro, a Etapa 1, ventilação cruzada é a que apresenta as temperaturas médias do ar mais altas e a Etapa 3, sombreamento das aberturas as mais baixas. As diferenças entre elas não ultrapassam os 0,74 °C, no dia com maior temperatura 11 de novembro. Os apartamentos do décimo sexto andar apresentam as menores temperaturas, com diferenças que não ultrapassam 0,25 °C em relação ao terceiro andar. A orientação Noroeste é a que apresenta menor temperatura e a Sudoeste a maior, com diferenças entre elas que não ultrapassam os 0,90 °C, no dia com maior temperatura 11 de novembro.

Em relação à umidade relativa, a Etapa 1 é a que apresenta sempre a porcentagem mais baixa, e a Etapa 3 a mais alta, nos três períodos de tempo estudados. As diferenças entre elas não ultrapassam os 2,50% no dia com maior temperatura 11 de novembro. Os apartamentos do décimo sexto andar apresentam as maiores porcentagens, com diferenças que não ultrapassam 0,99% em relação ao terceiro andar. A orientação Noroeste é a que apresenta a maior umidade relativa e a Sudoeste a menor, com diferenças entre elas que não ultrapassam 3,29%, no dia com maior temperatura 11 de novembro.

A incidência dos raios solares é diferente em cada fachada e período de tempo. Ao longo das horas do dia por meio do movimento de rotação, e durante o ano pelo movimento de traslação da Terra, se ocasionam ganhos térmicos em diferentes quantidades nas zonas térmicas. Igualmente a frequência e direção dos ventos predominantes influi e chega a ser aproveitado em cada fachada em quantidades diferentes, gerando assim as diferenças que se conseguem observar nos resultados de temperatura do Índice de Calor.

A orientação Noroeste apresenta o IC mais baixo anual, por meses e dias mais quentes e mais frios, mas classificando-se dentro de vários níveis de alerta

dependendo do período do tempo estudado; e contrariamente, a orientação Sudoeste é a que mostra o maior valor IC.

Ao aumentar a área de abertura segundo a diretriz bioclimática nos espaços de permanência prolongada, se consegue baixar o Índice de Calor, mas em valores menores que 1 °C. Em relação à altura, dobra os valores em comparação ao entorno, mas só conseguindo 0,53 °C de diferença, sendo sempre o décimo sexto andar o de menor valor. Por orientação consegue alcançar uma diferença mais marcada com 1,36 °C de IC, comparando as orientações Sudoeste e Noroeste.

Como demonstrado na Fig. 73, o Índice de Calor varia o nível de alerta segundo o período de simulação analisado. Anualmente, Janeiro e Setembro apresentam a obtenção do nível de alerta “Cautela”. Somente o dia mais frio 12 de fevereiro consegue o nível “Não há alerta” e o dia mais quente 11 de novembro é o único que se posiciona no nível “Cautela Extrema”.

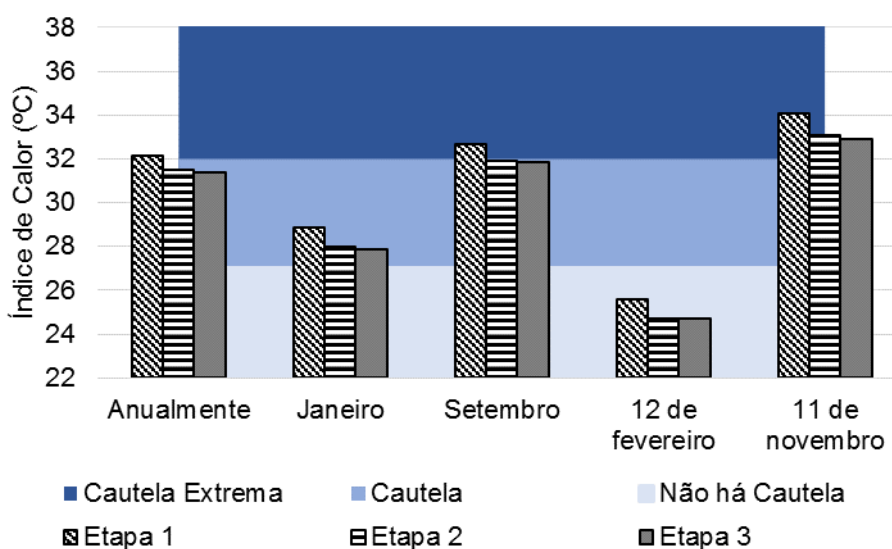


Fig. 73- Índice de Calor por Etapas e Períodos de Simulação.  
Fonte: Autora, 2017.

Anualmente e no mês de Setembro, o emprego das diretrizes bioclimáticas consegue posicionar as zonas térmicas num nível menor do que se encontram, passando de “Cautela Extrema” a “Cautela”.

Os dados das variáveis de Temperatura Média do Ar e Umidade Relativa das oito zona térmicas foram obtidos das simulações no programa EnergyPlus, e se encontram no Anexo B.

## **Capítulo 6: CONCLUSÕES E SUGESTÕES FUTURAS.**

### **6.1 Conclusões**

Este estudo de caso utilizou o emprego de um novo método na avaliação da estratégia bioclimática passiva de ventilação natural, segundo as diretrizes bioclimáticas das normativas brasileiras ABNT NBR 15220-3: 2005 e ABNT NBR 15775-4: 2013, considerando o índice de conforto térmico, Índice de Calor, para o análise da obtenção de condições térmicas favoráveis. Foram simuladas três distintas etapas e oito diferentes zonas térmicas para uma edificação multifamiliar na cidade de Belém do Pará, com características de clima quente e úmido.

O emprego das diretrizes bioclimáticas de área de abertura para ventilação e uso de protetores solares conseguem em pequenas quantidades diminuir a temperatura média do ar e portanto aumentar a umidade relativa nas zonas térmicas. Ao trocar a área de abertura de um 50% ao 100% da área efetiva do vão, é aumentado também o volumen de ar que entra ao ambiente, o que consegue incrementar o fluxo do ar interno e, conseqüentemente, diminuir a temperatura. Sombreando as aberturas, se impossibilita o ganho térmico solar direto da radiação dentro dos ambientes, mantendo então a diminuição da temperatura média do ar e impedindo que o calor possa evaporar a água saturada no ar, aumentando a umidade relativa (LAMBERTS, *et. al.*, 2014).

Por causa das variáveis climáticas de temperatura do ar e umidade relativa serem relativamente uniformes ao longo dos períodos de tempo avaliados, quanto a altura e orientação, não se alcançou resultados do Índice de Calor com grandes diferenças. As baixas diferenças de temperaturas do Índice de Calor são criadas então pelas variáveis climáticas de radiação solar e vento, já que a incidência dos raios solares e a predominância dos ventos são aproveitados e influenciam o comportamento das fachadas em diferentes medidas e períodos de tempo.

O sombreamento que chega ser feito pelos prédios contíguos em torno do objeto de estudo, deve ser considerado um fator importante a ser somado na procura de

conforto térmico, especialmente em casos onde a latitude seja bem próxima à linha do Equador.

Em relação a altura dos apartamento analisados, quando estudados os resultados segundo o Índice de Calor, são os apartamentos do décimo sexto andar os que indicam o melhor desempenho térmico, resultado esperado pela circunstância que são capazes de captar o vento sem obstruções e em velocidades maiores.

O Apartamento 7, que se encontra na orientação Noroeste no décimo sexto andar é o que apresenta o melhor desempenho térmico em todas as Etapas de simulação e em todos os períodos de tempo analisados, segundo os resultados de conforto térmico do Índice de Calor, em comparação aos outros apartamentos. Consegue captar em sua fachada Norte/Nordeste os ventos predominantes que vêm em essa direção, ao mesmo tempo que a fachada Oeste é protegida da incidência direta da radiação solar pelo sombreamento gerado da edificação contígua.

O emprego de protetores solares nas janelas diminui o Índice de Calor quando comparado com a influência do entorno, mas em relação com o aumento de área de abertura esse artifício não foi capaz de criar diferenças relevantes.

A utilização das diretrizes bioclimáticas chega a melhorar e diminuir as temperaturas do Índice de Calor dentro das zonas térmicas, possibilitando um desempenho térmico positivo. O problema reside em que a diferença que marca não é suficiente para posicionar as zonas térmicas dentro do nível de conforto estipulado pelo Índice de Calor, em períodos de tempo homogêneos e constantes.

Os dados coletados pela avaliação confirmaram que em climas quentes e úmidos se sente um grande desconforto térmico. O aproveitamento da estratégia bioclimática passiva de ventilação natural resultou não ser suficiente para levar as zonas térmicas numa classificação onde “Não há alerta” em todos os períodos de tempo analisados, segundo a classificação de conforto térmico do Índice de Calor

Embora a aplicação das diretrizes construtivas bioclimáticas de ventilação natural, estipuladas pelas Normativas Brasileiras NBR 15520-3 e NBR 15775-4 resultaram melhorar em pouca quantidade o desempenho térmico dos ambientes segundo o Índice de Calor, seu emprego potencializa a adaptação das edificações ao entorno, e cria ambientes mais sustentáveis, porque trabalham em favor de aproveitar as características climáticas locais para aclimatizar os ambientes internos.

A metodologia utilizada nessa dissertação cumpriu seu objetivo de avaliar o desempenho térmico das diretrizes construtivas de ventilação natural estipuladas no Zoneamento Bioclimático Brasileiro. Essa mesma metodologia pode ser empregada para estudos de caso em outras regiões, tomando em conta as características climáticas do entorno, para uma boa adoção das estratégias bioclimáticas passivas.

Igualmente, a metodologia se destaca de outras porque consegue avaliar por meio de comparações o desempenho térmico dos ambientes em todos os possíveis cenários em relação a orientação e altura, em vez de escolher um só cenário, o pior.

Por meio do uso de simulações computacionais é possível estudar as variáveis climáticas que possibilitem a análise de desempenho térmico dentro de edificações, em qualquer etapa de vida útil do espaço.

Deve ser levado em conta o fato que a condição de conforto térmico é subjetiva. A adaptabilidade das pessoas às sensações térmicas em relação ao tipo de clima onde moram e seu estilo de vida, fazem com que elas possam sentir-se em conforto térmico em faixas de temperaturas mais altas àquelas expostas no Índice de Calor utilizado nesta dissertação (AZIZPOUR *et. al.*, 2013).

## **6.2 Sugestões para trabalhos futuros.**

Pode ser possível a continuação desse estudo utilizando o método de ventilação híbrida, alternando o uso de ventilação natural com sistemas de ar condicionado, como feito por Huang, Hwang, (2015).

É significativo, também, avaliar os gastos energéticos, ambientais e econômicos do emprego das diretrizes construtivas, para conseguir mensurar seu impacto em outros aspectos relevantes.

Para aprofundar mais o tema de obtenção de conforto térmico, prevê-se o enfoque do desempenho, analisando outros meios passivos de refrigeração, que aproveitem as características climáticas do entorno e diminuam a dependência do condicionamento artificial, como podem ser o emprego de diferentes componentes arquitetônicos, tais como: materiais de isolamento térmico nas fachadas; uso de fachada ventilada; uso de peitoris ventilados; entre outros. Seria possível, ainda, testar diferentes materiais de fechamento transparente e de máscaras de sombra para analisar seu desempenho segundo suas propriedades térmicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **Standard 55:** Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, 1992

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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4:** Edificações Habitacionais: Desempenho: parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013.

AZIZPOUR, F., *et. al.*; Thermal comfort assessment of large-scale hospitals in tropical climates: A case study of University Kebangsaan Malaysia Medical Centre (UKMMC). **Energy and Buildings**, v. 64, p. 317–322, 2013.

BAGNATI, Mariana Moura; **Universidade Federal do Rio Grande do Sul:** Zoneamento Bioclimático e Arquitetura Brasileira: qualidade do ambiente construído, 2013. 133p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

BALTAR, Marta Garcia; **Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul:** Redução da Demanda de Energia Elétrica utilizando Parâmetros Construtivos visando ao Conforto Térmico, 2006. 123p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica)- Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

BASTIDE, Alain, *et. al.*; Building energy efficiency and thermal comfort in tropical climates.- Presentation of a numerical approach for predicting the percentage of well-ventilated living spaces in buildings using natural ventilation. **Energy and Buildings**, v. 38, p. 1093-1103, 2006.

BELL, Paul. A.; Physiological, comfort, performance, and social effects of heat. **Journal of Social Issues**, v.37, n. 1, p. 71-94, 1981.

BITTENCOURT, Leonardo; **Uso das cartas solares.** Diretrizes para arquitetos. 4ta. edição. Maceió. EDUFAL, 2004.

BRAGER, G. S.; DEAR, R. de; Climate, Comfort & Natural Ventilation: A new adaptive comfort standard for ASHRAE Standard 55. **eScholarship Repository**, Loughborough University, p. 60–77, 2001.

CHAN, A.L.S.; Effect of adjacent shading on the thermal performance of residential buildings in a subtropical region. **Applied Energy**, v. 92, p. 516-522, 2012.

CHVATAL, Karin Maria Soares; Avaliação do procedimento simplificado da NBR 15575 para determinação do nível de desempenho térmico de habitações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 119-134, 2014.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos; **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental**. Rio de Janeiro, Editora Revan, 2003. 308p.

COSTA, Luciana Correia do Nascimento; **Universidade de São Paulo: Aproveitamento da ventilação natural nas habitações: Um estudo de caso**. Aracaju-SE, 2009. 272p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

DELWORTH, Thomas L.; MALHAM, J.D.; KNUTSON, Thomas; Changes in heat index associated with CO<sup>2</sup>-induced global warming. **Climatic Change**, 43: 369-386, 1999.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R.; **Manual de Conforto Térmico: arquitetura e urbanismo**. 5ª edição, São Paulo, Studio Nobel, 2001. 243p.

GHISI, Enedir; MASSIGNANI, Ricardo Felipe; Thermal performance of bedrooms in a multi-storey residential building in southern Brazil. **Building and Environment**, v. 42, p. 730-742, 2007.

GIVONI, Baruch; Comfort, climate analysis and building design guidelines. **Energy and Buildings**, n.18, p.11-23, 1992.

GOULDING, John R.; LEWIS, J.; STEEMERS, Theo C.; **Energy conscious design- A primer for Architects**. Batsford for the Commission of European Communities. Architecture et Climat, Londres, B.T. Batsford Limited, 1992. 160p.

HUANG, Kuo-Tsang; HWANG, Ruey-Lung; Parametric study on energy and thermal performance of school buildings with natural ventilation, hybrid ventilation and air conditioning. **Indoor and Built Environment**. 2015.

LAMBERTS, R; DUTRA, L; PEREIRA, F; **Eficiência energética na arquitetura**. 3era edição. São Paulo, 2014. 382p.

LEE, K. L., *et. al.*; The development of the Hong Kong Heat Index for enhancing the heat stress information service of the Hong Kong Observatory. **Int J Biometeorol**. v. 60, p. 1029–1039, 2016.

MALLICK, Fuad H.; Thermal comfort and building design in the tropical climates. **Energy and Buildings**, v. 23, p.161-167, 1996.

MARTIN, Miguel; *et. al.*, Estimation of urban temperature and humidity using a lumped parameter model coupled with an EnergyPlus model. **Energy and Buildings**. v. 96, p. 221–235, 2015.

MASSETTI, L. et. al.; An approach to evaluate the intra-urban thermal variability in summer using an urban indicator. **Environmental Pollution**, v. 192, p. 259-265, 2014.

MELO, A. P.; SORGATO, M. J.; LAMBERTS, R. Building energy performance assessment: Comparison between ASHRAE standard 90.1 and Brazilian regulation. **Energy and Buildings**, v.70, p. 372-383, 2014.

MIRRAHIMI, Seyedehzahra; et. al.; The effect of building envelope on the thermal comfort and energy saving for high-rise buildings in hot-humid climate. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, n. 53, p. 508–1519, 2016.

NEVES, Leticia de Oliveira; **Universidade de São Paulo**: Arquitetura bioclimática e a obra de Severiano Porto: Estratégias de ventilação natural, 2006. 222p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)- Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2006.

NICOL, J. F.; HUMPRHEYS, M. A.; Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. **Energy and Buildings**, v. 34, p. 563-572, 2002.

NOAA; National Oceanic and Atmospheric Administration, National Weather Service. **NWS Heat Index**. Disponível em: <[http://www.nws.noaa.gov/om/heat/heat\\_index.shtml](http://www.nws.noaa.gov/om/heat/heat_index.shtml)> Acesso em: 2 maio, 2016

NRELOpenStudio. What is OpenStudio. Disponível em: <[https://www.youtube.com/channel/UC5NGj39XfJkhYUfCtKr-r\\_w](https://www.youtube.com/channel/UC5NGj39XfJkhYUfCtKr-r_w)> Acesso em: 16 sept, 2015.

OLGYAY, Victor; **Design with climate** – bioclimatic approach to architectural regionalism. Princenton, Princenton University, 1963. 236p.

PAGNOSSIN, Elaine Medianeira; BURIOL, Galileo Adeli; GRACIOLLI, Michele de Araujo; Influência dos elementos meteorológicos no conforto térmico humano: bases biofísicas. **Disciplinarum Scientia**. Série: Ciên. Biol. e da Saúde, Santa Maria, v.2, n.1, p.149-161, 2001.

PEREIRA, Helena; et. al., **Universidade Federal de Santa Catarina**: Manual De Simulação Computacional de Edifícios Naturalmente Ventilados no Programa Energyplus – Versão 8.0. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Florianópolis, 2013, 56p.

PICCO, M.; LOLLINI, R.; MARENGO, M. Towards energy performance evaluation in early stage building design: A simplification methodology for commercial building models. **Energy and Buildings**, v. 76, p. 497-505, 2014.

PORTO, Marcio Macedo; **Universidade de São Paulo**: O processo de projeto e a sustentabilidade na produção da arquitetura, 2006. 344p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PRIANTO, E.; DEPECKER, P.; Optimization of architectural design elements in tropical humid region with thermal comfort approach. **Energy and Buildings**, v. 35, p. 273-280, 2003.

ROAF, Sue; FUENTES, Manuel; THOMAS, Stephanie; **Ecohouse**: A design guide. Londres, Architectural Press, 2001. 346p.

ROMERO, Marta; **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo, ProEditores, 2000. 128p.

ROTHFUSZ, L.P. The Heat Index "Equation". **Scientific Services Division**, v. 23, 1990.

SCHILLER, Silvia de. *et. al.*; Relevância de 'projetos demonstrativos' de bajo impacto ambiental e eficiência energética. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 21-35, 2003.

SILVA, Arthur Santos; GHISI, Enedir; Análise comparativa dos resultados do desempenho térmico da envoltória de uma edificação residencial pelos métodos de simulação do RTQ-R e da NBR 15575-1. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n.1, p. 213-230, 2014.

SILVA, João de Athaydes, *et. al.*; Relações entre as percepções térmicas e índices de conforto térmico dos habitantes de uma cidade tropical na Amazônia Oriental. **Brazilian Geographical Journal**: Geosciences and humanities research medium. Ituiutaba, v. 3, n. 2, p. 395-407, jul./ dez., 2012.

SILVA, João de Athaydes; Análise da distribuição espacial do Conforto Térmico na cidade de Belém, PA, no período menos chuvoso. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.2, p. 218-232, 2012.

SILVA, Stefanía Dalmodin; STRECK, Nereu Augusto; Tendências das séries históricas do índice de calor no município de Santa Maria-RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n.8, p. 1360-1366, ago, 2014.

SOUZA, Amaury de, *et. al.*; Modelo de Thom para o zoneamento bioclimático de Mato Grosso do Sul. **Revista de Geografia Norte Grande**. n. 46, p.137-147, 2010.

STEADMAN, R. G.; The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. **Journal of Applied Meteorology**, v. 18, p. 861-873, 1979.

SZOKOLAY, S. V.; **Introduction to Architectural Science: The basis of sustainable design.** Grã Bretanha, Architectural Press, 2004. 327p.

TOLEDO, Alexandre Márcio; Os sucessivos enfoques nos códigos de obras e edificações brasileiros e as questões emergentes de conforto ambiental e conservação de energia. **V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e II Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído.** 1999 (a).

TOLEDO, Alexandre Márcio; Inadequação entre geometria e desempenho, nos índices para dimensionamento de vãos e aberturas para ventilação. **V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e II Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído.** 1999 (b).

TOLEDO, Alexandre Márcio; Critérios para o dimensionamento de aberturas de ventilação natural dos edifícios. **VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-americano sobre Conforto no Ambiente Construído.** 2001.

VALLADARES-RENDÓN, L.G.; LO, Shang-Lien; Passive shading strategies to reduce outdoor insolation and indoor cooling loads by using overhang devices on a building. **Building Simulation.** v. 7, p. 671–681, 2014.

VENDRAMIN, Aurea Lúcia, *et. al.*; Exame de caso sobre o método de graus-dia para avaliação do desempenho energético de uma edificação unifamiliar. **Acta Scientiarum.** Technology. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2009.

VERDELHO, Sara Isabel Carvalho; **Universidade do Porto:** Avaliação do potencial de arrefecimento de edifícios através da ventilação natural, 2008. 191p. Dissertação (Mestrado em Construção de Edifícios)- Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia Civil, Portugal, 2008.

VINAGRE, Natália Danielle; **Universidade Federal do Pará:** Avaliação através do desempenho térmico de edificação verticalizada em Belém-PA, 2013. 214p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)- Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 2013.

WALLAUER, Maurício Ditter; **Universidade Federal do Rio Grande do Sul,** Utilização do programa Energyplus para simulação do conforto térmico em edificações populares em quatro capitais brasileiras. 2003. 121p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

## ANEXOS

### ANEXO A- VELOCIDADE DO VENTO POR ZONA TÉRMICA

| Zone Outdoor Air Wind Speed [m/s]-MONTHLY- |           |           |           |           |           |           |           |           |
|--------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| MONTH                                      | APTO<br>1 | APTO<br>2 | APTO<br>3 | APTO<br>4 | APTO<br>5 | APTO<br>6 | APTO<br>7 | APTO<br>8 |
| January                                    | 0.653     | 0.653     | 0.653     | 0.653     | 0.976     | 0.976     | 0.976     | 0.976     |
| February                                   | 0.643     | 0.643     | 0.643     | 0.643     | 0.96      | 0.96      | 0.96      | 0.96      |
| March                                      | 0.661     | 0.661     | 0.661     | 0.661     | 0.987     | 0.987     | 0.987     | 0.987     |
| April                                      | 0.509     | 0.509     | 0.509     | 0.509     | 0.761     | 0.761     | 0.761     | 0.761     |
| May                                        | 0.563     | 0.563     | 0.563     | 0.563     | 0.842     | 0.842     | 0.842     | 0.842     |
| June                                       | 0.675     | 0.675     | 0.675     | 0.675     | 1.008     | 1.008     | 1.008     | 1.008     |
| July                                       | 0.674     | 0.674     | 0.674     | 0.674     | 1.008     | 1.008     | 1.008     | 1.008     |
| August                                     | 0.717     | 0.717     | 0.717     | 0.717     | 1.071     | 1.071     | 1.071     | 1.071     |
| September                                  | 0.775     | 0.775     | 0.775     | 0.775     | 1.159     | 1.159     | 1.159     | 1.159     |
| October                                    | 0.739     | 0.739     | 0.739     | 0.739     | 1.104     | 1.104     | 1.104     | 1.104     |
| November                                   | 0.701     | 0.701     | 0.701     | 0.701     | 1.047     | 1.047     | 1.047     | 1.047     |
| December                                   | 0.652     | 0.652     | 0.652     | 0.652     | 0.974     | 0.974     | 0.974     | 0.974     |

Tabela 4- Velocidade do Vento por Zona Térmica.

Fonte: EnergyPlus 8.3, Arquivo Climático Horário INMET 816800.

## ANEXO B- RESULTADOS DAS VARIÁVEIS NO ENERGYPLUS

Período Anual

NOTA: As variáveis de Temperatura Média do Ar [C°] e Umidade Relativa [%] foram obtidas no EnergyPlus. Os resultados do Índice de Calor IC [C°] foram realizados pela autora.

| ETAPA 1                                 |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Zone Mean Air Temperature [C°]-ANNUALY- |        |        |        |        |        |        |        |        |
| TIME PERIOD                             | APTO 1 | APTO 2 | APTO 3 | APTO 4 | APTO 5 | APTO 6 | APTO 7 | APTO 8 |
| simdays=365                             | 28.41  | 28.40  | 28.34  | 28.41  | 28.32  | 28.33  | 28.25  | 28.47  |
| Zone Air Relative Humidity [%]-ANNUALY- |        |        |        |        |        |        |        |        |
| TIME PERIOD                             | APTO 1 | APTO 2 | APTO 3 | APTO 4 | APTO 5 | APTO 6 | APTO 7 | APTO 8 |
| simdays=365                             | 74.78  | 74.80  | 75.04  | 74.79  | 75.17  | 75.10  | 75.46  | 74.53  |
| IC [C°]- ANNUALY-                       |        |        |        |        |        |        |        |        |
| TIME PERIOD                             | APTO 1 | APTO 2 | APTO 3 | APTO 4 | APTO 5 | APTO 6 | APTO 7 | APTO 8 |
| simdays=365                             | 32.25  | 32.23  | 32.13  | 32.24  | 32.10  | 32.13  | 31.98  | 32.35  |
|                                         |        |        |        |        |        |        |        |        |
| ETAPA 2                                 |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Zone Mean Air Temperature [C°]-ANNUALY- |        |        |        |        |        |        |        |        |
| TIME PERIOD                             | APTO 1 | APTO 2 | APTO 3 | APTO 4 | APTO 5 | APTO 6 | APTO 7 | APTO 8 |
| simdays=365                             | 28.00  | 28.00  | 27.95  | 28.02  | 27.89  | 27.90  | 27.83  | 28.03  |
| Zone Air Relative Humidity [%]-ANNUALY- |        |        |        |        |        |        |        |        |
| TIME PERIOD                             | APTO 1 | APTO 2 | APTO 3 | APTO 4 | APTO 5 | APTO 6 | APTO 7 | APTO 8 |
| simdays=365                             | 76.51  | 76.52  | 76.71  | 76.41  | 77.01  | 76.93  | 77.25  | 76.35  |
| IC [C°]- ANNUALY-                       |        |        |        |        |        |        |        |        |
| TIME PERIOD                             | APTO 1 | APTO 2 | APTO 3 | APTO 4 | APTO 5 | APTO 6 | APTO 7 | APTO 8 |
| simdays=365                             | 31.58  | 31.57  | 31.49  | 31.61  | 31.39  | 31.41  | 31.29  | 31.63  |
|                                         |        |        |        |        |        |        |        |        |
| ETAPA 3                                 |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Zone Mean Air Temperature [C°]-ANNUALY- |        |        |        |        |        |        |        |        |
| TIME PERIOD                             | APTO 1 | APTO 2 | APTO 3 | APTO 4 | APTO 5 | APTO 6 | APTO 7 | APTO 8 |
| simdays=365                             | 27.95  | 27.94  | 27.90  | 28.00  | 27.85  | 27.86  | 27.79  | 28.00  |
| Zone Air Relative Humidity [%]-ANNUALY- |        |        |        |        |        |        |        |        |
| TIME PERIOD                             | APTO 1 | APTO 2 | APTO 3 | APTO 4 | APTO 5 | APTO 6 | APTO 7 | APTO 8 |
| simdays=365                             | 76.57  | 76.63  | 76.76  | 76.35  | 77.01  | 76.96  | 77.24  | 76.33  |
| IC [C°]- ANNUALY-                       |        |        |        |        |        |        |        |        |
| TIME PERIOD                             | APTO 1 | APTO 2 | APTO 3 | APTO 4 | APTO 5 | APTO 6 | APTO 7 | APTO 8 |
| simdays=365                             | 31.48  | 31.44  | 31.39  | 31.54  | 31.30  | 31.31  | 31.20  | 31.54  |

Período Anual, por mês.

| ETAPA 1                                 |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Zone Mean Air Temperature [C°]-MONTHLY- |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MONTH                                   | APTO 1   | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| January                                 | 27.80041 | 27.73542 | 27.64696 | 27.77932 | 27.70188 | 27.65271 | 27.56129 | 27.81785 |
| February                                | 28.25414 | 28.24559 | 28.16283 | 28.2586  | 28.17907 | 28.20808 | 28.08868 | 28.32408 |
| March                                   | 28.62641 | 28.57923 | 28.53881 | 28.58612 | 28.55765 | 28.50884 | 28.46272 | 28.65581 |
| April                                   | 27.77994 | 27.81933 | 27.82752 | 27.78251 | 27.79675 | 27.83601 | 27.86347 | 27.92211 |
| May                                     | 28.316   | 28.34914 | 28.37514 | 28.33941 | 28.28153 | 28.31893 | 28.38259 | 28.44252 |
| June                                    | 28.17386 | 28.265   | 28.28023 | 28.22295 | 28.08567 | 28.21063 | 28.25115 | 28.30775 |
| July                                    | 28.30437 | 28.41821 | 28.37084 | 28.38131 | 28.21144 | 28.39127 | 28.29243 | 28.51119 |
| August                                  | 28.571   | 28.66154 | 28.58525 | 28.63351 | 28.44502 | 28.59796 | 28.42647 | 28.73062 |
| September                               | 29.01924 | 29.03378 | 28.86339 | 29.03162 | 28.85727 | 28.88764 | 28.60766 | 29.0495  |
| October                                 | 28.91253 | 28.79897 | 28.70284 | 28.83611 | 28.80964 | 28.66631 | 28.5421  | 28.82393 |
| November                                | 28.93313 | 28.81678 | 28.69048 | 28.88018 | 28.80769 | 28.69468 | 28.52555 | 28.89447 |
| December                                | 28.2231  | 28.11769 | 28.03735 | 28.16859 | 28.11272 | 28.04273 | 27.93914 | 28.19755 |
| Zone Air Relative Humidity [%]-MONTHLY- |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MONTH                                   | APTO 1   | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| January                                 | 77.60857 | 77.90496 | 78.26421 | 77.73247 | 78.08333 | 78.31928 | 78.70062 | 77.61747 |
| February                                | 77.83092 | 77.85373 | 78.20044 | 77.81083 | 78.2007  | 78.06995 | 78.5729  | 77.57739 |
| March                                   | 76.51351 | 76.71115 | 76.86688 | 76.69777 | 76.83467 | 77.04964 | 77.21875 | 76.43356 |
| April                                   | 80.81852 | 80.63828 | 80.59658 | 80.80932 | 80.82485 | 80.64987 | 80.50947 | 80.26426 |
| May                                     | 78.65142 | 78.50482 | 78.38676 | 78.55207 | 78.84368 | 78.68551 | 78.39631 | 78.13956 |
| June                                    | 74.27914 | 73.88556 | 73.8319  | 74.0651  | 74.65388 | 74.11809 | 73.96051 | 73.72835 |
| July                                    | 72.92178 | 72.45364 | 72.63867 | 72.60527 | 73.30545 | 72.55796 | 72.96035 | 72.07371 |
| August                                  | 71.84352 | 71.47457 | 71.77507 | 71.57903 | 72.35458 | 71.73094 | 72.42335 | 71.19049 |
| September                               | 70.05476 | 69.98865 | 70.64012 | 70.01358 | 70.68832 | 70.5524  | 71.67142 | 69.92536 |
| October                                 | 70.96764 | 71.39405 | 71.76281 | 71.2844  | 71.35798 | 71.90892 | 72.40393 | 71.30677 |
| November                                | 71.48818 | 71.93754 | 72.42533 | 71.71307 | 71.98265 | 72.4256  | 73.09103 | 71.63495 |
| December                                | 74.60843 | 75.02635 | 75.36502 | 74.84116 | 75.08163 | 75.36489 | 75.80068 | 74.73469 |
| IC [C°]- MONTHLY-                       |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MONTH                                   | APTO 1   | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| January                                 | 31.27209 | 31.16274 | 31.00669 | 31.24046 | 31.10928 | 31.02703 | 30.86535 | 31.31348 |
| February                                | 32.381   | 32.3639  | 32.21837 | 32.38859 | 32.25801 | 32.3077  | 32.09654 | 32.50956 |
| March                                   | 33.06399 | 32.98392 | 32.91254 | 32.99843 | 32.95312 | 32.87142 | 32.78782 | 33.1217  |
| April                                   | 31.67135 | 31.74356 | 31.75793 | 31.67645 | 31.71412 | 31.78681 | 31.83477 | 31.94468 |
| May                                     | 32.67139 | 32.72934 | 32.77413 | 32.71308 | 32.61754 | 32.68454 | 32.79448 | 32.89989 |
| June                                    | 31.63339 | 31.77453 | 31.79988 | 31.70929 | 31.49453 | 31.69017 | 31.75552 | 31.84454 |
| July                                    | 31.71087 | 31.88405 | 31.81067 | 31.82811 | 31.56828 | 31.84221 | 31.69097 | 32.0244  |
| August                                  | 32.1164  | 32.25129 | 32.13598 | 32.208   | 31.92635 | 32.15624 | 31.89712 | 32.35294 |
| September                               | 32.77959 | 32.79914 | 32.54556 | 32.79905 | 32.54084 | 32.58275 | 32.16733 | 32.82174 |
| October                                 | 32.71327 | 32.53907 | 32.39173 | 32.60159 | 32.5562  | 32.33649 | 32.14688 | 32.57863 |
| November                                | 32.85561 | 32.67657 | 32.48021 | 32.77811 | 32.66432 | 32.48966 | 32.22542 | 32.79586 |
| December                                | 31.79349 | 31.62109 | 31.49153 | 31.70708 | 31.61824 | 31.50353 | 31.3347  | 31.75568 |

| ETAPA 2                                 |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Zone Mean Air Temperature [C°]-MONTHLY- |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MONTH                                   | APTO 1   | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| January                                 | 27.34665 | 27.30447 | 27.24766 | 27.35474 | 27.24124 | 27.21619 | 27.1454  | 27.37173 |
| February                                | 27.82318 | 27.82354 | 27.76643 | 27.84795 | 27.74306 | 27.76758 | 27.67919 | 27.88049 |
| March                                   | 28.18907 | 28.1541  | 28.12791 | 28.18292 | 28.10065 | 28.07544 | 28.03512 | 28.21647 |
| April                                   | 27.41246 | 27.43765 | 27.44354 | 27.43233 | 27.4047  | 27.43236 | 27.44849 | 27.52833 |
| May                                     | 27.94858 | 27.96559 | 27.9891  | 27.98092 | 27.89243 | 27.92756 | 27.96778 | 28.03539 |
| June                                    | 27.87171 | 27.92919 | 27.93534 | 27.92034 | 27.74005 | 27.82814 | 27.84358 | 27.92955 |
| July                                    | 27.96719 | 28.04194 | 27.99463 | 28.04089 | 27.83451 | 27.97328 | 27.86466 | 28.08723 |
| August                                  | 28.18688 | 28.25281 | 28.17464 | 28.25469 | 28.02908 | 28.14571 | 27.98747 | 28.27178 |
| September                               | 28.56781 | 28.57346 | 28.43714 | 28.60019 | 28.37486 | 28.39285 | 28.18009 | 28.54543 |
| October                                 | 28.45726 | 28.37437 | 28.30816 | 28.42327 | 28.32557 | 28.22052 | 28.12942 | 28.35995 |
| November                                | 28.44533 | 28.36577 | 28.27823 | 28.43566 | 28.29904 | 28.22673 | 28.10309 | 28.40737 |
| December                                | 27.78463 | 27.72005 | 27.67185 | 27.77013 | 27.65755 | 27.6203  | 27.54726 | 27.76252 |
| Zone Air Relative Humidity [%]-MONTHLY- |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MONTH                                   | APTO 1   | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| January                                 | 79.5801  | 79.7742  | 80.0116  | 79.5461  | 80.1017  | 80.2222  | 80.5346  | 79.5177  |
| February                                | 79.7136  | 79.7007  | 79.9451  | 79.5839  | 80.1114  | 79.9905  | 80.3776  | 79.4786  |
| March                                   | 78.3931  | 78.5433  | 78.6459  | 78.4108  | 78.8071  | 78.9197  | 79.0809  | 78.2850  |
| April                                   | 82.4672  | 82.3456  | 82.3106  | 82.3602  | 82.5702  | 82.4430  | 82.3541  | 81.9872  |
| May                                     | 80.2638  | 80.1848  | 80.0695  | 80.1028  | 80.5597  | 80.4006  | 80.1996  | 79.8935  |
| June                                    | 75.5669  | 75.3060  | 75.2779  | 75.3353  | 76.1312  | 75.7278  | 75.6668  | 75.2876  |
| July                                    | 74.3442  | 74.0146  | 74.2068  | 74.0070  | 74.8976  | 74.2856  | 74.7558  | 73.7885  |
| August                                  | 73.4423  | 73.1567  | 73.4804  | 73.1251  | 74.1039  | 73.5942  | 74.2783  | 73.0395  |
| September                               | 71.8681  | 71.8317  | 72.3875  | 71.7136  | 72.6599  | 72.5628  | 73.4749  | 71.9144  |
| October                                 | 72.8017  | 73.1258  | 73.3930  | 72.9354  | 73.3253  | 73.7476  | 74.1324  | 73.1644  |
| November                                | 73.4785  | 73.7942  | 74.1444  | 73.5043  | 74.0770  | 74.3675  | 74.8828  | 73.5942  |
| December                                | 76.4376  | 76.7008  | 76.9105  | 76.4896  | 76.9931  | 77.1410  | 77.4695  | 76.5222  |
| IC [C°]- MONTHLY-                       |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MONTH                                   | APTO 1   | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| January                                 | 30.47789 | 30.40315 | 30.29927 | 30.49254 | 30.29432 | 30.2499  | 30.12056 | 30.52824 |
| February                                | 31.62042 | 31.61945 | 31.51509 | 31.6621  | 31.48135 | 31.52421 | 31.36234 | 31.72603 |
| March                                   | 32.31355 | 32.2519  | 32.20401 | 32.30132 | 32.1626  | 32.11836 | 32.0444  | 32.36327 |
| April                                   | 30.97551 | 31.02317 | 31.03347 | 31.01175 | 30.96878 | 31.02203 | 31.05116 | 31.20346 |
| May                                     | 32.01076 | 32.04131 | 32.08252 | 32.06715 | 31.91456 | 31.97878 | 32.04905 | 32.17111 |
| June                                    | 31.15253 | 31.24302 | 31.25263 | 31.22761 | 30.93836 | 31.0785  | 31.10422 | 31.24124 |
| July                                    | 31.1913  | 31.30605 | 31.23122 | 31.30269 | 30.98079 | 31.19621 | 31.0267  | 31.37124 |
| August                                  | 31.53568 | 31.63531 | 31.51487 | 31.63453 | 31.29103 | 31.46917 | 31.22583 | 31.65843 |
| September                               | 32.11357 | 32.11977 | 31.91453 | 32.15818 | 31.82278 | 31.84641 | 31.52587 | 32.07256 |
| October                                 | 32.02588 | 31.89591 | 31.79272 | 31.97281 | 31.82031 | 31.65528 | 31.51359 | 31.87037 |
| November                                | 32.11051 | 31.9841  | 31.84437 | 32.09313 | 31.88021 | 31.76429 | 31.56706 | 32.04463 |
| December                                | 31.07763 | 30.9686  | 30.88849 | 31.05226 | 30.86725 | 30.80308 | 30.6814  | 31.03963 |

| ETAPA 3                                 |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Zone Mean Air Temperature [C°]-MONTHLY- |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MONTH                                   | APTO 1   | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| January                                 | 27.27    | 27.24    | 27.22    | 27.31    | 27.18    | 27.17    | 27.12    | 27.32    |
| February                                | 27.76    | 27.76    | 27.74    | 27.81    | 27.70    | 27.72    | 27.66    | 27.84    |
| March                                   | 28.13    | 28.09    | 28.08    | 28.16    | 28.06    | 28.03    | 28.00    | 28.18    |
| April                                   | 27.38    | 27.38    | 27.39    | 27.42    | 27.39    | 27.39    | 27.41    | 27.51    |
| May                                     | 27.92    | 27.90    | 27.92    | 27.97    | 27.88    | 27.88    | 27.92    | 28.01    |
| June                                    | 27.87    | 27.88    | 27.88    | 27.92    | 27.73    | 27.80    | 27.80    | 27.91    |
| July                                    | 27.96    | 27.99    | 27.93    | 28.04    | 27.83    | 27.94    | 27.82    | 28.07    |
| August                                  | 28.16    | 28.18    | 28.11    | 28.24    | 28.01    | 28.10    | 27.93    | 28.24    |
| September                               | 28.52    | 28.50    | 28.38    | 28.57    | 28.33    | 28.34    | 28.14    | 28.50    |
| October                                 | 28.38    | 28.31    | 28.27    | 28.40    | 28.27    | 28.17    | 28.10    | 28.32    |
| November                                | 28.36    | 28.30    | 28.25    | 28.38    | 28.22    | 28.17    | 28.08    | 28.34    |
| December                                | 27.72    | 27.68    | 27.66    | 27.73    | 27.60    | 27.59    | 27.53    | 27.71    |
| Zone Air Relative Humidity [%]-MONTHLY- |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MONTH                                   | APTO 1   | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| January                                 | 79.7926  | 79.9156  | 80.0042  | 79.6040  | 80.2236  | 80.2634  | 80.4622  | 79.5610  |
| February                                | 79.8386  | 79.8108  | 79.9061  | 79.5796  | 80.1469  | 80.0040  | 80.2744  | 79.4750  |
| March                                   | 78.5201  | 78.7144  | 78.7309  | 78.3682  | 78.8571  | 78.9847  | 79.1010  | 78.2664  |
| April                                   | 82.4347  | 82.4459  | 82.3790  | 82.2280  | 82.4375  | 82.4324  | 82.3174  | 81.8533  |
| May                                     | 80.2340  | 80.3379  | 80.2118  | 79.9750  | 80.4567  | 80.4283  | 80.2364  | 79.7948  |
| June                                    | 75.4166  | 75.3402  | 75.3238  | 75.1628  | 75.9721  | 75.6849  | 75.6697  | 75.1593  |
| July                                    | 74.2285  | 74.0594  | 74.2869  | 73.8534  | 74.7451  | 74.2682  | 74.7858  | 73.6842  |
| August                                  | 73.4218  | 73.2891  | 73.6154  | 73.0260  | 74.0471  | 73.6476  | 74.3644  | 72.9977  |
| September                               | 71.9556  | 71.9929  | 72.4946  | 71.6895  | 72.7179  | 72.6589  | 73.5576  | 71.9545  |
| October                                 | 72.9588  | 73.2617  | 73.3947  | 72.8912  | 73.4169  | 73.8204  | 74.1115  | 73.1670  |
| November                                | 73.7159  | 73.9147  | 74.1347  | 73.5664  | 74.2531  | 74.4422  | 74.8398  | 73.6911  |
| December                                | 76.5650  | 76.7298  | 76.8167  | 76.4876  | 77.0699  | 77.1173  | 77.3432  | 76.5423  |
| IC [C°]- MONTHLY-                       |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MONTH                                   | APTO 1   | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| January                                 | 30.32558 | 30.27445 | 30.22934 | 30.38936 | 30.16344 | 30.14402 | 30.05795 | 30.40816 |
| February                                | 31.48887 | 31.48989 | 31.44653 | 31.57232 | 31.37239 | 31.41973 | 31.30578 | 31.61642 |
| March                                   | 32.19332 | 32.11123 | 32.10041 | 32.23965 | 32.05967 | 32.00598 | 31.95287 | 32.27241 |
| April                                   | 30.90019 | 30.89223 | 30.91441 | 30.9704  | 30.91125 | 30.9131  | 30.95253 | 31.13424 |
| May                                     | 31.94143 | 31.89701 | 31.93406 | 32.02713 | 31.85602 | 31.8661  | 31.92672 | 32.0995  |
| June                                    | 31.12011 | 31.13875 | 31.13855 | 31.19716 | 30.90603 | 31.00098 | 31.005   | 31.18877 |
| July                                    | 31.15348 | 31.2041  | 31.11396 | 31.27019 | 30.95505 | 31.11176 | 30.92833 | 31.31015 |
| August                                  | 31.47467 | 31.50846 | 31.38764 | 31.59219 | 31.24205 | 31.36776 | 31.12092 | 31.58496 |
| September                               | 32.02159 | 31.99344 | 31.81628 | 32.09718 | 31.74318 | 31.74456 | 31.44311 | 31.98084 |
| October                                 | 31.89202 | 31.76896 | 31.71851 | 31.90581 | 31.7085  | 31.55224 | 31.44859 | 31.78213 |
| November                                | 31.94949 | 31.86525 | 31.77798 | 31.98969 | 31.7415  | 31.66031 | 31.5111  | 31.92014 |
| December                                | 30.94782 | 30.8758  | 30.84063 | 30.96499 | 30.75144 | 30.72445 | 30.63856 | 30.93432 |

Período Mensal, por dia

| ETAPA 1 |                                         |         |         |         |         |         |         |         |                                         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------|-----------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| DATE    | Zone Mean Air Temperature [C°]-JANUARY- |         |         |         |         |         |         |         | Zone Air Relative Humidity [%]-JANUARY- |         |         |         |         |         |         |         |
|         | APTO 1                                  | APTO 2  | APTO 3  | APTO 4  | APTO 5  | APTO 6  | APTO 7  | APTO 8  | APTO 1                                  | APTO 2  | APTO 3  | APTO 4  | APTO 5  | APTO 6  | APTO 7  | APTO 8  |
| 01/01   | 26.3088                                 | 26.3484 | 26.3995 | 26.5207 | 26.0244 | 26.0839 | 26.1188 | 26.4506 | 81.0505                                 | 80.8638 | 80.6129 | 80.1472 | 82.384  | 82.1055 | 81.8358 | 80.5361 |
| 01/02   | 26.4244                                 | 26.2959 | 26.4949 | 26.4598 | 26.2164 | 26.1008 | 26.4306 | 26.31   | 78.4305                                 | 78.973  | 78.1532 | 78.2876 | 79.4095 | 79.9245 | 78.5036 | 79.0099 |
| 01/03   | 27.9938                                 | 27.9799 | 27.9254 | 28.0107 | 27.782  | 27.8225 | 27.8595 | 27.9799 | 74.001                                  | 74.0646 | 74.2637 | 73.9626 | 74.9003 | 74.7479 | 74.5973 | 74.1105 |
| 01/04   | 28.6864                                 | 28.7337 | 28.6006 | 28.8538 | 28.3544 | 28.4161 | 28.3707 | 28.6935 | 70.2856                                 | 70.0803 | 70.5847 | 69.6457 | 71.628  | 71.3379 | 71.5047 | 70.2533 |
| 01/05   | 29.2796                                 | 29.3387 | 29.0059 | 29.3243 | 28.97   | 29.1578 | 28.744  | 29.2736 | 68.1865                                 | 67.9346 | 69.1754 | 67.9926 | 69.3662 | 68.5978 | 70.2285 | 68.1723 |
| 01/06   | 29.4757                                 | 29.5522 | 29.1885 | 29.5257 | 29.2034 | 29.3837 | 28.9165 | 29.4649 | 68.4528                                 | 68.1063 | 69.4915 | 68.2158 | 69.5154 | 68.7358 | 70.5932 | 68.3955 |
| 01/07   | 28.7695                                 | 28.5708 | 28.4392 | 28.7452 | 28.5509 | 28.4178 | 28.2192 | 28.7178 | 74.7815                                 | 75.7068 | 76.2233 | 74.95   | 75.7044 | 76.391  | 77.2031 | 75.0464 |
| 01/08   | 28.4595                                 | 28.3758 | 28.2405 | 28.4567 | 28.41   | 28.2764 | 28.0737 | 28.5227 | 76.0675                                 | 76.4791 | 76.9836 | 76.14   | 76.3045 | 76.9324 | 77.7452 | 75.8474 |
| 01/09   | 27.3994                                 | 27.3376 | 27.3549 | 27.4468 | 27.2973 | 27.2484 | 27.3704 | 27.5151 | 79.2006                                 | 79.443  | 79.373  | 78.9859 | 79.71   | 79.9023 | 79.3777 | 78.7349 |
| 01/10   | 27.2499                                 | 27.2693 | 27.1828 | 27.1386 | 27.1812 | 27.2636 | 27.1858 | 27.2103 | 78.7705                                 | 78.7338 | 79.0817 | 79.3005 | 79.1457 | 78.8292 | 79.1533 | 79.0792 |
| 01/11   | 27.7794                                 | 27.6272 | 27.5674 | 27.6913 | 27.6592 | 27.5419 | 27.4708 | 27.7498 | 78.2504                                 | 78.8962 | 79.1454 | 78.6389 | 78.8408 | 79.3235 | 79.6126 | 78.4671 |
| 01/12   | 28.8292                                 | 28.6154 | 28.5176 | 28.66   | 28.8047 | 28.4826 | 28.34   | 28.6854 | 74.1841                                 | 75.0704 | 75.4004 | 74.8818 | 74.3164 | 75.6431 | 76.2051 | 74.7872 |
| 01/13   | 28.3544                                 | 28.1792 | 28.1912 | 28.3212 | 28.3282 | 28.0993 | 28.1256 | 28.3422 | 76.3808                                 | 77.1998 | 77.1427 | 76.6025 | 76.5761 | 77.6423 | 77.5063 | 76.5839 |
| 01/14   | 27.3615                                 | 27.2204 | 27.3241 | 27.4159 | 27.3061 | 27.1527 | 27.369  | 27.4243 | 78.8692                                 | 79.5229 | 78.9996 | 78.6596 | 79.1671 | 79.8774 | 78.8602 | 78.6186 |
| 01/15   | 28.0936                                 | 28.0082 | 27.9865 | 27.9857 | 28.1048 | 28.0842 | 28.0693 | 28.1455 | 78.3569                                 | 78.7422 | 78.8139 | 78.809  | 78.3347 | 78.4513 | 78.4911 | 78.1409 |
| 01/16   | 28.6125                                 | 28.479  | 28.3774 | 28.4781 | 28.6424 | 28.4531 | 28.3181 | 28.5701 | 77.0822                                 | 77.6621 | 78.092  | 77.6743 | 77.013  | 77.8212 | 78.3794 | 77.3538 |
| 01/17   | 28.5167                                 | 28.3329 | 28.2273 | 28.4586 | 28.2603 | 28.1967 | 27.9831 | 28.4547 | 75.3541                                 | 76.1752 | 76.5766 | 75.6739 | 76.4532 | 76.8144 | 77.6799 | 75.7416 |
| 01/18   | 28.4807                                 | 28.313  | 28.207  | 28.3624 | 28.4819 | 28.2101 | 28.0689 | 28.4506 | 76.4452                                 | 77.1961 | 77.6306 | 77.0033 | 76.5034 | 77.6776 | 78.2544 | 76.7038 |
| 01/19   | 28.2177                                 | 28.035  | 27.9296 | 28.0322 | 28.0807 | 27.9815 | 27.7739 | 28.0946 | 77.5992                                 | 78.3868 | 78.8551 | 78.4231 | 78.2044 | 78.7079 | 79.5794 | 78.246  |
| 01/20   | 27.6743                                 | 27.8005 | 27.4786 | 27.7    | 27.5298 | 27.7412 | 27.2988 | 27.7285 | 78.993                                  | 78.4806 | 79.9437 | 78.9351 | 79.7533 | 78.8457 | 80.8857 | 78.9499 |
| 01/21   | 27.3744                                 | 27.2968 | 27.1922 | 27.33   | 27.4166 | 27.243  | 27.1336 | 27.4667 | 78.9938                                 | 79.3969 | 79.8113 | 79.2881 | 78.9053 | 79.7013 | 80.1546 | 78.7833 |
| 01/22   | 27.9484                                 | 27.9209 | 27.7991 | 27.8381 | 28.0515 | 27.9217 | 27.7977 | 27.9835 | 77.7238                                 | 77.8726 | 78.371  | 78.2586 | 77.307  | 77.8906 | 78.4196 | 77.6329 |
| 01/23   | 27.6384                                 | 27.695  | 27.6095 | 27.6793 | 27.585  | 27.717  | 27.594  | 27.8063 | 79.9065                                 | 79.6755 | 80.0605 | 79.7683 | 80.2175 | 79.6581 | 80.2087 | 79.2612 |
| 01/24   | 26.8768                                 | 26.8628 | 26.8485 | 26.838  | 26.9145 | 26.8525 | 26.97   | 26.9168 | 81.0082                                 | 81.087  | 81.1797 | 81.2172 | 80.932  | 81.2206 | 80.7477 | 80.9655 |
| 01/25   | 26.4174                                 | 26.3209 | 26.2793 | 26.3748 | 26.4264 | 26.3076 | 26.2859 | 26.4098 | 81.4854                                 | 81.9018 | 82.0741 | 81.708  | 81.4899 | 82.0065 | 82.1481 | 81.5931 |
| 01/26   | 26.631                                  | 26.5189 | 26.5017 | 26.5891 | 26.5837 | 26.4351 | 26.5176 | 26.6475 | 83.1468                                 | 83.6535 | 83.7761 | 83.3495 | 83.4802 | 84.1916 | 83.9047 | 83.235  |
| 01/27   | 26.6803                                 | 26.4975 | 26.4772 | 26.6564 | 26.5379 | 26.376  | 26.3749 | 26.6337 | 83.0461                                 | 83.8428 | 83.9914 | 83.2378 | 83.8199 | 84.5866 | 84.6619 | 83.4626 |
| 01/28   | 26.3893                                 | 26.3316 | 26.2716 | 26.4347 | 26.431  | 26.3521 | 26.3048 | 26.5784 | 83.5931                                 | 83.9101 | 84.1967 | 83.4368 | 83.628  | 84.0513 | 84.3184 | 83.0289 |
| 01/29   | 27.2169                                 | 27.2299 | 27.0938 | 27.2103 | 27.1098 | 27.2815 | 27.0759 | 27.3568 | 80.248                                  | 80.1795 | 80.82   | 80.2872 | 80.7919 | 80.0252 | 80.9708 | 79.7054 |
| 01/30   | 28.4573                                 | 28.4081 | 28.2693 | 28.3281 | 28.3699 | 28.3613 | 28.2159 | 28.3896 | 77.6034                                 | 77.8273 | 78.3898 | 78.1577 | 78.0381 | 78.1034 | 78.6991 | 77.9871 |
| 01/31   | 28.2476                                 | 28.3223 | 28.0822 | 28.3249 | 28.1673 | 28.287  | 28.024  | 28.4054 | 78.2174                                 | 77.8957 | 78.9396 | 77.9173 | 78.6282 | 78.0787 | 79.2834 | 77.5864 |

| ETAPA 2 |                                         |         |         |         |         |         |         |         |                                         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------|-----------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| DATE    | Zone Mean Air Temperature [C°]-JANUARY- |         |         |         |         |         |         |         | Zone Air Relative Humidity [%]-JANUARY- |         |         |         |         |         |         |         |
|         | APTO 1                                  | APTO 2  | APTO 3  | APTO 4  | APTO 5  | APTO 6  | APTO 7  | APTO 8  | APTO 1                                  | APTO 2  | APTO 3  | APTO 4  | APTO 5  | APTO 6  | APTO 7  | APTO 8  |
| 01/01   | 25.8636                                 | 25.9    | 25.9458 | 26.0623 | 25.5649 | 25.6158 | 25.5994 | 25.9319 | 82.9726                                 | 82.7813 | 82.5268 | 82.06   | 84.4271 | 84.1788 | 84.1631 | 82.7339 |
| 01/02   | 26.0414                                 | 25.9537 | 26.1092 | 26.0679 | 25.8303 | 25.7661 | 25.9916 | 25.9052 | 80.0783                                 | 80.4703 | 79.7761 | 79.9664 | 81.0996 | 81.4042 | 80.3801 | 80.7809 |
| 01/03   | 27.6254                                 | 27.6283 | 27.5998 | 27.665  | 27.4106 | 27.4589 | 27.4845 | 27.6175 | 75.5798                                 | 75.5637 | 75.6566 | 75.4047 | 76.5192 | 76.3092 | 76.1927 | 75.6121 |
| 01/04   | 28.2646                                 | 28.3001 | 28.2333 | 28.424  | 27.9411 | 27.9853 | 27.9736 | 28.206  | 71.9858                                 | 71.8087 | 72.0563 | 71.3118 | 73.3506 | 73.1186 | 73.1354 | 72.1922 |
| 01/05   | 28.7781                                 | 28.8496 | 28.603  | 28.865  | 28.4626 | 28.6442 | 28.33   | 28.7583 | 70.1592                                 | 69.8306 | 70.8171 | 69.7602 | 71.4342 | 70.6213 | 71.9659 | 70.16   |
| 01/06   | 28.9567                                 | 29.0344 | 28.7715 | 29.0424 | 28.6948 | 28.8567 | 28.5224 | 28.9432 | 70.5688                                 | 70.2074 | 71.2665 | 70.1509 | 71.6362 | 70.8969 | 72.3097 | 70.4927 |
| 01/07   | 28.1467                                 | 28.0112 | 27.9227 | 28.1676 | 27.9263 | 27.8752 | 27.724  | 28.1209 | 77.4763                                 | 78.1443 | 78.5039 | 77.4115 | 78.4655 | 78.7645 | 79.4299 | 77.5951 |
| 01/08   | 27.9502                                 | 27.8722 | 27.7817 | 27.9531 | 27.864  | 27.7566 | 27.5899 | 28.0061 | 78.2699                                 | 78.6502 | 79.0177 | 78.2754 | 78.6741 | 79.1979 | 79.9268 | 78.0336 |
| 01/09   | 26.8746                                 | 26.8464 | 26.8816 | 26.9424 | 26.7544 | 26.7402 | 26.8975 | 26.9989 | 81.515                                  | 81.6193 | 81.4536 | 81.1854 | 82.1328 | 82.1775 | 81.4513 | 80.9791 |
| 01/10   | 26.7624                                 | 26.7737 | 26.7329 | 26.6918 | 26.6941 | 26.777  | 26.7456 | 26.7813 | 80.9684                                 | 80.9423 | 81.1046 | 81.3015 | 81.3419 | 80.9924 | 81.1195 | 80.9736 |
| 01/11   | 27.3601                                 | 27.2629 | 27.2176 | 27.326  | 27.2419 | 27.1568 | 27.0943 | 27.3629 | 80.0691                                 | 80.4917 | 80.6806 | 80.2113 | 80.6673 | 81.0043 | 81.2871 | 80.1009 |
| 01/12   | 28.409                                  | 28.2157 | 28.161  | 28.2856 | 28.3321 | 28.1049 | 27.9675 | 28.2568 | 75.9429                                 | 76.7579 | 76.963  | 76.4391 | 76.2865 | 77.2524 | 77.8553 | 76.5663 |
| 01/13   | 27.8756                                 | 27.7418 | 27.7611 | 27.8569 | 27.8558 | 27.6946 | 27.7197 | 27.8638 | 78.4658                                 | 79.1052 | 78.9954 | 78.5678 | 78.6224 | 79.3955 | 79.258  | 78.602  |
| 01/14   | 26.867                                  | 26.7558 | 26.8675 | 26.9033 | 26.8181 | 26.6952 | 26.9064 | 26.8715 | 81.0692                                 | 81.5924 | 81.0379 | 80.8905 | 81.3465 | 81.9353 | 80.9135 | 81.0703 |
| 01/15   | 27.6522                                 | 27.6012 | 27.6    | 27.5948 | 27.6444 | 27.6814 | 27.6578 | 27.7721 | 80.3465                                 | 80.5725 | 80.5632 | 80.566  | 80.4101 | 80.2376 | 80.3436 | 79.7838 |
| 01/16   | 28.1648                                 | 28.0558 | 27.992  | 28.0736 | 28.1906 | 28.0356 | 27.9368 | 28.1633 | 78.9686                                 | 79.4586 | 79.7274 | 79.3761 | 78.8956 | 79.5849 | 80.012  | 79.0368 |
| 01/17   | 28.0075                                 | 27.8994 | 27.8171 | 28.0134 | 27.7575 | 27.7817 | 27.5871 | 27.9935 | 77.5543                                 | 78.0594 | 78.3953 | 77.5614 | 78.6805 | 78.6179 | 79.4699 | 77.6741 |
| 01/18   | 27.9848                                 | 27.8529 | 27.7748 | 27.9193 | 27.9452 | 27.7574 | 27.636  | 27.9595 | 78.5498                                 | 79.1523 | 79.485  | 78.8619 | 78.7697 | 79.6149 | 80.1438 | 78.7426 |
| 01/19   | 27.7445                                 | 27.6336 | 27.5509 | 27.6515 | 27.6135 | 27.6034 | 27.4187 | 27.7295 | 79.6288                                 | 80.129  | 80.5017 | 80.     |         |         |         |         |

| ETAPA 1           |         |         |         |         |         |         |         |         |  | ETAPA 2           |         |         |         |         |         |         |         |  |  |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|--|
| IC [C°]- JANUARY- |         |         |         |         |         |         |         |         |  | IC [C°]- JANUARY- |         |         |         |         |         |         |         |  |  |
| DATE              | APTO 1  | APTO 2  | APTO 3  | APTO 4  | APTO 5  | APTO 6  | APTO 7  | APTO 8  |  | APTO 1            | APTO 2  | APTO 3  | APTO 4  | APTO 5  | APTO 6  | APTO 7  | APTO 8  |  |  |
| 01/01             | 25.9075 | 25.9907 | 26.0973 | 26.3482 | 25.2983 | 25.4275 | 25.5046 | 26.2037 |  | 24.9496           | 25.0307 | 25.1323 | 25.3836 | 24.2739 | 24.3911 | 24.3581 | 25.0979 |  |  |
| 01/02             | 26.145  | 25.8919 | 26.2827 | 26.2142 | 25.7328 | 25.4996 | 26.1573 | 25.9194 |  | 25.3806           | 25.2011 | 25.5182 | 25.4346 | 24.9431 | 24.8077 | 25.2771 | 25.0985 |  |  |
| 01/03             | 29.1786 | 29.1542 | 29.054  | 29.2116 | 28.7971 | 28.8722 | 28.9398 | 29.1581 |  | 28.5108           | 28.5159 | 28.4612 | 28.5835 | 28.1105 | 28.2013 | 28.249  | 28.4961 |  |  |
| 01/04             | 30.2784 | 30.3545 | 30.1311 | 30.5568 | 29.7231 | 29.8232 | 29.7447 | 30.2898 |  | 29.5694           | 29.6266 | 29.5103 | 29.8371 | 29.0121 | 29.0855 | 29.0624 | 29.4658 |  |  |
| 01/05             | 31.2733 | 31.364  | 30.8215 | 31.3415 | 30.7694 | 31.0692 | 30.3943 | 31.2582 |  | 30.4587           | 30.571  | 30.1626 | 30.5951 | 29.932  | 30.228  | 29.7056 | 30.4166 |  |  |
| 01/06             | 31.742  | 31.8575 | 31.2617 | 31.8159 | 31.2981 | 31.5818 | 30.8137 | 31.7094 |  | 30.8989           | 31.0217 | 30.5806 | 31.0318 | 30.4575 | 30.7214 | 30.1575 | 30.8591 |  |  |
| 01/07             | 31.026  | 30.6671 | 30.4128 | 30.9898 | 30.619  | 30.381  | 29.994  | 30.9367 |  | 29.8486           | 29.5892 | 29.4104 | 29.892  | 29.4155 | 29.3196 | 29.0126 | 29.7987 |  |  |
| 01/08             | 30.4434 | 30.2903 | 30.0219 | 30.4451 | 30.3525 | 30.1021 | 29.7007 | 30.5686 |  | 29.4551           | 29.3024 | 29.1176 | 29.4625 | 29.2852 | 29.0722 | 28.7294 | 29.5666 |  |  |
| 01/09             | 28.2391 | 28.1116 | 28.1473 | 28.3344 | 28.0338 | 27.9321 | 28.1828 | 28.4751 |  | 27.1437           | 27.0824 | 27.1579 | 27.2877 | 26.8857 | 26.8543 | 27.1939 | 27.4092 |  |  |
| 01/10             | 27.8798 | 27.9209 | 27.7457 | 27.6573 | 27.7451 | 27.913  | 27.7555 | 27.8065 |  | 26.879            | 26.9035 | 26.8168 | 26.7298 | 26.7354 | 26.9118 | 26.8451 | 26.921  |  |  |
| 01/11             | 29.0507 | 28.7447 | 28.6226 | 28.8754 | 28.8153 | 28.5752 | 28.4284 | 28.9988 |  | 28.198            | 27.9949 | 27.8991 | 28.1266 | 27.955  | 27.7731 | 27.6401 | 28.2064 |  |  |
| 01/12             | 31.0891 | 30.6954 | 30.5034 | 30.7777 | 31.0485 | 30.4491 | 30.1749 | 30.8261 |  | 30.3091           | 29.9395 | 29.8312 | 30.0715 | 30.1649 | 29.727  | 29.4589 | 30.0168 |  |  |
| 01/13             | 30.2282 | 29.898  | 29.9208 | 30.1736 | 30.1874 | 29.7517 | 29.8012 | 30.2216 |  | 29.2949           | 29.0296 | 29.0669 | 29.2592 | 29.2612 | 28.9399 | 28.9891 | 29.2785 |  |  |
| 01/14             | 28.1342 | 27.8501 | 28.0572 | 28.245  | 28.0254 | 27.7138 | 28.1507 | 28.2615 |  | 27.1142           | 26.8776 | 27.1144 | 27.1906 | 27.0117 | 26.7482 | 27.198  | 27.1242 |  |  |
| 01/15             | 29.8079 | 29.6378 | 29.5918 | 29.5895 | 29.833  | 29.7943 | 29.7621 | 29.9124 |  | 28.9094           | 28.8022 | 28.7986 | 28.7862 | 28.8951 | 28.9719 | 28.9227 | 29.1563 |  |  |
| 01/16             | 30.9406 | 30.6798 | 30.4774 | 30.6789 | 31.0064 | 30.6343 | 30.3623 | 30.8692 |  | 30.0445           | 29.8231 | 29.6904 | 29.8592 | 30.101  | 29.7853 | 29.5799 | 30.0478 |  |  |
| 01/17             | 30.4957 | 30.1546 | 29.9482 | 30.3956 | 30.013  | 29.9004 | 29.4799 | 30.3944 |  | 29.5258           | 29.3162 | 29.1508 | 29.5403 | 29.0334 | 29.0854 | 28.6911 | 29.5038 |  |  |
| 01/18             | 30.5388 | 30.2187 | 30.009  | 30.3168 | 30.5485 | 30.0214 | 29.7381 | 30.4961 |  | 29.5634           | 29.2992 | 29.1388 | 29.4337 | 29.488  | 29.1071 | 28.8553 | 29.52   |  |  |
| 01/19             | 30.0315 | 29.6692 | 29.4579 | 29.6657 | 29.7618 | 29.57   | 29.1442 | 29.7994 |  | 29.0773           | 28.8485 | 28.6759 | 28.8858 | 28.8076 | 28.7893 | 28.3993 | 29.0525 |  |  |
| 01/20             | 28.8618 | 29.1186 | 28.4674 | 28.9179 | 28.5755 | 29.008  | 28.0994 | 28.9862 |  | 27.8671           | 28.1256 | 27.5829 | 28.005  | 27.577  | 27.9637 | 27.2159 | 27.9991 |  |  |
| 01/21             | 28.1703 | 28.0165 | 27.7999 | 28.086  | 28.261  | 27.9098 | 27.6827 | 28.3676 |  | 27.2895           | 27.1167 | 26.9798 | 27.2324 | 27.4109 | 27.0441 | 26.9128 | 27.4758 |  |  |
| 01/22             | 29.4021 | 29.3506 | 29.1065 | 29.1888 | 29.6063 | 29.354  | 29.1072 | 29.4765 |  | 28.5417           | 28.4705 | 28.3175 | 28.3848 | 28.7762 | 28.4647 | 28.2319 | 28.722  |  |  |
| 01/23             | 28.8438 | 28.962  | 28.7858 | 28.9315 | 28.738  | 29.0136 | 28.7589 | 29.1961 |  | 27.8939           | 28.0309 | 27.9034 | 28.0451 | 27.83   | 28.061  | 27.7974 | 28.2694 |  |  |
| 01/24             | 27.1345 | 27.1053 | 27.0755 | 27.053  | 27.2169 | 27.0858 | 27.3358 | 27.223  |  | 26.1097           | 26.0688 | 26.0864 | 26.0509 | 26.1994 | 26.0165 | 26.3059 | 26.2343 |  |  |
| 01/25             | 26.1356 | 25.9288 | 25.8391 | 26.0445 | 26.1548 | 25.8999 | 25.8526 | 26.1194 |  | 25.5084           | 25.3626 | 25.2686 | 25.4478 | 25.397  | 25.1838 | 25.1941 | 25.4365 |  |  |
| 01/26             | 26.6212 | 26.3687 | 26.3298 | 26.5273 | 26.5161 | 26.1781 | 26.3674 | 26.6604 |  | 25.6768           | 25.4541 | 25.4757 | 25.628  | 25.464  | 25.2116 | 25.3571 | 25.6902 |  |  |
| 01/27             | 26.7331 | 26.3207 | 26.2745 | 26.6809 | 26.4138 | 26.0416 | 26.0389 | 26.6316 |  | 25.7432           | 25.4518 | 25.4228 | 25.7559 | 25.3685 | 25.1802 | 25.1512 | 25.6445 |  |  |
| 01/28             | 26.0738 | 25.9426 | 25.8054 | 26.1762 | 26.1679 | 25.9884 | 25.8796 | 26.4995 |  | 25.0644           | 24.9815 | 24.8632 | 25.1881 | 25.1505 | 24.9482 | 24.8296 | 25.4947 |  |  |
| 01/29             | 27.8769 | 27.9034 | 27.62   | 27.8635 | 27.6553 | 28.014  | 27.5849 | 28.17   |  | 27.0647           | 27.1978 | 26.97   | 27.1723 | 26.8659 | 27.1984 | 26.687  | 27.3893 |  |  |
| 01/30             | 30.6188 | 30.523  | 30.2422 | 30.3623 | 30.4526 | 30.4385 | 30.1431 | 30.4956 |  | 29.7627           | 29.6948 | 29.5175 | 29.6125 | 29.5093 | 29.5821 | 29.3851 | 29.7252 |  |  |
| 01/31             | 30.17   | 30.3186 | 29.8376 | 30.3274 | 30.0155 | 30.252  | 29.7275 | 30.4884 |  | 29.1848           | 29.3187 | 28.9519 | 29.3627 | 29.0722 | 29.2205 | 28.8747 | 29.496  |  |  |

| ETAPA 3 |                                         |         |         |         |         |         |         |         |                                         |         |         |         |         |         |         |         |  |
|---------|-----------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| DATE    | Zone Mean Air Temperature [C°]-JANUARY- |         |         |         |         |         |         |         | Zone Air Relative Humidity [%]-JANUARY- |         |         |         |         |         |         |         |  |
|         | APTO 1                                  | APTO 2  | APTO 3  | APTO 4  | APTO 5  | APTO 6  | APTO 7  | APTO 8  | APTO 1                                  | APTO 2  | APTO 3  | APTO 4  | APTO 5  | APTO 6  | APTO 7  | APTO 8  |  |
| 01/01   | 25.7792                                 | 25.8459 | 25.8947 | 25.9838 | 25.4911 | 25.5723 | 25.562  | 25.8468 | 83.2627                                 | 82.9219 | 82.6298 | 82.2802 | 84.6852 | 84.2802 | 84.2362 | 82.9843 |  |
| 01/02   | 25.9912                                 | 25.9256 | 26.0799 | 26.0129 | 25.7907 | 25.7469 | 25.9708 | 25.8531 | 80.1637                                 | 80.4714 | 79.7343 | 80.0586 | 81.146  | 81.3623 | 80.2788 | 80.8636 |  |
| 01/03   | 27.5542                                 | 27.5841 | 27.5584 | 27.6072 | 27.3484 | 27.4231 | 27.4477 | 27.5545 | 75.7746                                 | 75.6209 | 75.6821 | 75.4883 | 76.6907 | 76.3239 | 76.1785 | 75.695  |  |
| 01/04   | 28.1949                                 | 28.2472 | 28.2057 | 28.3694 | 27.8803 | 27.9409 | 27.9486 | 28.1369 | 72.1952                                 | 71.9286 | 72.0645 | 71.4067 | 73.5448 | 73.2222 | 73.1432 | 72.36   |  |
| 01/05   | 28.6776                                 | 28.7609 | 28.5742 | 28.7932 | 28.3806 | 28.5756 | 28.3045 | 28.6751 | 70.4494                                 | 70.0526 | 70.8297 | 69.9019 | 71.6727 | 70.7614 | 71.9805 | 70.3392 |  |
| 01/06   | 28.8485                                 | 28.9447 | 28.7415 | 28.9705 | 28.6092 | 28.787  | 28.5004 | 28.8631 | 70.8915                                 | 70.4449 | 71.2907 | 70.3063 | 71.8825 | 71.0539 | 72.3034 | 70.6735 |  |
| 01/07   | 28.0535                                 | 27.9476 | 27.8926 | 28.1197 | 27.8507 | 27.8229 | 27.7005 | 28.0591 | 77.776                                  | 78.3042 | 78.5197 | 77.489  | 78.688  | 78.8636 | 79.4117 | 77.7202 |  |
| 01/08   | 27.8746                                 | 27.8001 | 27.7495 | 27.9    | 27.7968 | 27.6992 | 27.5665 | 27.9458 | 78.5041                                 | 78.8577 | 79.0513 | 78.3789 | 78.8598 | 79.3355 | 79.9244 | 78.1539 |  |
| 01/09   | 26.797                                  | 26.7973 | 26.8517 | 26.9073 | 26.6901 | 26.7016 | 26.8744 | 26.9515 | 81.7484                                 | 81.7251 | 81.4564 | 81.2046 | 82.2782 | 82.201  | 81.3674 | 81.0119 |  |
| 01/10   | 26.6954                                 | 26.6922 | 26.7032 | 26.6585 | 26.6426 | 26.7199 | 26.7271 | 26.7459 | 81.1413                                 | 81.158  | 81.0877 | 81.2964 | 81.4123 | 81.0561 | 80.9944 | 80.9206 |  |
| 01/11   | 27.2888                                 | 27.2117 | 27.1924 | 27.2802 | 27.1876 | 27.1187 | 27.0764 | 27.3072 | 80.2516                                 | 80.577  | 80.6433 | 80.2526 | 80.7416 | 80.9949 | 81.1851 | 80.1264 |  |
| 01/12   | 28.3132                                 | 28.1224 | 28.1235 | 28.205  | 28.2476 | 28.0445 | 27.9395 | 28.17   | 76.2154                                 | 77.0125 | 77.002  | 76.6279 | 76.4919 | 77.3242 | 77.8336 | 76.7363 |  |
| 01/13   | 27.7907                                 | 27.6751 | 27.7262 | 27.8038 | 27.7868 | 27.6484 | 27.6984 | 27.8073 | 78.7412                                 | 79.2918 | 79.0311 | 78.6822 | 78.7816 | 79.4481 | 79.1827 | 78.6855 |  |
| 01/14   | 26.7944                                 | 26.6846 | 26.8393 | 26.8338 | 26.7609 | 26.6452 | 26.8867 | 26.8    | 81.2497                                 | 81.7736 | 80.9987 | 81.0168 | 81.4368 | 82.0056 | 80.801  | 81.2055 |  |
| 01/15   | 27.5707                                 | 27.5295 | 27.5649 | 27.5435 | 27.5788 | 27.6302 | 27.6305 | 27.7183 | 80.5958                                 | 80.7683 | 80.595  | 80.6553 | 80.572  | 80.3129 | 80.3051 | 79.8478 |  |
| 01/16   | 28.0663                                 | 27.983  | 27.963  | 28.0079 | 28.1137 | 27.9859 | 27.9214 | 28.0961 | 79.2732                                 | 79.6421 | 79.7164 | 79.5184 | 79.0532 | 79.6171 | 79.8848 | 79.1295 |  |
| 01/17   | 27.9164                                 | 27.8184 | 27.7848 | 27.9469 | 27.6884 | 27.7273 | 27.5646 | 27.9262 | 77.8513                                 | 78.2875 | 78.4347 | 77.7143 | 78.8834 | 78.7101 | 79.4609 | 77.8018 |  |
| 01/18   | 27.8809                                 | 27.7998 | 27.7426 | 27.8772 | 27.8512 | 27.7168 | 27.6067 | 27.9064 | 78.892                                  | 79.263  | 79.5079 | 78.9177 | 79.0369 | 79.6272 | 80.126  | 78.8032 |  |
| 01/19   | 27.6505                                 | 27.5721 | 27.5245 | 27.6233 | 27.5428 | 27.5597 | 27.4035 | 27.7    | 79.9312                                 | 80.2657 | 80.4923 | 80.0419 | 80.4012 | 80.3154 | 81.0474 | 79.707  |  |
| 01/20   | 27.1222                                 | 27.2399 | 27.0343 | 27.2236 | 27.003  | 27.1755 | 26.8717 | 27.2114 | 81.3716                                 | 80.8047 | 81.8191 | 80.8914 | 81.9952 | 81.1667 | 82.6572 | 81.0232 |  |
| 01/21   | 26.8994                                 | 26.7999 | 26.7839 | 26.8878 | 26.972  | 26.788  | 26.7646 | 26.9968 | 80.8887                                 | 81.3821 | 81.4183 | 80.9699 | 80.55   | 81.422  | 81.4999 | 80.4465 |  |
| 01/22   | 27.4447                                 | 27.4044 | 27.3808 | 27.4065 | 27.5692 | 27.4204 | 27.3437 | 27.5655 | 79.7688                                 | 79.9513 | 80.0527 | 79.939  | 79.1682 | 79.8765 | 80.2167 | 79.19   |  |
| 01/23   | 27.1112                                 | 27.1817 | 27.1592 | 27.2197 | 27.0994 | 27.2107 | 27.1132 | 27.3127 | 82.1555                                 | 81.8206 | 81.9175 | 81.6382 | 82.2464 | 81.7077 | 82.1549 | 81.2232 |  |
| 01/24   | 26.3426                                 | 26.3233 | 26.3536 | 26.3555 | 26.4006 | 26.3182 | 26.465  | 26.4336 | 83.2951                                 | 83.3949 | 83.2514 | 83.2395 | 83.0739 | 83.4716 | 82.7696 | 82.9211 |  |
| 01/25   | 26.0504                                 | 26.0223 | 26.0145 | 26.0656 | 26.0169 | 25.977  | 25.9784 | 26.0614 | 83.0024                                 | 83.135  | 83.1517 | 82.9484 | 83.2132 | 83.4052 | 83.3974 | 83.0198 |  |
| 01/26   | 26.152                                  | 26.0612 | 26.105  | 26.1697 | 26.0731 | 25.9795 | 26.0657 | 26.1918 | 85.1509                                 | 85.5829 | 85.3753 | 85.0387 | 85.5948 | 86.0776 | 85.6536 | 85.0149 |  |
| 01/27   | 26.1672                                 | 26.0819 | 26.0848 | 26.2068 | 26.0287 | 25.9845 | 25.9713 | 26.1603 | 85.1951                                 | 85.5845 | 85.5942 | 85.0187 | 85.9299 | 86.1542 | 86.2189 | 85.3097 |  |
| 01/28   | 25.9076                                 | 25.8875 | 25.8455 | 25.984  | 25.9411 | 25.8274 | 25.7867 | 26.0827 | 85.548                                  | 85.662  | 85.869  | 85.1962 | 85.4963 | 86.0163 | 86.2256 | 84.828  |  |
| 01/29   | 26.7938                                 | 26.8661 | 26.7691 | 26.8475 | 26.7026 | 26.8627 | 26.6642 | 26.9423 | 81.9846                                 | 81.6135 | 82.0775 | 81.6788 | 82.4291 | 81.6278 | 82.5988 | 81.2313 |  |
| 01/30   | 27.953                                  | 27.9257 | 27.8881 | 27.9114 | 27.8334 | 27.8805 | 27.8302 | 27.9593 | 79.6459                                 | 79.7672 | 79.8965 | 79.7925 | 80.1878 | 79.9789 | 80.1567 | 79.5936 |  |
| 01/31   | 27.6929                                 | 27.7578 | 27.6167 | 27.7978 | 27.6553 | 27.7276 | 27.5907 | 27.8533 | 80.5794                                 | 80.2583 | 80.9008 | 80.0832 | 80.7638 | 80.3914 | 81.0513 | 79.8052 |  |

| ETAPA 3           |         |         |         |         |         |         |         |         |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| IC [C°]- JANUARY- |         |         |         |         |         |         |         |         |
| DATE              | APTO 1  | APTO 2  | APTO 3  | APTO 4  | APTO 5  | APTO 6  | APTO 7  | APTO 8  |
| 01/01             | 24.7659 | 24.9148 | 25.0241 | 25.2168 | 24.1087 | 24.2967 | 24.2778 | 24.9147 |
| 01/02             | 25.2812 | 25.1464 | 25.4619 | 25.3256 | 24.8645 | 24.772  | 25.2391 | 24.9946 |
| 01/03             | 28.3718 | 28.4254 | 28.3746 | 28.4657 | 27.9876 | 28.1261 | 28.17   | 28.3672 |
| 01/04             | 29.4428 | 29.5271 | 29.4531 | 29.7319 | 28.9002 | 29.001  | 29.0107 | 29.3365 |
| 01/05             | 30.279  | 30.409  | 30.1028 | 30.4595 | 29.783  | 30.0981 | 29.653  | 30.2608 |
| 01/06             | 30.7027 | 30.8562 | 30.5179 | 30.8945 | 30.2987 | 30.5884 | 30.1086 | 30.707  |
| 01/07             | 29.6555 | 29.4521 | 29.3398 | 29.7854 | 29.2546 | 29.2031 | 28.9551 | 29.6636 |
| 01/08             | 29.2957 | 29.1483 | 29.0437 | 29.3454 | 29.1407 | 28.9464 | 28.6738 | 29.4343 |
| 01/09             | 26.9738 | 26.9738 | 27.0901 | 27.2087 | 26.7426 | 26.7673 | 27.1391 | 27.3028 |
| 01/10             | 26.7348 | 26.7281 | 26.7512 | 26.6563 | 26.6232 | 26.7873 | 26.8019 | 26.8419 |
| 01/11             | 28.0426 | 27.8805 | 27.8391 | 28.0229 | 27.8325 | 27.6845 | 27.5946 | 28.0785 |
| 01/12             | 30.1126 | 29.7449 | 29.7466 | 29.9009 | 29.9873 | 29.5914 | 29.3909 | 29.8296 |
| 01/13             | 29.1165 | 28.8859 | 28.9869 | 29.1429 | 29.1107 | 28.8341 | 28.9328 | 29.1514 |
| 01/14             | 26.9563 | 26.7217 | 27.0504 | 27.0386 | 26.8857 | 26.6374 | 27.1507 | 26.9677 |
| 01/15             | 28.73   | 28.6424 | 28.7159 | 28.6686 | 28.748  | 28.8536 | 28.8539 | 29.0312 |
| 01/16             | 29.831  | 29.6603 | 29.6177 | 29.7103 | 29.9264 | 29.6651 | 29.5301 | 29.8904 |
| 01/17             | 29.3383 | 29.1451 | 29.0781 | 29.3977 | 28.8867 | 28.9648 | 28.6375 | 29.3569 |
| 01/18             | 29.3442 | 29.1807 | 29.0631 | 29.3374 | 29.2851 | 29.0105 | 28.7837 | 29.3976 |
| 01/19             | 28.8746 | 28.7105 | 28.6119 | 28.8173 | 28.6495 | 28.6842 | 28.3569 | 28.9765 |
| 01/20             | 27.7087 | 27.9572 | 27.5213 | 27.9234 | 27.4548 | 27.824  | 27.1689 | 27.9012 |
| 01/21             | 27.1816 | 26.9716 | 26.9367 | 27.158  | 27.3337 | 26.9459 | 26.8952 | 27.3858 |
| 01/22             | 28.3772 | 28.2944 | 28.2453 | 28.2985 | 28.6285 | 28.327  | 28.1681 | 28.6213 |
| 01/23             | 27.7161 | 27.8687 | 27.8197 | 27.9505 | 27.6918 | 27.9325 | 27.7208 | 28.1503 |
| 01/24             | 25.9699 | 25.9266 | 25.9946 | 25.9989 | 26.0994 | 25.915  | 26.2422 | 26.1727 |
| 01/25             | 25.3393 | 25.2784 | 25.26   | 25.3728 | 25.2638 | 25.1744 | 25.1776 | 25.3623 |
| 01/26             | 25.5224 | 25.3074 | 25.4114 | 25.5646 | 25.3343 | 25.109  | 25.3162 | 25.6153 |
| 01/27             | 25.5564 | 25.3545 | 25.361  | 25.6494 | 25.2253 | 25.1183 | 25.0863 | 25.539  |
| 01/28             | 24.9624 | 24.9138 | 24.8131 | 25.1429 | 25.0386 | 24.7674 | 24.6686 | 25.372  |
| 01/29             | 26.972  | 27.1271 | 26.918  | 27.0865 | 26.7737 | 27.1198 | 26.689  | 27.289  |
| 01/30             | 29.5866 | 29.5302 | 29.449  | 29.4973 | 29.3394 | 29.4377 | 29.3291 | 29.5973 |
| 01/31             | 29.026  | 29.1598 | 28.8635 | 29.2433 | 28.9479 | 29.0964 | 28.8105 | 29.3557 |

| ETAPA 1 |                                           |          |          |          |          |          |          |          |                                           |          |          |          |          |          |          |          |
|---------|-------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| DATE    | Zone Mean Air Temperature [C°]-SEPTEMBER- |          |          |          |          |          |          |          | Zone Air Relative Humidity [%]-SEPTEMBER- |          |          |          |          |          |          |          |
|         | APTO 1                                    | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   | APTO 1                                    | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| 09/01   | 29.01896                                  | 28.99959 | 28.92373 | 29.11465 | 28.82246 | 28.92282 | 28.70906 | 29.13699 | 70.08515                                  | 70.18194 | 70.48561 | 69.71413 | 70.83771 | 70.54034 | 71.33859 | 69.66457 |
| 09/02   | 29.15719                                  | 29.1233  | 29.0334  | 29.19136 | 29.04175 | 28.925   | 28.77188 | 29.18994 | 69.42164                                  | 69.52267 | 69.94942 | 69.27935 | 69.86274 | 70.26924 | 70.97216 | 69.23359 |
| 09/03   | 29.09944                                  | 29.10311 | 28.99468 | 29.14443 | 28.99169 | 28.99594 | 28.84908 | 29.18327 | 70.44376                                  | 70.38159 | 70.84427 | 70.31166 | 70.84548 | 70.78266 | 71.42249 | 70.10034 |
| 09/04   | 29.52865                                  | 29.46957 | 29.37985 | 29.42295 | 29.41698 | 29.39018 | 29.23097 | 29.4891  | 68.28684                                  | 68.47776 | 68.82725 | 68.68857 | 68.69149 | 68.75807 | 69.37904 | 68.41335 |
| 09/05   | 29.48318                                  | 29.47363 | 29.43526 | 29.43119 | 29.39407 | 29.43539 | 29.36383 | 29.5424  | 69.03937                                  | 69.05817 | 69.19009 | 69.2095  | 69.35364 | 69.19799 | 69.45095 | 68.77576 |
| 09/06   | 29.22316                                  | 29.30436 | 29.21029 | 29.17772 | 29.11699 | 29.23905 | 29.07741 | 29.24201 | 72.67963                                  | 72.37572 | 72.72447 | 72.85103 | 73.12891 | 72.62844 | 73.2672  | 72.60722 |
| 09/07   | 29.17525                                  | 29.13177 | 28.95562 | 29.27958 | 29.08081 | 28.9163  | 28.65278 | 29.31505 | 71.2119                                   | 71.40537 | 72.08502 | 70.89931 | 71.56843 | 72.25067 | 73.30384 | 70.72863 |
| 09/08   | 29.01561                                  | 28.87196 | 28.76081 | 28.97675 | 28.78575 | 28.57842 | 28.3717  | 28.89858 | 71.16147                                  | 71.70924 | 72.16683 | 71.33068 | 72.08051 | 72.90869 | 73.74943 | 71.63522 |
| 09/09   | 28.76142                                  | 28.84517 | 28.69458 | 28.80147 | 28.56948 | 28.72116 | 28.40377 | 28.85766 | 70.76666                                  | 70.41728 | 71.01253 | 70.57125 | 71.53042 | 70.89648 | 72.18834 | 70.33804 |
| 09/10   | 28.28242                                  | 28.24367 | 28.13125 | 28.19216 | 28.10677 | 28.11993 | 27.86905 | 28.17484 | 71.39454                                  | 71.57379 | 71.96995 | 71.79701 | 72.10171 | 72.07161 | 73.04373 | 71.85015 |
| 09/11   | 27.91333                                  | 27.91619 | 27.82909 | 27.87476 | 27.79996 | 27.76413 | 27.56167 | 27.92045 | 72.48354                                  | 72.48363 | 72.83596 | 72.60935 | 72.97943 | 73.13595 | 73.9881  | 72.44355 |
| 09/12   | 28.29536                                  | 28.23962 | 28.15695 | 28.22324 | 28.09433 | 27.94498 | 27.84854 | 28.15195 | 74.25555                                  | 74.44063 | 74.72214 | 74.52189 | 75.09021 | 75.70103 | 76.03229 | 74.8581  |
| 09/13   | 29.46134                                  | 29.58989 | 29.33817 | 29.44274 | 29.22992 | 29.45044 | 29.07471 | 29.44867 | 67.35088                                  | 66.87323 | 67.80507 | 67.42109 | 68.23704 | 67.36705 | 68.86496 | 67.36657 |
| 09/14   | 29.77504                                  | 29.83213 | 29.65754 | 29.81902 | 29.64317 | 29.70506 | 29.41187 | 29.8575  | 68.12384                                  | 67.8989  | 68.55473 | 67.95974 | 68.65412 | 68.36665 | 69.50382 | 67.80418 |
| 09/15   | 29.60703                                  | 29.62936 | 29.34798 | 29.7608  | 29.36126 | 29.40056 | 28.98487 | 29.74768 | 67.17577                                  | 67.08836 | 68.15947 | 66.60104 | 68.12122 | 67.92957 | 69.6315  | 66.60331 |
| 09/16   | 29.21674                                  | 29.19334 | 28.95075 | 29.23665 | 29.09077 | 28.94951 | 28.63653 | 29.17572 | 71.28122                                  | 71.3657  | 72.35401 | 71.22495 | 71.79011 | 72.34809 | 73.66267 | 71.44914 |
| 09/17   | 28.69548                                  | 28.73834 | 28.57457 | 28.67626 | 28.47192 | 28.71176 | 28.32475 | 28.77169 | 72.94225                                  | 72.79305 | 73.42162 | 73.04557 | 73.85774 | 72.92362 | 74.47104 | 72.67487 |
| 09/18   | 28.50195                                  | 28.46924 | 28.40391 | 28.42578 | 28.34433 | 28.3739  | 28.14173 | 28.44949 | 72.94518                                  | 73.04322 | 73.30189 | 73.2331  | 73.59962 | 73.45434 | 74.3765  | 73.17507 |
| 09/19   | 28.52193                                  | 28.57812 | 28.46315 | 28.52003 | 28.40205 | 28.52205 | 28.21008 | 28.62828 | 72.70759                                  | 72.50481 | 72.94641 | 72.74826 | 73.21542 | 72.74743 | 73.97743 | 73.32903 |
| 09/20   | 28.93083                                  | 28.94592 | 28.76287 | 28.99896 | 28.83784 | 28.8367  | 28.61028 | 29.07629 | 71.40076                                  | 71.31621 | 72.05588 | 71.14659 | 71.77331 | 71.73978 | 72.70627 | 70.80862 |
| 09/21   | 28.7244                                   | 28.7406  | 28.54051 | 28.75601 | 28.51523 | 28.50505 | 28.22716 | 28.76533 | 70.64461                                  | 70.58172 | 71.37007 | 70.52032 | 71.46107 | 71.51243 | 72.6335  | 70.47925 |
| 09/22   | 29.0096                                   | 29.16421 | 28.94525 | 29.00203 | 28.8443  | 29.16603 | 28.76031 | 29.12459 | 69.54829                                  | 68.96126 | 69.80521 | 69.58949 | 70.20884 | 68.93524 | 70.56102 | 69.10127 |
| 09/23   | 29.30154                                  | 29.39315 | 29.12609 | 29.42913 | 29.06408 | 29.20969 | 28.80373 | 29.41746 | 69.63051                                  | 69.29789 | 70.26924 | 69.18399 | 70.55589 | 69.98084 | 71.59892 | 69.16543 |
| 09/24   | 28.69261                                  | 29.02654 | 28.5374  | 29.02163 | 28.39098 | 28.78985 | 28.16625 | 28.99694 | 70.29501                                  | 69.05794 | 70.90771 | 69.06842 | 71.50254 | 69.95547 | 72.42183 | 69.15124 |
| 09/25   | 29.10949                                  | 29.25141 | 28.92823 | 29.20235 | 28.79856 | 29.14789 | 28.54855 | 29.24012 | 67.34687                                  | 66.74182 | 67.98339 | 66.92645 | 68.57988 | 67.11553 | 69.5101  | 66.76878 |
| 09/26   | 29.76063                                  | 29.70418 | 29.48749 | 29.80217 | 29.53346 | 29.43582 | 29.1118  | 29.73474 | 64.54961                                  | 64.71271 | 65.53357 | 64.37001 | 65.37446 | 65.67965 | 66.9864  | 64.56152 |
| 09/27   | 29.36096                                  | 29.30023 | 29.05668 | 29.37444 | 29.19881 | 29.10855 | 28.73382 | 29.32992 | 65.42383                                  | 65.56538 | 66.45705 | 65.32145 | 66.00426 | 66.22444 | 67.68479 | 65.41241 |
| 09/28   | 29.08335                                  | 29.05064 | 28.89489 | 29.04561 | 29.01062 | 28.92222 | 28.69209 | 29.04461 | 68.83483                                  | 68.90777 | 69.48603 | 68.95763 | 69.06021 | 69.34862 | 70.23664 | 68.89223 |
| 09/29   | 28.94355                                  | 28.90378 | 28.77741 | 28.87904 | 28.83129 | 28.74637 | 28.54354 | 28.8766  | 70.53204                                  | 70.70917 | 71.12883 | 70.86755 | 70.97753 | 71.34596 | 72.05312 | 70.88854 |
| 09/30   | 29.32603                                  | 29.24738 | 29.09965 | 29.24431 | 29.25279 | 29.16164 | 29.01439 | 29.27686 | 68.56365                                  | 68.84497 | 69.37482 | 68.88821 | 68.79336 | 69.12354 | 69.70782 | 68.70337 |

| ETAPA 2 |                                           |          |          |          |          |          |          |          |                                           |          |          |          |          |          |          |          |
|---------|-------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| DATE    | Zone Mean Air Temperature [C°]-SEPTEMBER- |          |          |          |          |          |          |          | Zone Air Relative Humidity [%]-SEPTEMBER- |          |          |          |          |          |          |          |
|         | APTO 1                                    | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   | APTO 1                                    | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| 09/01   | 28.50461                                  | 28.50715 | 28.42395 | 28.60315 | 28.28185 | 28.43935 | 28.17802 | 28.60098 | 72.04194                                  | 72.0403  | 72.39764 | 71.62213 | 72.9498  | 72.34217 | 73.42515 | 71.64457 |
| 09/02   | 28.68112                                  | 28.63177 | 28.54482 | 28.70908 | 28.52306 | 28.40505 | 28.25226 | 28.61781 | 71.28652                                  | 71.46366 | 71.87149 | 71.14301 | 71.91418 | 72.3838  | 73.09553 | 71.47774 |
| 09/03   | 28.65667                                  | 28.66026 | 28.55747 | 28.69836 | 28.53882 | 28.52593 | 28.3592  | 28.69146 | 72.24201                                  | 72.19556 | 72.63556 | 72.06642 | 72.68996 | 72.71656 | 73.46437 | 72.03844 |
| 09/04   | 29.0716                                   | 29.03238 | 28.94408 | 29.02023 | 28.8923  | 28.90977 | 28.75011 | 29.03495 | 70.08067                                  | 70.20751 | 70.55405 | 70.24445 | 70.78508 | 70.6641  | 71.33013 | 70.15044 |
| 09/05   | 29.00551                                  | 29.0081  | 28.97368 | 29.00322 | 28.88679 | 28.95339 | 28.88517 | 29.06993 | 70.93356                                  | 70.91085 | 71.03689 | 70.90021 | 71.38149 | 71.1084  | 71.36245 | 70.60764 |
| 09/06   | 28.7202                                   | 28.78413 | 28.71204 | 28.71595 | 28.58504 | 28.69183 | 28.5571  | 28.73283 | 74.78698                                  | 74.52465 | 74.81626 | 74.7749  | 75.37302 | 74.89765 | 75.47505 | 74.70052 |
| 09/07   | 28.71252                                  | 28.64959 | 28.50552 | 28.80038 | 28.58646 | 28.3942  | 28.18129 | 28.73646 | 73.05704                                  | 73.33917 | 73.92585 | 72.74784 | 73.55784 | 74.40411 | 75.31289 | 72.98645 |
| 09/08   | 28.50899                                  | 28.3965  | 28.28742 | 28.51234 | 28.2408  | 28.09164 | 27.93131 | 28.3657  | 73.16817                                  | 73.62671 | 74.09225 | 73.14418 | 74.30663 | 74.92423 | 75.62844 | 73.75047 |
| 09/09   | 28.27174                                  | 28.34069 | 28.20377 | 28.33844 | 28.04394 | 28.15862 | 27.87277 | 28.32517 | 72.75277                                  | 72.44455 | 73.02264 | 72.42781 | 73.70892 | 73.19534 | 74.45006 | 72.45968 |
| 09/10   | 27.7383                                   | 27.70117 | 27.60143 | 27.68008 | 27.49337 | 27.55966 | 27.33636 | 27.60723 | 73.65918                                  | 73.82333 | 74.21549 | 73.90097 | 74.7094  | 74.41722 | 75.36478 | 74.19669 |
| 09/11   | 27.43387                                  | 27.41908 | 27.33949 | 27.42195 | 27.273   | 27.22938 | 27.0539  | 27.38975 | 74.52259                                  | 74.56941 | 74.93176 | 74.51281 | 75.24333 | 75.41783 | 76.21622 | 74.67549 |
| 09/12   | 27.92439                                  | 27.8568  | 27.78842 | 27.881   | 27.65169 | 27.55147 | 27.46756 | 27.74947 | 75.77631                                  | 76.05448 | 76.29446 | 75.92825 | 76.96256 | 77.41295 | 77.7387  | 76.52224 |
| 09/13   | 29.0841                                   | 29.19048 | 28.98095 | 29.10721 | 28.83144 | 28.97621 | 28.6845  | 29.03059 | 68.87763                                  | 68.43924 | 69.26721 | 68.72849 | 69.89182 | 69.26219 | 70.51536 | 68.9923  |
| 09/14   | 29.33552                                  | 29.37936 | 29.23027 | 29.39849 | 29.18833 | 29.19386 | 28.96061 | 29.35845 | 69.79838                                  | 69.61475 | 70.2074  | 69.52592 | 70.41867 | 70.34202 | 71.31069 | 69.67082 |
| 09/15   | 29.12391                                  | 29.13698 | 28.90488 | 29.27118 | 28.84009 | 28.86095 | 28.56466 | 29.12928 | 69.04758                                  | 68.97753 | 69.93633 | 68.43462 | 70.19795 | 70.0687  | 71.37893 | 68.96676 |
| 09/16   | 28.71117                                  | 28.66663 | 28.47762 | 28.73559 | 28.538   | 28.39533 | 28.16464 | 28.55401 | 73.33016                                  | 73.5088  | 74.32168 | 73.22042 | 74.07165 | 74.67059 | 75.70093 | 73.97356 |
| 09/17   | 28.18461                                  | 28.24739 | 28.09835 | 28.22295 | 27.92459 | 28.19222 | 27.82242 | 28.2863  | 75.07455                                  | 74.81486 | 75.43016 | 74.89822 | 76.20609 | 75.06036 | 76.6547  | 74.64149 |
| 09/18   | 28.02094                                  | 27.99871 | 27.92934 | 27.98695 | 27.82224 | 27.88083 | 27.64462 | 27.98193 | 74.92668                                  | 74.99106 | 75.28188 | 75.04211 | 75.79224 | 75.50294 | 76.52933 | 75.08379 |
| 09/19   | 28.07324                                  | 28.12641 | 28.01054 | 28.11147 | 27.92245 | 28.01003 | 27.7367  | 28.15564 | 74.54809                                  | 74.32846 | 74.80831 | 74.37555 | 75.22662 | 74.83685 | 76.01289 | 74.20339 |
| 09/20   | 28.49238                                  | 28.49225 | 28.34898 | 28.5673  | 28.38738 | 28.3487  | 28.18819 | 28.58197 | 73.19792                                  | 73.18149 | 73.78085 | 72.87914 | 73.63149 | 73.77028 | 74.48984 | 72.7816  |
| 09/21   | 28.22229                                  | 28.23135 | 28.05788 | 28.28344 | 27.96248 | 27.93105 | 27.72029 | 28.18609 | 72.64543                                  | 72.612   | 73.322   | 72.37949 | 73.72729 | 73.87252 | 74.7757  | 72.77528 |
| 09/22   | 28.54065                                  | 28.6773  | 28.49623 | 28.58638 | 28.34799 | 28.64918 | 28.27716 | 28.67292 | 71.52721                                  | 70.95585 | 71.7067  | 71.29713 | 72.33537 | 71.03341 | 72.64394 | 70.91    |
| 09/23   | 28.88736                                  | 28.95257 | 28.74252 | 29.02065 | 28.61969 | 28.72732 | 28.42697 | 28.89641 | 71.2972                                   | 71.02607 | 71.87205 | 72.73853 | 72.39389 | 71.93418 | 73.23218 | 71.19317 |
| 09/24   | 28.20373                                  | 28.45574 | 28.07674 | 28.49449 | 27.90333 | 28.13628 | 27.73307 | 28.31856 | 72.25449                                  | 71.24682 | 72.77427 | 71.08169 | 73.54235 | 72.55249 | 74.2501  | 71.79433 |
| 09/25   | 28.6755                                   | 28.812   | 28.5325  | 28.80581 | 28.36553 | 28.66925 | 28.18461 | 28.79549 | 69.08122                                  | 68.44543 | 69.6103  | 68.44947 | 70.36173 | 68.9884  | 71.07237 | 68.46436 |
| 09/26   | 29.30756                                  | 29.27155 | 29.09293 | 29.37701 | 29.05253 | 28.94717 | 28.73434 | 29.19891 | 66.30013                                  | 66.39675 | 67.13771 | 65.98375 | 67.28359 | 67.66576 | 68.59765 | 66.6303  |
| 09/27   | 28.82717                                  | 28.79698 | 28.59434 | 28.87045 | 28.63622 | 28.58393 | 28.28794 | 28.77152 | 67.44607                                  | 67.49109 | 68.29924 | 67.21096 | 68.16678 | 68.27563 | 69.52649 | 67.51923 |
| 09/28   | 28.57611                                  | 28.55741 | 28.42829 | 28.5733  | 28.47799 | 28.40701 | 28.23298 | 28.54393 | 70.82899                                  | 70.86648 | 71.37395 | 70.81165 | 71.1604  | 71.41224 | 72.13092 | 70.84667 |
| 09/29   | 28.44872                                  | 28.39539 | 28.30939 | 28.40894 | 28.29083 | 28.21132 | 28.076   | 28.34331 | 72.49844                                  | 72.73512 | 73.02882 | 72.70052 | 73.14871 | 73.51066 | 74.0009  | 72.97765 |
| 09/30   | 28.88452                                  | 28.81865 | 28.7113  | 28.84188 | 28.80589 | 28.74581 | 28.63868 | 28.83534 | 70.33662                                  | 70.58627 | 70.98777 | 70.49231 | 70.58323 | 70.80927 | 71.26115 | 70.44644 |

| ETAPA 1             |          |          |          |          |          |          |          |          | ETAPA 2             |          |          |          |          |          |          |          |  |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|
| IC [C°]- SEPTEMBER- |          |          |          |          |          |          |          |          | IC [C°]- SEPTEMBER- |          |          |          |          |          |          |          |  |
| DATE                | APTO 1   | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   | APTO 1              | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |  |
| 09/01               | 32.78464 | 32.76017 | 32.64968 | 32.92485 | 32.49144 | 32.65767 | 32.3316  | 32.96452 | 32.00489            | 32.01013 | 31.88752 | 32.14919 | 31.66641 | 31.91202 | 31.51393 | 32.14826 |  |
| 09/02               | 32.9623  | 32.90733 | 32.79096 | 33.00981 | 32.79301 | 32.61297 | 32.40477 | 32.99786 | 32.26168            | 32.18462 | 32.0641  | 32.29776 | 32.02392 | 31.84431 | 31.62474 | 32.15667 |  |
| 09/03               | 33.03087 | 33.02713 | 32.87307 | 33.10599 | 32.86663 | 32.86432 | 32.65536 | 33.15169 | 32.37277            | 32.3727  | 32.21978 | 32.43487 | 32.18756 | 32.16345 | 31.91656 | 32.41464 |  |
| 09/04               | 33.55528 | 33.46364 | 33.33598 | 33.40339 | 33.39074 | 33.34489 | 33.11643 | 33.49369 | 32.89971            | 32.83709 | 32.70696 | 32.81723 | 32.63522 | 32.65162 | 32.42005 | 32.83204 |  |
| 09/05               | 33.61045 | 33.59284 | 33.53384 | 33.5287  | 33.47486 | 33.53578 | 33.42678 | 33.68854 | 32.91409            | 32.9156  | 32.86229 | 32.90267 | 32.73197 | 32.83027 | 32.72487 | 32.99632 |  |
| 09/06               | 33.76331 | 33.89438 | 33.74177 | 33.68986 | 33.60112 | 33.79074 | 33.53432 | 33.79342 | 32.97377            | 33.07758 | 32.95971 | 32.96143 | 32.75768 | 32.92646 | 32.70919 | 32.98795 |  |
| 09/07               | 33.35302 | 33.29148 | 33.01889 | 33.53014 | 33.2065  | 32.96008 | 32.54941 | 33.57699 | 32.64197            | 32.54836 | 32.32113 | 32.7869  | 32.44254 | 32.14743 | 31.80808 | 32.68401 |  |
| 09/08               | 32.97993 | 32.75891 | 32.59216 | 32.92435 | 32.63268 | 32.31284 | 31.99012 | 32.80514 | 32.20135            | 32.02565 | 31.85668 | 32.2048  | 31.78624 | 31.54772 | 31.29293 | 31.9769  |  |
| 09/09               | 32.34599 | 32.46596 | 32.24382 | 32.3985  | 32.06085 | 32.28134 | 31.8104  | 32.47891 | 31.6143             | 31.71497 | 31.5091  | 31.7075  | 31.26659 | 31.4379  | 31.00283 | 31.68395 |  |
| 09/10               | 31.43062 | 31.37686 | 31.20139 | 31.30271 | 31.16952 | 31.19252 | 30.80732 | 31.27448 | 30.61711            | 30.56112 | 30.40368 | 30.52729 | 30.23947 | 30.34174 | 29.9901  | 30.41334 |  |
| 09/11               | 30.82397 | 30.82985 | 30.69818 | 30.76184 | 30.65719 | 30.604   | 30.29546 | 30.83319 | 30.09695            | 30.07215 | 29.95021 | 30.07171 | 29.8483  | 29.77791 | 29.5009  | 30.02436 |  |
| 09/12               | 31.90022 | 31.80444 | 31.66295 | 31.7804  | 31.57838 | 31.33362 | 31.165   | 31.67237 | 31.29834            | 31.18643 | 31.06688 | 31.2229  | 30.8503  | 30.68386 | 30.5368  | 31.0106  |  |
| 09/13               | 33.21628 | 33.39642 | 33.04136 | 33.1903  | 32.89261 | 33.19605 | 32.6783  | 33.19214 | 32.70079            | 32.84659 | 32.55145 | 32.72251 | 32.34335 | 32.54038 | 32.13724 | 32.60738 |  |
| 09/14               | 34.07424 | 34.15405 | 33.90165 | 34.13781 | 33.89053 | 33.9686  | 33.54587 | 34.19056 | 33.43367            | 33.49523 | 33.27837 | 33.52019 | 33.2256  | 33.22295 | 32.88427 | 33.45947 |  |
| 09/15               | 33.49635 | 33.52682 | 33.13244 | 33.71075 | 33.1537  | 33.20087 | 32.62643 | 33.68255 | 32.81849            | 32.83352 | 32.50902 | 33.01986 | 32.41597 | 32.43797 | 32.02532 | 32.81484 |  |
| 09/16               | 33.46252 | 33.42542 | 33.05875 | 33.49718 | 33.27278 | 33.05478 | 32.57539 | 33.40142 | 32.68779            | 32.61735 | 32.32428 | 32.72416 | 32.42024 | 32.19387 | 31.82997 | 32.44011 |  |
| 09/17               | 32.58273 | 32.65355 | 32.39203 | 32.55735 | 32.23332 | 32.61644 | 32.00072 | 32.70813 | 31.77886            | 31.88036 | 31.63816 | 31.83817 | 31.35942 | 31.79387 | 31.19164 | 31.94097 |  |
| 09/18               | 32.14841 | 32.09203 | 31.98945 | 32.02675 | 31.90521 | 31.94753 | 31.57709 | 32.06989 | 31.39141            | 31.35164 | 31.23997 | 31.33302 | 31.0742  | 31.16381 | 30.77979 | 31.3279  |  |
| 09/19               | 32.1531  | 32.24346 | 32.0626  | 32.15569 | 31.97134 | 32.16001 | 31.66744 | 32.32471 | 31.45159            | 31.53614 | 31.35148 | 31.51028 | 31.21709 | 31.35447 | 30.91554 | 31.58178 |  |
| 09/20               | 32.83416 | 32.85229 | 32.57695 | 32.93961 | 32.69402 | 32.68537 | 32.34947 | 33.04911 | 32.1692             | 32.16616 | 31.94449 | 32.28293 | 32.00606 | 31.94217 | 31.69724 | 32.29908 |  |
| 09/21               | 32.24485 | 32.26885 | 31.97197 | 32.29139 | 31.93268 | 31.91924 | 31.50068 | 32.3043  | 31.49208            | 31.50639 | 31.24108 | 31.58222 | 31.0953  | 31.04853 | 30.72085 | 31.43434 |  |
| 09/22               | 32.66462 | 32.88944 | 32.5725  | 32.65584 | 32.42699 | 32.88843 | 32.30773 | 32.83011 | 31.99814            | 32.19677 | 31.93194 | 32.05846 | 31.71359 | 32.14935 | 31.60927 | 32.17952 |  |
| 09/23               | 33.32332 | 33.46138 | 33.05677 | 33.5188  | 32.97336 | 33.18733 | 32.58632 | 33.48878 | 32.71779            | 32.81312 | 32.49884 | 32.91109 | 32.31677 | 32.47601 | 32.02925 | 32.71888 |  |
| 09/24               | 32.1171  | 32.61078 | 31.88967 | 32.60219 | 31.67486 | 32.26571 | 31.34012 | 32.56452 | 31.39438            | 31.77141 | 31.20279 | 31.82696 | 30.94515 | 31.2961  | 30.68098 | 31.5671  |  |
| 09/25               | 32.47196 | 32.65391 | 32.21142 | 32.58677 | 32.04731 | 32.50903 | 31.68738 | 32.63556 | 31.87815            | 32.05206 | 31.6705  | 32.04003 | 31.44571 | 31.85    | 31.1817  | 32.02137 |  |
| 09/26               | 33.27892 | 33.19515 | 32.91062 | 33.32813 | 32.97436 | 32.83243 | 32.41109 | 33.22763 | 32.68672            | 32.6307  | 32.39974 | 32.76974 | 32.34303 | 32.1947  | 31.9185  | 32.52475 |  |
| 09/27               | 32.63027 | 32.53371 | 32.20419 | 32.63828 | 32.4095  | 32.26718 | 31.76632 | 32.56521 | 31.91358            | 31.86058 | 31.58708 | 31.96072 | 31.64956 | 31.56259 | 31.16472 | 31.81433 |  |
| 09/28               | 32.69122 | 32.63469 | 32.40696 | 32.63313 | 32.57713 | 32.44069 | 32.1061  | 32.61894 | 31.9589             | 31.92535 | 31.73352 | 31.95008 | 31.80469 | 31.69455 | 31.43762 | 31.89354 |  |
| 09/29               | 32.70173 | 32.64664 | 32.44447 | 32.621   | 32.53578 | 32.41463 | 32.0915  | 32.61943 | 31.95772            | 31.87946 | 31.73846 | 31.90349 | 31.71669 | 31.5991  | 31.37782 | 31.80434 |  |
| 09/30               | 33.1647  | 33.04808 | 32.82765 | 33.0498  | 33.04982 | 32.91488 | 32.70449 | 33.08477 | 32.53704            | 32.43842 | 32.27574 | 32.47219 | 32.41019 | 32.31959 | 32.16526 | 32.44983 |  |

| ETAPA 3 |                                           |          |          |          |          |          |          |          |                                           |          |          |          |          |          |          |          |
|---------|-------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| DATE    | Zone Mean Air Temperature [C°]-SEPTEMBER- |          |          |          |          |          |          |          | Zone Air Relative Humidity [%]-SEPTEMBER- |          |          |          |          |          |          |          |
|         | APTO 1                                    | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   | APTO 1                                    | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| 09/01   | 28.43589                                  | 28.41886 | 28.33361 | 28.5526  | 28.22827 | 28.37395 | 28.10099 | 28.53982 | 72.22836                                  | 72.29351 | 72.6708  | 71.71789 | 73.07937 | 72.49275 | 73.65401 | 71.76857 |
| 09/02   | 28.6357                                   | 28.56043 | 28.465   | 28.67847 | 28.487   | 28.35452 | 28.18324 | 28.56601 | 71.34589                                  | 71.63074 | 72.07764 | 71.1244  | 71.9309  | 72.47206 | 73.27862 | 71.54122 |
| 09/03   | 28.61156                                  | 28.60736 | 28.48925 | 28.66426 | 28.50563 | 28.487   | 28.29952 | 28.63844 | 72.34586                                  | 72.32789 | 72.82636 | 72.09702 | 72.73799 | 72.78603 | 73.62831 | 72.13676 |
| 09/04   | 29.01549                                  | 28.96308 | 28.85143 | 28.99984 | 28.84748 | 28.85939 | 28.67472 | 28.99511 | 70.2008                                   | 70.35639 | 70.79451 | 70.20866 | 70.86278 | 70.72974 | 71.5118  | 70.16435 |
| 09/05   | 28.94879                                  | 28.93737 | 28.90146 | 28.9842  | 28.8454  | 28.90068 | 28.8264  | 29.03052 | 71.05821                                  | 71.08378 | 71.21404 | 70.8651  | 71.4328  | 71.19421 | 71.46922 | 70.62843 |
| 09/06   | 28.66016                                  | 28.68791 | 28.63442 | 28.69302 | 28.53699 | 28.61966 | 28.49521 | 28.69143 | 74.94772                                  | 74.81302 | 75.04489 | 74.76241 | 75.48    | 75.07974 | 75.639   | 74.74681 |
| 09/07   | 28.67095                                  | 28.58891 | 28.44611 | 28.76873 | 28.553   | 28.34659 | 28.13413 | 28.68167 | 73.12601                                  | 73.49722 | 74.0846  | 72.75979 | 73.57724 | 74.51081 | 75.44263 | 73.07547 |
| 09/08   | 28.45413                                  | 28.32405 | 28.22135 | 28.49083 | 28.19239 | 28.03632 | 27.87831 | 28.32435 | 73.30965                                  | 73.83655 | 74.29277 | 73.12889 | 74.43376 | 75.07785 | 75.79918 | 73.8128  |
| 09/09   | 28.22315                                  | 28.26742 | 28.13867 | 28.31277 | 28.0045  | 28.10005 | 27.81782 | 28.27976 | 72.83742                                  | 72.60721 | 73.17353 | 72.3868  | 73.76244 | 73.30052 | 74.58837 | 72.48179 |
| 09/10   | 27.68349                                  | 27.60169 | 27.53164 | 27.65478 | 27.44704 | 27.48167 | 27.28411 | 27.56437 | 73.7842                                   | 74.10777 | 74.40386 | 73.87839 | 74.81202 | 74.6224  | 75.49532 | 74.2481  |
| 09/11   | 27.38376                                  | 27.32473 | 27.26795 | 27.40107 | 27.22798 | 27.16043 | 26.99653 | 27.34702 | 74.61341                                  | 74.8113  | 75.11142 | 74.45309 | 75.31517 | 75.55203 | 76.35376 | 74.69386 |
| 09/12   | 27.89376                                  | 27.81309 | 27.73751 | 27.86229 | 27.62702 | 27.51768 | 27.42585 | 27.71511 | 75.78097                                  | 76.13346 | 76.40019 | 75.86224 | 76.95956 | 77.4699  | 77.83702 | 76.50865 |
| 09/13   | 29.04582                                  | 29.1177  | 28.90606 | 29.08219 | 28.80169 | 28.92056 | 28.62266 | 28.98635 | 68.93047                                  | 68.59411 | 69.44007 | 68.69414 | 69.91803 | 69.35842 | 70.66549 | 69.01891 |
| 09/14   | 29.28211                                  | 29.29586 | 29.16528 | 29.37358 | 29.14829 | 29.13068 | 28.90617 | 29.30774 | 69.9197                                   | 69.84422 | 70.38359 | 69.52115 | 70.48666 | 70.49662 | 71.46352 | 69.7586  |
| 09/15   | 29.07651                                  | 29.06786 | 28.85134 | 29.23948 | 28.79832 | 28.80628 | 28.51922 | 29.07012 | 69.15704                                  | 69.15341 | 70.08094 | 68.45581 | 70.29797 | 70.19965 | 71.50982 | 69.09774 |
| 09/16   | 28.65044                                  | 28.59265 | 28.40858 | 28.69762 | 28.48921 | 28.34172 | 28.11044 | 28.49563 | 73.48115                                  | 73.70814 | 74.52048 | 73.25289 | 74.18653 | 74.80968 | 75.8688  | 74.10499 |
| 09/17   | 28.12127                                  | 28.16338 | 28.03624 | 28.19208 | 27.87367 | 28.12522 | 27.77425 | 28.23934 | 75.25214                                  | 75.05605 | 75.60078 | 74.91254 | 76.34454 | 75.22198 | 76.78101 | 74.70826 |
| 09/18   | 27.9693                                   | 27.92886 | 27.86927 | 27.96531 | 27.77994 | 27.83214 | 27.596   | 27.94779 | 75.03655                                  | 75.15665 | 75.43121 | 75.00002 | 75.86322 | 75.56314 | 76.64706 | 75.06047 |
| 09/19   | 28.01481                                  | 28.04431 | 27.95048 | 28.08746 | 27.87598 | 27.94651 | 27.68727 | 28.11187 | 74.6808                                   | 74.53448 | 74.95455 | 74.33678 | 75.31982 | 74.96617 | 76.14722 | 74.22498 |
| 09/20   | 28.44514                                  | 28.42632 | 28.29199 | 28.53563 | 28.35234 | 28.29911 | 28.14198 | 28.51981 | 73.28596                                  | 73.3388  | 73.90652 | 72.87651 | 73.65    | 73.84714 | 74.56063 | 72.87779 |
| 09/21   | 28.16324                                  | 28.17235 | 27.99414 | 28.25493 | 27.91011 | 27.88206 | 27.66477 | 28.13236 | 72.78136                                  | 72.7473  | 73.48606 | 72.37337 | 73.84613 | 73.98447 | 74.93096 | 72.86847 |
| 09/22   | 28.49213                                  | 28.59655 | 28.44351 | 28.56507 | 28.30928 | 28.58817 | 28.23514 | 28.63649 | 71.61485                                  | 71.13705 | 71.80134 | 71.24714 | 72.38474 | 71.11446 | 72.70774 | 70.88535 |
| 09/23   | 28.83064                                  | 28.87179 | 28.69281 | 28.98039 | 28.577   | 28.66355 | 28.38505 | 28.8389  | 71.41062                                  | 71.22154 | 71.98305 | 70.7475  | 72.46896 | 72.077   | 73.33513 | 71.27125 |
| 09/24   | 28.14946                                  | 28.34949 | 28.02381 | 28.45737 | 27.83785 | 28.04049 | 27.67073 | 28.24358 | 72.41362                                  | 71.57578 | 72.93637 | 71.12484 | 73.75667 | 72.85963 | 74.46022 | 72.06622 |
| 09/25   | 28.6198                                   | 28.72152 | 28.47915 | 28.77479 | 28.31982 | 28.5987  | 28.14382 | 28.74788 | 69.21033                                  | 68.66136 | 69.72995 | 68.43958 | 70.47334 | 69.12082 | 71.16941 | 68.48976 |
| 09/26   | 29.23152                                  | 29.19866 | 29.04686 | 29.34653 | 28.99456 | 28.89316 | 28.70068 | 29.14808 | 66.47764                                  | 66.55809 | 67.22874 | 65.97653 | 67.40606 | 67.78328 | 68.66666 | 66.70433 |
| 09/27   | 28.75052                                  | 28.73895 | 28.55153 | 28.848   | 28.57094 | 28.54066 | 28.25562 | 28.72889 | 67.63212                                  | 67.60208 | 68.37513 | 67.17902 | 68.30883 | 68.33051 | 69.57396 | 67.55127 |
| 09/28   | 28.50413                                  | 28.49479 | 28.37645 | 28.56058 | 28.42222 | 28.35886 | 28.19531 | 28.51646 | 71.00176                                  | 70.99901 | 71.47457 | 70.74031 | 71.25608 | 71.47769 | 72.16986 | 70.81052 |
| 09/29   | 28.39243                                  | 28.30295 | 28.26084 | 28.38295 | 28.24627 | 28.14106 | 28.03759 | 28.30171 | 72.62677                                  | 73.00176 | 73.13194 | 72.69316 | 73.24339 | 73.68405 | 74.06385 | 73.01594 |
| 09/30   | 28.82661                                  | 28.74436 | 28.64565 | 28.81707 | 27.86261 | 28.6985  | 28.58782 | 28.96391 | 70.43326                                  | 70.70248 | 71.11646 | 70.44432 | 70.60368 | 70.8403  | 71.31075 | 70.43215 |

| ETAPA 3             |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| IC [C°]- SEPTEMBER- |          |          |          |          |          |          |          |          |
| DATE                | APTO 1   | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| 09/01               | 31.88616 | 31.85976 | 31.73507 | 32.05548 | 31.57042 | 31.79431 | 31.38135 | 32.03621 |
| 09/02               | 32.17317 | 32.05796 | 31.92483 | 32.22811 | 31.94855 | 31.74907 | 31.50327 | 32.05516 |
| 09/03               | 32.29052 | 32.27813 | 32.10053 | 32.3645  | 32.1221  | 32.08889 | 31.81062 | 32.31418 |
| 09/04               | 32.79863 | 32.7123  | 32.54712 | 32.76568 | 32.55075 | 32.55293 | 32.28647 | 32.74706 |
| 09/05               | 32.81067 | 32.78994 | 32.73395 | 32.85359 | 32.64904 | 32.72857 | 32.61338 | 32.9123  |
| 09/06               | 32.86017 | 32.90166 | 32.81649 | 32.90457 | 32.66221 | 32.78769 | 32.5907  | 32.89796 |
| 09/07               | 32.55948 | 32.43762 | 32.21264 | 32.71676 | 32.36976 | 32.0566  | 31.72095 | 32.57494 |
| 09/08               | 32.10235 | 31.89785 | 31.74077 | 32.15423 | 31.69801 | 31.44735 | 31.19907 | 31.89474 |
| 09/09               | 31.52283 | 31.58275 | 31.39194 | 31.64605 | 31.18973 | 31.32789 | 30.90388 | 31.59002 |
| 09/10               | 30.51989 | 30.39133 | 30.28269 | 30.47251 | 30.15611 | 30.20555 | 29.89707 | 30.3315  |
| 09/11               | 30.0055  | 29.90762 | 29.8245  | 30.02298 | 29.76471 | 29.65225 | 29.39789 | 29.94005 |
| 09/12               | 31.23085 | 31.10001 | 30.96799 | 31.17223 | 30.79519 | 30.61581 | 30.45597 | 30.93257 |
| 09/13               | 32.62858 | 32.71983 | 32.42259 | 32.66259 | 32.28441 | 32.43889 | 32.03073 | 32.51785 |
| 09/14               | 33.33773 | 33.35352 | 33.1668  | 33.46302 | 33.14874 | 33.11109 | 32.79046 | 33.36302 |
| 09/15               | 32.73658 | 32.71724 | 32.41945 | 32.95536 | 32.34365 | 32.3435  | 31.94921 | 32.71174 |
| 09/16               | 32.57532 | 32.48274 | 32.19941 | 32.64289 | 32.328   | 32.09395 | 31.73168 | 32.3289  |
| 09/17               | 31.66306 | 31.72814 | 31.52356 | 31.77076 | 31.26422 | 31.66743 | 31.10041 | 31.84552 |
| 09/18               | 31.29337 | 31.22141 | 31.12858 | 31.27943 | 30.9907  | 31.06505 | 30.68786 | 31.2495  |
| 09/19               | 31.34258 | 31.38612 | 31.24051 | 31.45185 | 31.12804 | 31.23345 | 30.8247  | 31.48887 |
| 09/20               | 32.07843 | 32.04521 | 31.83763 | 32.21182 | 31.93104 | 31.84412 | 31.60529 | 32.17686 |
| 09/21               | 31.38661 | 31.40096 | 31.12893 | 31.52056 | 31.00055 | 30.95985 | 30.62295 | 31.33384 |
| 09/22               | 31.90818 | 32.05362 | 31.834   | 32.00437 | 31.63825 | 32.03189 | 31.52893 | 32.0971  |
| 09/23               | 32.61223 | 32.66934 | 32.40796 | 32.82312 | 32.23489 | 32.35946 | 31.95304 | 32.60538 |
| 09/24               | 31.30361 | 31.59868 | 31.11459 | 31.75543 | 30.83646 | 31.13877 | 30.57703 | 31.44126 |
| 09/25               | 31.78498 | 31.90289 | 31.58031 | 31.97473 | 31.36917 | 31.72735 | 31.11259 | 31.92815 |
| 09/26               | 32.56346 | 32.51089 | 32.32156 | 32.70559 | 32.24601 | 32.10469 | 31.8612  | 32.43412 |
| 09/27               | 31.79102 | 31.76297 | 31.51378 | 31.91035 | 31.54197 | 31.4852  | 31.10762 | 31.73461 |
| 09/28               | 31.83447 | 31.81429 | 31.63981 | 31.9114  | 31.70219 | 31.60324 | 31.36416 | 31.82965 |
| 09/29               | 31.8557  | 31.72023 | 31.64891 | 31.84566 | 31.62646 | 31.47242 | 31.3037  | 31.71973 |
| 09/30               | 32.42841 | 32.30485 | 32.15581 | 32.40986 | 32.32013 | 32.22272 | 32.06381 | 32.36302 |

Período Diário, por hora.

| ETAPA 1  |                                             |          |          |          |          |          |          |          |                                             |          |          |          |          |          |          |          |
|----------|---------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| TIME     | Zone Mean Air Temperature [C°]-FEBRUARY 12- |          |          |          |          |          |          |          | Zone Air Relative Humidity [%]-FEBRUARY 12- |          |          |          |          |          |          |          |
|          | APTO 1                                      | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   | APTO 1                                      | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| 1:00:00  | 25.13582                                    | 25.14465 | 25.13686 | 25.14576 | 25.27028 | 25.27402 | 25.10846 | 25.34947 | 94.80214                                    | 94.85017 | 94.85683 | 94.84254 | 95.35457 | 95.53283 | 95.29707 | 95.56376 |
| 2:00:00  | 24.64533                                    | 24.65549 | 24.65038 | 24.66005 | 24.87049 | 24.7727  | 24.51277 | 25.00594 | 90.53108                                    | 90.51874 | 90.52445 | 90.49472 | 90.12969 | 90.32323 | 91.02411 | 89.92222 |
| 3:00:00  | 24.50152                                    | 24.50919 | 24.51477 | 24.51618 | 24.75263 | 24.85433 | 24.51106 | 24.9173  | 90.84127                                    | 90.83078 | 90.80344 | 90.78548 | 90.33892 | 90.07682 | 90.89184 | 90.04629 |
| 4:00:00  | 24.32168                                    | 24.34965 | 24.36484 | 24.36461 | 24.36082 | 24.68779 | 24.3283  | 24.75152 | 90.93915                                    | 90.86329 | 90.7963  | 90.78269 | 91.04674 | 90.37992 | 91.0272  | 90.1038  |
| 5:00:00  | 24.36544                                    | 24.37372 | 24.39452 | 24.39472 | 24.57504 | 24.69726 | 24.71598 | 24.79577 | 90.38919                                    | 90.38377 | 90.29622 | 90.28028 | 89.67201 | 89.53179 | 89.30729 | 89.29967 |
| 6:00:00  | 24.25747                                    | 24.32975 | 24.50955 | 24.46118 | 24.14101 | 24.23315 | 24.7059  | 24.58175 | 90.39197                                    | 90.08615 | 89.35002 | 89.53524 | 91.24021 | 90.83717 | 89.07099 | 89.46794 |
| 7:00:00  | 24.26329                                    | 24.39838 | 24.53343 | 24.50123 | 24.03375 | 24.29385 | 24.42105 | 24.56646 | 89.91339                                    | 89.34785 | 88.80948 | 88.9188  | 91.04677 | 89.87863 | 89.31114 | 88.67855 |
| 8:00:00  | 24.57682                                    | 24.63268 | 24.6849  | 24.66831 | 24.54765 | 24.82206 | 24.99154 | 25.00699 | 88.70358                                    | 88.46321 | 88.22652 | 88.29405 | 88.97156 | 87.82869 | 87.10208 | 87.02272 |
| 9:00:00  | 24.83225                                    | 24.9318  | 24.98875 | 24.97012 | 24.55329 | 24.7092  | 24.7491  | 24.88457 | 89.01154                                    | 88.47952 | 88.19004 | 88.28222 | 90.56363 | 89.74188 | 89.59931 | 88.88651 |
| 10:00:00 | 25.02976                                    | 25.13368 | 25.17673 | 25.20723 | 24.74948 | 24.87682 | 24.87343 | 24.99034 | 89.58357                                    | 89.11161 | 88.91602 | 88.80436 | 91.05311 | 90.4465  | 89.56949 | 89.91564 |
| 11:00:00 | 25.2325                                     | 25.41118 | 25.24712 | 25.44683 | 24.97512 | 25.13341 | 24.97402 | 25.1944  | 89.25333                                    | 88.14489 | 89.18403 | 87.94256 | 90.69027 | 89.75408 | 90.70394 | 89.40927 |
| 12:00:00 | 25.72735                                    | 25.79087 | 25.65829 | 25.78123 | 25.53114 | 25.53165 | 25.4483  | 25.53622 | 88.75252                                    | 88.3343  | 89.14723 | 88.34377 | 89.84521 | 89.83983 | 90.29974 | 89.81093 |
| 13:00:00 | 24.80245                                    | 25.01253 | 24.90059 | 25.08616 | 24.51018 | 24.75248 | 24.58879 | 24.86474 | 89.35685                                    | 88.77711 | 89.04414 | 88.61119 | 90.72528 | 89.9624  | 90.41287 | 89.62862 |
| 14:00:00 | 24.11649                                    | 24.25627 | 24.22652 | 24.35261 | 23.82963 | 23.96507 | 23.92733 | 24.07354 | 89.7114                                     | 88.93328 | 89.11195 | 88.3946  | 91.29077 | 90.5266  | 90.73869 | 89.91607 |
| 15:00:00 | 24.53746                                    | 24.96507 | 24.51955 | 25.03563 | 24.25527 | 24.67405 | 24.23775 | 24.78029 | 88.00866                                    | 86.09796 | 88.10186 | 85.80806 | 89.46247 | 87.47609 | 89.55383 | 87.00774 |
| 16:00:00 | 24.76346                                    | 25.16343 | 24.78316 | 25.2634  | 24.46564 | 24.85745 | 24.48006 | 24.98942 | 86.70571                                    | 84.7561  | 86.60685 | 84.30499 | 88.25243 | 86.25446 | 88.17817 | 85.61721 |
| 17:00:00 | 25.32614                                    | 25.56773 | 25.39002 | 25.6131  | 25.01485 | 25.56717 | 25.00929 | 25.749   | 84.87985                                    | 83.69001 | 84.56408 | 83.47204 | 86.45638 | 83.7368  | 86.4801  | 82.86238 |
| 18:00:00 | 25.76394                                    | 25.85533 | 25.72979 | 25.85287 | 25.61682 | 25.99973 | 25.3646  | 26.15942 | 83.25669                                    | 82.85706 | 83.41928 | 82.87465 | 83.96398 | 82.29271 | 85.12056 | 81.62833 |
| 19:00:00 | 25.68328                                    | 25.76933 | 25.49942 | 25.78904 | 25.48045 | 25.42923 | 24.95822 | 25.83976 | 83.35916                                    | 83.00306 | 84.13956 | 82.93567 | 84.30354 | 84.51698 | 86.68697 | 82.80196 |
| 20:00:00 | 25.75592                                    | 25.66901 | 25.48325 | 25.78984 | 25.9498  | 25.15495 | 24.88676 | 25.82472 | 82.53989                                    | 82.90224 | 83.6908  | 82.3998  | 81.83452 | 85.23732 | 86.47238 | 82.31969 |
| 21:00:00 | 25.71178                                    | 25.64888 | 25.52198 | 25.74049 | 25.96904 | 25.17557 | 24.92798 | 25.88571 | 82.64795                                    | 82.89659 | 83.45807 | 82.51773 | 81.69346 | 85.08773 | 86.25348 | 81.97131 |
| 22:00:00 | 25.38071                                    | 25.39759 | 25.38199 | 25.40684 | 25.66038 | 25.63927 | 25.33585 | 25.77182 | 84.81727                                    | 84.74424 | 84.82187 | 84.6973  | 83.75239 | 83.84598 | 85.13384 | 83.27243 |
| 23:00:00 | 24.90578                                    | 24.98967 | 24.9671  | 25.00186 | 24.89097 | 25.34657 | 24.87223 | 25.39765 | 87.28493                                    | 86.93569 | 87.03878 | 86.8729  | 87.53494 | 85.7579  | 87.63879 | 85.47562 |
| 24:00:00 | 24.43114                                    | 24.58113 | 24.44722 | 24.59262 | 24.18564 | 24.83913 | 24.08555 | 24.9914  | 89.65172                                    | 89.11121 | 89.61481 | 89.04891 | 90.77045 | 88.49757 | 91.23233 | 87.86855 |
| ETAPA 2  |                                             |          |          |          |          |          |          |          |                                             |          |          |          |          |          |          |          |
| TIME     | Zone Mean Air Temperature [C°]-FEBRUARY 12- |          |          |          |          |          |          |          | Zone Air Relative Humidity [%]-FEBRUARY 12- |          |          |          |          |          |          |          |
|          | APTO 1                                      | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   | APTO 1                                      | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| 1:00:00  | 24.8554                                     | 24.86974 | 24.83936 | 24.87236 | 24.91333 | 24.87761 | 24.67853 | 25.03323 | 94.26784                                    | 94.28967 | 94.32016 | 94.28344 | 94.76519 | 95.02628 | 95.11832 | 94.87851 |
| 2:00:00  | 24.37454                                    | 24.38947 | 24.36686 | 24.39425 | 24.31579 | 24.172   | 24.04766 | 24.30886 | 91.43733                                    | 91.38432 | 91.47286 | 91.36006 | 91.82205 | 92.41351 | 92.98014 | 91.86544 |
| 3:00:00  | 24.22907                                    | 24.24289 | 24.24304 | 24.24757 | 24.14543 | 24.07815 | 23.98293 | 24.14629 | 91.74163                                    | 91.69652 | 91.69267 | 91.66564 | 92.21292 | 92.49404 | 92.88899 | 92.18824 |
| 4:00:00  | 24.03455                                    | 24.0827  | 24.09068 | 24.09574 | 23.86291 | 23.93622 | 23.80092 | 23.99015 | 91.9185                                     | 91.74361 | 91.70295 | 91.67461 | 92.78572 | 92.48009 | 93.04138 | 92.22761 |
| 5:00:00  | 24.07112                                    | 24.08446 | 24.10412 | 24.10327 | 23.88422 | 23.93452 | 23.90558 | 23.99327 | 91.47027                                    | 91.42738 | 91.34035 | 91.33399 | 92.39514 | 92.19804 | 92.30775 | 91.91771 |
| 6:00:00  | 23.88661                                    | 23.94518 | 24.13639 | 24.08004 | 23.61641 | 23.67761 | 23.96396 | 23.92046 | 91.93302                                    | 91.65984 | 90.80606 | 91.04712 | 93.34494 | 93.04333 | 91.72278 | 91.90368 |
| 7:00:00  | 23.89306                                    | 24.00421 | 24.1123  | 24.10058 | 23.58605 | 23.73387 | 23.78675 | 23.91723 | 91.59681                                    | 91.08316 | 90.58702 | 90.633   | 93.19779 | 92.4812  | 92.21054 | 91.59218 |
| 8:00:00  | 24.18112                                    | 24.24462 | 24.30141 | 24.2845  | 23.93966 | 24.096   | 24.092   | 24.2788  | 90.46403                                    | 90.16804 | 89.89501 | 89.97026 | 91.71978 | 90.98301 | 90.98398 | 90.12484 |
| 9:00:00  | 24.53411                                    | 24.66372 | 24.73475 | 24.7293  | 24.20431 | 24.26898 | 24.26068 | 24.32749 | 90.6895                                     | 89.92826 | 89.5344  | 89.55676 | 92.9777  | 92.20736 | 92.2644  | 91.89619 |
| 10:00:00 | 24.85293                                    | 24.9363  | 24.96652 | 25.00217 | 24.56255 | 24.6272  | 24.6224  | 24.68288 | 90.44222                                    | 90.04658 | 89.90228 | 89.75433 | 91.99179 | 91.68834 | 91.71134 | 91.42719 |
| 11:00:00 | 25.08968                                    | 25.24015 | 25.0868  | 25.29364 | 24.81299 | 24.89549 | 24.80427 | 24.92411 | 90.10366                                    | 89.17993 | 90.12384 | 88.83134 | 91.6434  | 91.15097 | 91.69474 | 90.98041 |
| 12:00:00 | 25.5801                                     | 25.63218 | 25.51026 | 25.65442 | 25.30514 | 25.29746 | 25.25621 | 25.29908 | 89.58763                                    | 89.28895 | 89.97201 | 89.13185 | 91.08021 | 91.12234 | 91.34702 | 91.11291 |
| 13:00:00 | 24.61996                                    | 24.77674 | 24.68037 | 24.83181 | 24.33343 | 24.48742 | 24.37787 | 24.55076 | 89.99225                                    | 89.53547 | 89.77462 | 89.3803  | 91.42945 | 90.92938 | 91.24103 | 90.71332 |
| 14:00:00 | 23.98899                                    | 24.07221 | 24.04858 | 24.13491 | 23.7147  | 23.78951 | 23.76434 | 23.85252 | 90.43209                                    | 89.96161 | 90.09139 | 89.60417 | 91.94784 | 91.5202  | 91.65867 | 91.15818 |
| 15:00:00 | 24.39626                                    | 24.69071 | 24.38425 | 24.75963 | 24.12276 | 24.37566 | 24.11098 | 24.34525 | 88.68284                                    | 87.32098 | 88.74595 | 87.03411 | 90.12392 | 88.88688 | 90.18621 | 88.61428 |
| 16:00:00 | 24.57965                                    | 24.85259 | 24.59234 | 24.93908 | 24.29559 | 24.53352 | 24.30412 | 24.60649 | 87.64722                                    | 86.25751 | 87.58273 | 85.83908 | 89.14633 | 87.89949 | 89.10203 | 87.52667 |
| 17:00:00 | 25.02561                                    | 25.27199 | 25.06194 | 25.31531 | 24.68403 | 24.92453 | 24.67101 | 24.98088 | 86.39019                                    | 85.15736 | 86.20693 | 84.9429  | 88.15317 | 86.91865 | 88.21935 | 86.63178 |
| 18:00:00 | 25.32905                                    | 25.43746 | 25.27471 | 25.45078 | 25.00342 | 25.14099 | 24.80748 | 25.30199 | 85.21458                                    | 84.71762 | 85.47482 | 84.65892 | 86.83019 | 86.17581 | 87.78027 | 85.41938 |
| 19:00:00 | 25.16646                                    | 25.23342 | 24.94582 | 25.30607 | 24.80855 | 24.7213  | 24.4542  | 24.99058 | 85.60673                                    | 85.30403 | 86.62199 | 84.98642 | 87.36782 | 87.77688 | 89.06331 | 86.51698 |
| 20:00:00 | 25.21468                                    | 25.00634 | 24.84791 | 25.24084 | 25.37214 | 24.46839 | 24.32925 | 24.90571 | 84.87517                                    | 85.82809 | 86.56558 | 84.75641 | 84.28457 | 88.47091 | 89.15137 | 86.38644 |
| 21:00:00 | 25.14736                                    | 24.99942 | 24.85207 | 25.1758  | 25.3965  | 24.46374 | 24.31571 | 24.95711 | 85.15829                                    | 85.84208 | 86.54302 | 85.0231  | 84.14395 | 88.50282 | 89.23922 | 86.12292 |
| 22:00:00 | 24.86458                                    | 24.88479 | 24.8619  | 24.89272 | 25.12055 | 24.83708 | 24.51368 | 25.23276 | 87.1189                                     | 87.02644 | 87.13464 | 86.98429 | 86.0662  | 87.37112 | 88.88028 | 85.57633 |
| 23:00:00 | 24.45214                                    | 24.55483 | 24.49312 | 24.56433 | 24.34993 | 25.07316 | 24.17354 | 25.11213 | 89.2566                                     | 88.81691 | 89.08831 | 88.76705 | 89.87919 | 86.88936 | 90.66629 | 86.71469 |
| 24:00:00 | 24.08978                                    | 24.26682 | 24.08044 | 24.277   | 23.78821 | 24.11687 | 23.71234 | 24.44528 |                                             |          |          |          |          |          |          |          |

| ETAPA 3  |                                             |          |          |          |          |          |          |          |                                             |          |          |          |          |          |          |          |
|----------|---------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| TIME     | Zone Mean Air Temperature [C°]-FEBRUARY 12- |          |          |          |          |          |          |          | Zone Air Relative Humidity [%]-FEBRUARY 12- |          |          |          |          |          |          |          |
|          | APTO 1                                      | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   | APTO 1                                      | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| 1:00:00  | 24.84837                                    | 24.86428 | 24.83693 | 24.8918  | 24.91934 | 24.88728 | 24.68922 | 25.04801 | 94.06768                                    | 94.07964 | 94.11167 | 94.00901 | 94.48411 | 94.76149 | 94.91155 | 94.53722 |
| 2:00:00  | 24.38864                                    | 24.40534 | 24.38301 | 24.42567 | 24.33049 | 24.1901  | 24.06693 | 24.32737 | 91.00241                                    | 90.92769 | 91.02627 | 90.8143  | 91.34908 | 92.00437 | 92.62383 | 91.38211 |
| 3:00:00  | 24.25259                                    | 24.26846 | 24.27005 | 24.28627 | 24.17475 | 24.11093 | 24.01407 | 24.17838 | 91.24227                                    | 91.17418 | 91.16259 | 91.06929 | 91.66467 | 91.96369 | 92.42033 | 91.63455 |
| 4:00:00  | 24.06389                                    | 24.11584 | 24.12476 | 24.14103 | 23.89745 | 23.98243 | 23.83789 | 24.03512 | 91.40379                                    | 91.1682  | 91.12074 | 91.02827 | 92.26787 | 91.85553 | 92.54509 | 91.59279 |
| 5:00:00  | 24.11289                                    | 24.12787 | 24.14818 | 24.15685 | 23.9366  | 23.99747 | 23.96552 | 24.05587 | 90.86211                                    | 90.79781 | 90.69901 | 90.6433  | 91.77134 | 91.48438 | 91.63068 | 91.18988 |
| 6:00:00  | 23.92037                                    | 23.98307 | 24.18548 | 24.13307 | 23.65416 | 23.72144 | 24.0405  | 23.98228 | 91.49994                                    | 91.18179 | 90.18634 | 90.43252 | 92.92883 | 92.57408 | 90.97515 | 91.25694 |
| 7:00:00  | 23.93278                                    | 24.05154 | 24.16452 | 24.15849 | 23.62619 | 23.78813 | 23.84347 | 23.98499 | 91.14122                                    | 90.54216 | 89.98086 | 90.00181 | 92.78253 | 91.93966 | 91.64581 | 90.9272  |
| 8:00:00  | 24.22196                                    | 24.29024 | 24.3495  | 24.33764 | 23.98673 | 24.17243 | 24.16766 | 24.41253 | 89.96044                                    | 89.61489 | 89.31346 | 89.36856 | 91.21123 | 90.26447 | 90.27986 | 89.06311 |
| 9:00:00  | 24.52525                                    | 24.65325 | 24.7294  | 24.73797 | 24.19389 | 24.25975 | 24.2559  | 24.32412 | 90.59179                                    | 89.78384 | 89.33386 | 89.28654 | 92.54274 | 92.14658 | 92.18193 | 91.78611 |
| 10:00:00 | 24.8251                                     | 24.89749 | 24.9276  | 24.9747  | 24.55374 | 24.61697 | 24.61564 | 24.67494 | 90.54059                                    | 90.17208 | 90.01616 | 89.79727 | 92.00816 | 91.69991 | 91.70514 | 91.4159  |
| 11:00:00 | 25.03915                                    | 25.14593 | 25.045   | 25.23097 | 24.79425 | 24.8673  | 24.7922  | 24.89967 | 90.32976                                    | 89.5972  | 90.30477 | 89.0353  | 91.71456 | 91.25845 | 91.73089 | 91.06208 |
| 12:00:00 | 25.44709                                    | 25.46679 | 25.42167 | 25.52596 | 25.2376  | 25.23345 | 25.21019 | 25.24293 | 90.1974                                     | 90.05471 | 90.37363 | 89.6423  | 91.39341 | 91.419   | 91.55418 | 91.36492 |
| 13:00:00 | 24.57783                                    | 24.70647 | 24.6401  | 24.78067 | 24.30599 | 24.43873 | 24.35108 | 24.50135 | 90.19241                                    | 89.88812 | 89.95843 | 89.62283 | 91.56241 | 91.15433 | 91.36755 | 90.92949 |
| 14:00:00 | 23.95912                                    | 24.02572 | 24.01404 | 24.09321 | 23.69276 | 23.75461 | 23.7389  | 23.81327 | 90.58126                                    | 90.19054 | 90.25779 | 89.79728 | 92.06003 | 91.69646 | 91.78486 | 91.35072 |
| 15:00:00 | 24.35788                                    | 24.61114 | 24.35577 | 24.70961 | 24.09197 | 24.29766 | 24.08794 | 24.35697 | 88.86856                                    | 87.67598 | 88.87939 | 87.22092 | 90.27747 | 89.25977 | 90.29835 | 88.97565 |
| 16:00:00 | 24.53832                                    | 24.79175 | 24.5606  | 24.90279 | 24.25972 | 24.46006 | 24.27407 | 24.5331  | 87.84171                                    | 86.51211 | 87.72334 | 85.94944 | 89.32228 | 88.24587 | 89.24462 | 87.86006 |
| 17:00:00 | 24.98167                                    | 25.20955 | 25.02208 | 25.27345 | 24.64566 | 24.86533 | 24.64238 | 24.92655 | 86.55981                                    | 85.38834 | 86.34942 | 85.0613  | 88.31353 | 87.15922 | 88.32879 | 86.83886 |
| 18:00:00 | 25.29132                                    | 25.39719 | 25.24419 | 25.43229 | 24.98465 | 25.0961  | 24.80237 | 25.23354 | 85.2873                                     | 84.78819 | 85.51494 | 84.61547 | 86.82012 | 86.27691 | 87.72588 | 85.61172 |
| 19:00:00 | 25.16662                                    | 25.22799 | 24.95996 | 25.32027 | 24.83404 | 24.74077 | 24.46205 | 25.01312 | 85.41737                                    | 85.13091 | 86.39868 | 84.69895 | 87.06765 | 87.52491 | 88.91704 | 86.20194 |
| 20:00:00 | 25.22455                                    | 25.02647 | 24.87417 | 25.26437 | 25.35846 | 24.48251 | 24.34108 | 24.94634 | 84.62054                                    | 85.55546 | 86.28388 | 84.42851 | 84.06413 | 88.27382 | 88.98662 | 85.98755 |
| 21:00:00 | 25.16188                                    | 25.0203  | 24.87881 | 25.20121 | 25.42183 | 24.48322 | 24.33166 | 24.99949 | 84.86944                                    | 85.54379 | 86.23697 | 84.67522 | 83.72175 | 88.25742 | 89.03501 | 85.68719 |
| 22:00:00 | 24.90694                                    | 24.92445 | 24.90031 | 24.9434  | 25.17773 | 24.94062 | 24.5796  | 25.29274 | 86.62534                                    | 86.54232 | 86.65905 | 86.44347 | 85.38622 | 86.51908 | 88.28706 | 84.85509 |
| 23:00:00 | 24.4934                                     | 24.60949 | 24.54442 | 24.62688 | 24.39068 | 25.09989 | 24.23666 | 25.16815 | 88.73935                                    | 88.18427 | 88.49735 | 88.09176 | 89.34726 | 86.10122 | 90.07654 | 85.78546 |
| 24:00:00 | 24.11124                                    | 24.30802 | 24.10339 | 24.32652 | 23.80875 | 24.16822 | 23.7344  | 24.54912 | 90.67596                                    | 89.7372  | 90.71913 | 89.63709 | 92.26088 | 90.52931 | 92.65152 | 88.77133 |

| ETAPA 3               |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| IC [C°]- FEBRUARY 12- |          |          |          |          |          |          |          |          |
| TIME                  | APTO 1   | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| 1:00:00               | 25.86295 | 25.88471 | 25.8644  | 25.88775 | 26.20569 | 26.21324 | 25.78013 | 26.41605 |
| 2:00:00               | 24.86137 | 24.88378 | 24.87254 | 24.89475 | 25.36657 | 25.1458  | 24.55105 | 25.67176 |
| 3:00:00               | 24.53792 | 24.55479 | 24.56823 | 24.57226 | 25.1016  | 25.33311 | 24.55519 | 25.47215 |
| 4:00:00               | 24.15518 | 24.21834 | 24.25436 | 24.25482 | 24.229   | 24.95982 | 24.16269 | 25.10923 |
| 5:00:00               | 24.28296 | 24.30028 | 24.34866 | 24.35011 | 24.75732 | 25.01897 | 25.06816 | 25.23635 |
| 6:00:00               | 24.06353 | 24.2309  | 24.64065 | 24.53186 | 23.76221 | 23.98113 | 25.05751 | 24.78187 |
| 7:00:00               | 24.11001 | 24.41709 | 24.71862 | 24.64812 | 23.56362 | 24.17329 | 24.46466 | 24.7918  |
| 8:00:00               | 24.81133 | 24.93564 | 25.05173 | 25.01526 | 24.73852 | 25.34538 | 25.71268 | 25.74615 |
| 9:00:00               | 25.32422 | 25.55164 | 25.67969 | 25.638   | 24.6635  | 25.03469 | 25.12539 | 25.43915 |
| 10:00:00              | 25.73312 | 25.97264 | 26.07098 | 26.14001 | 25.06372 | 25.36936 | 25.36105 | 25.63732 |
| 11:00:00              | 26.19094 | 26.59799 | 26.22461 | 26.67739 | 25.58135 | 25.96048 | 25.57845 | 26.10325 |
| 12:00:00              | 27.33277 | 27.47406 | 27.17575 | 27.45149 | 26.88107 | 26.88225 | 26.68558 | 26.89292 |
| 13:00:00              | 25.2483  | 25.7155  | 25.4681  | 25.87815 | 24.56307 | 25.11728 | 24.7469  | 25.37162 |
| 14:00:00              | 23.83814 | 24.16631 | 24.09619 | 24.38802 | 23.14101 | 23.47607 | 23.38358 | 23.73857 |
| 15:00:00              | 24.76926 | 25.68416 | 24.72923 | 25.83034 | 24.12665 | 25.06301 | 24.08576 | 25.29124 |
| 16:00:00              | 25.2694  | 26.09907 | 25.31146 | 26.29907 | 24.61555 | 25.46834 | 24.64788 | 25.74352 |
| 17:00:00              | 26.42133 | 26.90267 | 26.55025 | 26.99128 | 25.77501 | 26.9021  | 25.76329 | 27.25439 |
| 18:00:00              | 27.29394 | 27.47096 | 27.22761 | 27.46641 | 27.00611 | 27.7495  | 26.49891 | 28.05182 |
| 19:00:00              | 27.13149 | 27.29894 | 26.76916 | 27.33745 | 26.73194 | 26.6293  | 25.64474 | 27.43748 |
| 20:00:00              | 27.26092 | 27.09426 | 26.73333 | 27.32561 | 27.63111 | 26.07636 | 25.51923 | 27.39366 |
| 21:00:00              | 27.17488 | 27.05394 | 26.80851 | 27.2295  | 27.66508 | 26.11906 | 25.60686 | 27.50631 |
| 22:00:00              | 26.53166 | 26.5658  | 26.53427 | 26.58446 | 27.09189 | 27.05023 | 26.44037 | 27.31047 |
| 23:00:00              | 25.53314 | 25.71291 | 25.66445 | 25.73921 | 25.49546 | 26.46099 | 25.45397 | 26.56693 |
| 24:00:00              | 24.46399 | 24.79909 | 24.4988  | 24.82568 | 23.89016 | 25.35695 | 23.65089 | 25.69342 |

| ETAPA 1  |                                             |          |          |          |          |          |          |          |                                             |          |          |          |          |          |          |          |
|----------|---------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| TIME     | Zone Mean Air Temperature [C°]-NOVEMBER 11- |          |          |          |          |          |          |          | Zone Air Relative Humidity [%]-NOVEMBER 11- |          |          |          |          |          |          |          |
|          | APTO 1                                      | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   | APTO 1                                      | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| 1:00:00  | 29.89693                                    | 30.1208  | 29.58148 | 30.08602 | 29.59443 | 30.43534 | 29.21122 | 30.44219 | 81.16329                                    | 81.43927 | 81.97246 | 81.49499 | 81.5703  | 81.52671 | 82.26669 | 81.55572 |
| 2:00:00  | 28.45361                                    | 28.65237 | 28.19144 | 28.63496 | 28.16708 | 28.98884 | 27.68848 | 29.05782 | 71.04565                                    | 70.45842 | 72.14948 | 70.53539 | 72.10486 | 69.2444  | 74.07155 | 69.03021 |
| 3:00:00  | 28.20382                                    | 28.32602 | 27.94111 | 28.31759 | 28.0221  | 28.55431 | 27.46392 | 28.73411 | 72.06628                                    | 71.63315 | 73.18341 | 71.67234 | 72.77461 | 70.74437 | 75.08848 | 70.07239 |
| 4:00:00  | 27.93434                                    | 28.07637 | 27.6348  | 28.07488 | 27.69044 | 28.20187 | 27.0896  | 28.47871 | 73.21511                                    | 72.71719 | 74.47241 | 72.72947 | 74.15903 | 72.18849 | 76.67949 | 71.16485 |
| 5:00:00  | 27.55343                                    | 27.85682 | 27.35855 | 27.8533  | 27.16583 | 28.17492 | 26.78063 | 28.28222 | 74.36869                                    | 73.22157 | 75.22073 | 73.23873 | 75.94461 | 71.97917 | 77.59772 | 71.57899 |
| 6:00:00  | 27.45035                                    | 27.83082 | 27.41087 | 27.83171 | 26.96949 | 28.24879 | 26.82976 | 28.272   | 74.96592                                    | 73.48472 | 75.18666 | 73.48218 | 76.97784 | 71.85307 | 77.62012 | 71.7529  |
| 7:00:00  | 27.98639                                    | 28.29598 | 27.83187 | 28.28322 | 27.58492 | 28.55512 | 27.27787 | 28.69894 | 73.61617                                    | 72.44392 | 74.28631 | 72.50226 | 75.23044 | 71.43493 | 76.54724 | 70.90466 |
| 8:00:00  | 28.95088                                    | 28.96427 | 28.40352 | 29.12291 | 28.5609  | 28.58028 | 27.92296 | 28.94814 | 71.40953                                    | 71.37345 | 73.63456 | 70.77626 | 72.97628 | 72.89834 | 75.66362 | 71.45051 |
| 9:00:00  | 29.72181                                    | 29.87648 | 29.34422 | 29.90772 | 29.38651 | 29.54031 | 29.02321 | 29.6483  | 68.4285                                     | 67.92147 | 69.85695 | 67.91872 | 69.6729  | 69.12699 | 71.09615 | 68.78394 |
| 10:00:00 | 30.40373                                    | 30.81809 | 30.19989 | 30.74054 | 30.10992 | 30.5278  | 30.92677 | 30.53259 | 65.4726                                     | 63.9355  | 66.24622 | 64.23301 | 66.59664 | 65.00451 | 67.30543 | 64.98469 |
| 11:00:00 | 31.71851                                    | 31.68429 | 31.42573 | 31.58922 | 31.50316 | 31.44754 | 31.19426 | 31.39686 | 61.23514                                    | 61.28022 | 62.18148 | 61.64147 | 61.95959 | 62.08844 | 62.9866  | 62.29288 |
| 12:00:00 | 32.51582                                    | 32.54486 | 32.26853 | 32.44724 | 32.27492 | 32.32789 | 32.03316 | 32.27142 | 55.50525                                    | 55.47611 | 56.11743 | 55.9403  | 56.13762 | 56.02081 | 56.78624 | 56.30183 |
| 13:00:00 | 33.2074                                     | 33.41536 | 33.03533 | 33.25921 | 32.99286 | 33.30246 | 32.86755 | 33.20242 | 52.48133                                    | 51.72827 | 52.98497 | 52.16991 | 53.15572 | 52.08407 | 53.5288  | 52.34921 |
| 14:00:00 | 33.92782                                    | 33.91788 | 33.68064 | 33.9048  | 33.70768 | 33.87721 | 33.5395  | 33.88876 | 50.10333                                    | 50.6455  | 50.79494 | 50.78926 | 50.65912 | 50.51602 | 51.13166 | 50.53376 |
| 15:00:00 | 33.74461                                    | 33.89821 | 33.53005 | 33.94806 | 33.50446 | 33.76211 | 33.33162 | 33.85748 | 49.49677                                    | 49.11579 | 50.09244 | 49.08391 | 50.16632 | 49.44656 | 50.65368 | 49.20509 |
| 16:00:00 | 33.28154                                    | 33.376   | 33.14036 | 33.52674 | 33.00673 | 33.14    | 32.8921  | 33.3206  | 49.64176                                    | 49.52215 | 50.07582 | 49.20996 | 50.36377 | 50.09629 | 50.71508 | 49.64424 |
| 17:00:00 | 32.83798                                    | 33.31664 | 32.68768 | 33.43309 | 32.51164 | 33.06098 | 32.36994 | 33.33552 | 50.52921                                    | 49.1321  | 50.95778 | 48.80393 | 51.47933 | 49.86184 | 51.89233 | 49.07499 |
| 18:00:00 | 32.47613                                    | 32.61568 | 32.00747 | 32.88221 | 32.07338 | 32.15938 | 31.62668 | 32.49661 | 53.11124                                    | 52.69683 | 54.54295 | 51.90156 | 54.33555 | 54.08028 | 55.735   | 53.05407 |
| 19:00:00 | 32.17328                                    | 31.30348 | 30.98325 | 31.81267 | 31.90999 | 30.80876 | 30.54493 | 31.30193 | 54.36563                                    | 56.83925 | 57.81818 | 55.39136 | 55.11305 | 58.35689 | 59.19794 | 56.86518 |
| 20:00:00 | 31.36329                                    | 30.46518 | 30.05909 | 31.03476 | 31.03778 | 29.87692 | 29.54179 | 30.43962 | 56.4581                                     | 59.18578 | 60.53236 | 57.44076 | 57.49082 | 61.13736 | 62.29958 | 59.29853 |
| 21:00:00 | 30.38397                                    | 29.99018 | 29.36936 | 30.46555 | 29.80872 | 29.29451 | 28.76884 | 29.84957 | 60.38493                                    | 61.72161 | 63.89447 | 60.14149 | 62.33773 | 64.16183 | 66.09518 | 62.20929 |
| 22:00:00 | 29.52686                                    | 29.67548 | 28.86884 | 29.95517 | 28.91188 | 29.06684 | 28.22762 | 29.68507 | 64.72205                                    | 64.2335  | 67.13507 | 63.28144 | 66.95759 | 66.29825 | 69.57899 | 64.20728 |
| 23:00:00 | 28.8476                                     | 29.24912 | 28.39372 | 29.32539 | 28.24959 | 28.88315 | 27.73858 | 29.41326 | 68.06464                                    | 66.69851 | 69.82255 | 66.42244 | 70.32828 | 68.01466 | 72.38082 | 66.14088 |
| 24:00:00 | 28.3759                                     | 28.82635 | 27.97345 | 28.89269 | 27.79815 | 28.48743 | 27.35103 | 28.99565 | 70.49418                                    | 68.87739 | 72.10962 | 68.63346 | 72.77299 | 70.12821 | 74.63401 | 68.26437 |
| ETAPA 2  |                                             |          |          |          |          |          |          |          |                                             |          |          |          |          |          |          |          |
| TIME     | Zone Mean Air Temperature [C°]-NOVEMBER 11- |          |          |          |          |          |          |          | Zone Air Relative Humidity [%]-NOVEMBER 11- |          |          |          |          |          |          |          |
|          | APTO 1                                      | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   | APTO 1                                      | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| 1:00:00  | 28.91473                                    | 29.28123 | 28.63449 | 29.2578  | 28.56867 | 29.45451 | 28.25346 | 29.59327 | 81.24137                                    | 80.4263  | 81.90499 | 80.4677  | 82.52536 | 80.58699 | 83.25934 | 80.22852 |
| 2:00:00  | 27.44578                                    | 27.75741 | 27.19502 | 27.75027 | 27.04709 | 27.86706 | 26.6265  | 28.16742 | 75.00081                                    | 73.68794 | 76.09903 | 73.72112 | 76.71409 | 73.22931 | 78.57359 | 72.0038  |
| 3:00:00  | 27.21222                                    | 27.42289 | 26.93706 | 27.43032 | 26.87025 | 27.39664 | 26.37741 | 27.77642 | 76.08252                                    | 75.21592 | 77.30011 | 75.18863 | 77.56788 | 75.33242 | 79.77654 | 73.76786 |
| 4:00:00  | 26.97181                                    | 27.19554 | 26.66381 | 27.21014 | 26.58824 | 27.04851 | 26.10076 | 27.5107  | 77.13459                                    | 76.21936 | 78.49651 | 76.16255 | 78.80709 | 76.83166 | 81.01672 | 74.91903 |
| 5:00:00  | 26.56776                                    | 26.97938 | 26.37806 | 26.98214 | 26.10617 | 27.09242 | 25.80473 | 27.39247 | 78.4683                                     | 76.73258 | 79.32895 | 76.72246 | 80.53954 | 76.26646 | 81.93276 | 75.03271 |
| 6:00:00  | 26.47208                                    | 26.95811 | 26.42623 | 26.95982 | 25.97213 | 27.39733 | 25.84353 | 27.42879 | 79.14946                                    | 77.05498 | 79.38275 | 77.04774 | 81.43889 | 75.23601 | 82.05585 | 75.08923 |
| 7:00:00  | 27.10066                                    | 27.49401 | 26.93792 | 27.50446 | 26.65208 | 27.58925 | 26.39763 | 27.84783 | 77.26702                                    | 75.6325  | 77.9888  | 75.59689 | 79.24258 | 75.24742 | 80.39805 | 74.19672 |
| 8:00:00  | 28.20991                                    | 28.21351 | 27.7955  | 28.40811 | 27.82868 | 27.79334 | 27.4048  | 28.06567 | 74.43276                                    | 74.41491 | 76.20592 | 73.61845 | 76.07307 | 76.21499 | 77.94334 | 75.05103 |
| 9:00:00  | 29.27704                                    | 29.37065 | 29.05598 | 29.41505 | 28.96854 | 29.06014 | 28.76965 | 29.12962 | 70.06575                                    | 69.75027 | 70.92957 | 69.64761 | 71.27961 | 70.94766 | 72.0802  | 70.70908 |
| 10:00:00 | 30.13159                                    | 30.37829 | 30.02191 | 30.34716 | 29.85476 | 30.09292 | 29.76049 | 30.10163 | 66.52317                                    | 65.56925 | 66.94709 | 65.6799  | 67.59885 | 66.66212 | 67.96953 | 66.61847 |
| 11:00:00 | 31.51107                                    | 31.48681 | 31.35984 | 31.42717 | 31.28049 | 31.24431 | 31.12258 | 31.21386 | 61.90487                                    | 61.94475 | 62.38809 | 62.17638 | 62.70103 | 62.79128 | 63.22545 | 62.91597 |
| 12:00:00 | 32.33277                                    | 32.37332 | 32.20331 | 32.30515 | 32.084   | 32.12552 | 31.96352 | 32.09313 | 55.87989                                    | 55.81751 | 56.20054 | 56.1128  | 56.6022  | 56.50632 | 56.92499 | 56.66289 |
| 13:00:00 | 33.13516                                    | 33.24039 | 33.03508 | 33.11968 | 32.90532 | 33.05465 | 32.84038 | 32.99494 | 52.75594                                    | 52.31855 | 53.05005 | 52.62283 | 53.46347 | 52.89996 | 53.65766 | 53.05988 |
| 14:00:00 | 33.85778                                    | 33.80053 | 33.69491 | 33.79097 | 33.60094 | 33.68543 | 33.51164 | 33.6959  | 50.26082                                    | 50.69915 | 50.65559 | 50.85941 | 50.88925 | 50.63566 | 51.14108 | 50.8388  |
| 15:00:00 | 33.60511                                    | 33.71519 | 33.48869 | 33.76145 | 33.35752 | 33.50553 | 33.26837 | 33.56777 | 49.88658                                    | 49.56706 | 50.2122  | 49.45    | 50.58461 | 50.15845 | 50.83799 | 49.98388 |
| 16:00:00 | 33.09872                                    | 33.15494 | 33.02564 | 33.25142 | 32.83237 | 32.90577 | 32.77402 | 33.02236 | 50.07728                                    | 49.99874 | 50.30382 | 49.78882 | 50.80603 | 50.6556  | 50.98642 | 50.37152 |
| 17:00:00 | 32.54224                                    | 32.90109 | 32.45442 | 32.01037 | 32.24193 | 32.59487 | 32.1632  | 32.76933 | 51.40043                                    | 50.3315  | 51.65463 | 50.01129 | 52.28661 | 51.22371 | 52.51957 | 50.70809 |
| 18:00:00 | 31.95098                                    | 32.01171 | 31.64406 | 32.22739 | 31.59025 | 31.61349 | 31.31541 | 31.82156 | 54.72314                                    | 54.54615 | 55.68666 | 53.88509 | 55.85174 | 55.78922 | 56.73441 | 55.1367  |
| 19:00:00 | 31.4335                                     | 30.71827 | 30.53417 | 31.09568 | 31.18456 | 30.31393 | 30.16956 | 30.62286 | 56.44512                                    | 58.60517 | 59.18991 | 57.4615  | 57.2234  | 59.92051 | 60.39457 | 58.93691 |
| 20:00:00 | 30.46376                                    | 29.73459 | 29.48117 | 30.16004 | 30.07464 | 29.26057 | 29.06435 | 29.60546 | 59.23036                                    | 61.61143 | 62.49492 | 60.20382 | 60.55068 | 63.27901 | 63.98704 | 62.08273 |
| 21:00:00 | 29.39444                                    | 29.06936 | 28.64745 | 29.43647 | 28.84853 | 28.49137 | 28.17922 | 28.83854 | 63.78665                                    | 64.96695 | 66.53536 | 63.64897 | 65.78777 | 67.1363  | 68.3423  | 65.83059 |
| 22:00:00 | 28.53565                                    | 28.71589 | 28.06886 | 28.99664 | 27.99378 | 28.12598 | 27.56735 | 28.56179 | 68.35863                                    | 67.69022 | 70.17951 | 66.65559 | 70.48644 | 69.96815 | 72.21188 | 68.29033 |
| 23:00:00 | 27.88644                                    | 28.31667 | 27.55687 | 28.45075 | 27.3583  | 27.77072 | 27.03069 | 28.29905 | 71.73262                                    | 70.09964 | 73.08531 | 69.5889  | 73.90037 | 72.24966 | 75.29057 | 70.19285 |
| 24:00:00 | 27.471.                                     |          |          |          |          |          |          |          |                                             |          |          |          |          |          |          |          |

| ETAPA 3  |                                             |          |          |          |          |          |          |          |                                             |          |          |          |          |          |          |          |
|----------|---------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| TIME     | Zone Mean Air Temperature [C°]-NOVEMBER 11- |          |          |          |          |          |          |          | Zone Air Relative Humidity [%]-NOVEMBER 11- |          |          |          |          |          |          |          |
|          | APTO 1                                      | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   | APTO 1                                      | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| 1:00:00  | 28.62163                                    | 29.06812 | 28.46792 | 29.06623 | 28.30711 | 29.24566 | 28.10823 | 29.35434 | 81.86455                                    | 81.09346 | 82.25183 | 81.09098 | 82.96665 | 81.24648 | 83.46483 | 81.04636 |
| 2:00:00  | 27.2488                                     | 27.60997 | 27.07842 | 27.61759 | 26.87622 | 27.70197 | 26.54249 | 28.00101 | 75.71592                                    | 74.19812 | 76.46509 | 74.16672 | 77.3463  | 73.81143 | 78.8416  | 72.6101  |
| 3:00:00  | 27.04639                                    | 27.30599 | 26.84002 | 27.33039 | 26.71614 | 27.26391 | 26.30585 | 27.63294 | 76.65893                                    | 75.5405  | 77.57796 | 75.43535 | 78.1262  | 75.72768 | 79.99335 | 74.17242 |
| 4:00:00  | 26.82815                                    | 27.09658 | 26.58543 | 27.12909 | 26.46311 | 26.93159 | 26.04747 | 27.3687  | 77.61379                                    | 76.46123 | 78.69572 | 76.32125 | 79.24133 | 77.16568 | 81.15438 | 75.30944 |
| 5:00:00  | 26.45078                                    | 26.8998  | 26.31588 | 26.9177  | 26.01177 | 27.00499 | 25.76339 | 27.30318 | 78.84733                                    | 76.88094 | 79.45912 | 76.80112 | 80.85846 | 76.4285  | 82.01874 | 75.1786  |
| 6:00:00  | 26.3719                                     | 26.89478 | 26.37269 | 26.91067 | 25.89839 | 27.3535  | 25.80945 | 27.36896 | 79.45399                                    | 77.12181 | 79.45815 | 77.04959 | 81.66771 | 75.15903 | 82.09575 | 75.0894  |
| 7:00:00  | 27.0024                                     | 27.42375 | 26.88364 | 27.45897 | 26.57655 | 27.51672 | 26.36293 | 27.77274 | 77.54228                                    | 75.72085 | 78.07186 | 75.57097 | 79.46231 | 75.33421 | 80.44692 | 74.25952 |
| 8:00:00  | 28.08382                                    | 28.10286 | 27.73773 | 28.33328 | 27.73051 | 27.71128 | 27.36707 | 27.96982 | 74.85235                                    | 74.76888 | 76.37885 | 73.77413 | 76.41199 | 76.49475 | 78.05717 | 75.3513  |
| 9:00:00  | 29.14747                                    | 29.20683 | 28.99346 | 29.31465 | 28.86972 | 28.93692 | 28.72329 | 29.02994 | 70.59434                                    | 70.40579 | 71.18873 | 70.04504 | 71.69162 | 71.45013 | 72.27622 | 71.11335 |
| 10:00:00 | 30.01975                                    | 30.16569 | 29.96986 | 30.23855 | 29.76723 | 29.92444 | 29.71534 | 29.97677 | 66.95683                                    | 66.37799 | 67.15242 | 66.09285 | 67.94383 | 67.31503 | 68.1498  | 67.10275 |
| 11:00:00 | 31.34819                                    | 31.36724 | 31.31289 | 31.3576  | 31.14745 | 31.14614 | 31.09134 | 31.14698 | 62.49028                                    | 62.38059 | 62.56044 | 62.43716 | 63.18364 | 63.15321 | 63.34282 | 63.16763 |
| 12:00:00 | 32.19165                                    | 32.21873 | 32.14737 | 32.18691 | 31.98507 | 32.01423 | 31.93231 | 32.00386 | 56.34807                                    | 56.3253  | 56.38669 | 56.51297 | 56.9319  | 56.86854 | 57.0309  | 56.95983 |
| 13:00:00 | 33.00709                                    | 32.89884 | 32.95786 | 32.80293 | 32.82419 | 32.84435 | 32.79026 | 32.75614 | 53.14544                                    | 53.39441 | 53.2907  | 53.65976 | 53.71398 | 53.55823 | 53.81557 | 53.81172 |
| 14:00:00 | 33.65307                                    | 33.4588  | 33.60819 | 33.35698 | 33.48587 | 33.46578 | 33.45161 | 33.36728 | 50.78883                                    | 51.67616 | 50.91378 | 52.02296 | 51.22596 | 51.485   | 51.32123 | 51.79474 |
| 15:00:00 | 33.45206                                    | 33.40158 | 33.40935 | 33.3168  | 33.24717 | 33.3207  | 33.21853 | 33.24986 | 50.32633                                    | 50.49252 | 50.44697 | 50.75394 | 50.90567 | 50.70773 | 50.9876  | 50.91392 |
| 16:00:00 | 32.99005                                    | 33.03962 | 32.96542 | 33.05236 | 32.73848 | 32.81392 | 32.73294 | 32.83638 | 50.38847                                    | 50.33478 | 50.48002 | 50.36729 | 51.07797 | 50.92468 | 51.10799 | 50.91039 |
| 17:00:00 | 32.43093                                    | 32.77399 | 32.41013 | 32.84475 | 32.14025 | 32.45092 | 32.12085 | 32.53434 | 51.73009                                    | 50.70948 | 51.78962 | 50.4983  | 52.59183 | 51.65313 | 52.64918 | 51.40074 |
| 18:00:00 | 31.7938                                     | 31.90175 | 31.59978 | 32.10278 | 31.45786 | 31.51166 | 31.27172 | 31.6608  | 55.22552                                    | 54.90429 | 55.83531 | 54.29087 | 56.28112 | 56.12068 | 56.88014 | 55.65402 |
| 19:00:00 | 31.24928                                    | 30.63753 | 30.49128 | 30.98272 | 31.02345 | 30.25592 | 30.13667 | 30.51171 | 57.01747                                    | 58.85923 | 59.3209  | 57.80912 | 57.72943 | 60.10665 | 60.49737 | 59.29271 |
| 20:00:00 | 30.29506                                    | 29.65452 | 29.43792 | 30.05458 | 29.92612 | 29.20649 | 29.03387 | 29.50391 | 59.76965                                    | 61.86823 | 62.62828 | 60.5312  | 61.03605 | 63.45606 | 64.08297 | 62.41689 |
| 21:00:00 | 29.24346                                    | 28.97576 | 28.60147 | 29.33492 | 28.73584 | 28.43295 | 28.14892 | 28.73688 | 64.29555                                    | 65.27583 | 66.68053 | 63.96927 | 66.17835 | 67.33233 | 68.43882 | 66.17679 |
| 22:00:00 | 28.40582                                    | 28.62157 | 28.02168 | 28.90503 | 27.90373 | 28.05941 | 27.53861 | 28.44403 | 68.77804                                    | 67.94049 | 70.29399 | 66.87152 | 70.78179 | 70.1482  | 72.27709 | 68.63611 |
| 23:00:00 | 27.76729                                    | 28.22088 | 27.50654 | 28.37394 | 27.27838 | 27.69481 | 27.00224 | 28.17649 | 72.1186                                     | 70.33131 | 73.19974 | 69.73314 | 74.15976 | 72.4432  | 75.34579 | 70.52432 |
| 24:00:00 | 27.36798                                    | 27.8606  | 27.14327 | 28.01193 | 26.90688 | 27.34666 | 26.67232 | 27.78636 | 74.41338                                    | 72.38079 | 75.37822 | 71.77185 | 76.41392 | 74.51895 | 77.45597 | 72.69399 |

| ETAPA 3               |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| IC [C°]- NOVEMBER 11- |          |          |          |          |          |          |          |          |
| TIME                  | APTO 1   | APTO 2   | APTO 3   | APTO 4   | APTO 5   | APTO 6   | APTO 7   | APTO 8   |
| 1:00:00               | 34.0731  | 35.17621 | 33.71964 | 35.17022 | 33.40503 | 35.72752 | 32.94203 | 35.99938 |
| 2:00:00               | 29.84782 | 30.41916 | 29.57392 | 30.43105 | 29.2411  | 30.5613  | 28.67763 | 31.02165 |
| 3:00:00               | 29.52673 | 29.94656 | 29.18679 | 29.98542 | 28.9784  | 29.87993 | 28.26908 | 30.46335 |
| 4:00:00               | 29.16559 | 29.6106  | 28.75462 | 29.6636  | 28.54298 | 29.33828 | 27.80287 | 30.05043 |
| 5:00:00               | 28.49368 | 29.2494  | 28.26015 | 29.2786  | 27.72002 | 29.42165 | 27.26357 | 29.90273 |
| 6:00:00               | 28.37195 | 29.25976 | 28.37379 | 29.28575 | 27.52229 | 30.00304 | 27.35705 | 30.02709 |
| 7:00:00               | 29.51754 | 30.21001 | 29.31782 | 30.26669 | 28.78948 | 30.36023 | 28.41094 | 30.76542 |
| 8:00:00               | 31.51971 | 31.5496  | 30.96567 | 31.90846 | 30.95404 | 30.92228 | 30.35127 | 31.33921 |
| 9:00:00               | 33.16792 | 33.26483 | 32.93521 | 33.43653 | 32.75065 | 32.85704 | 32.52745 | 33.00307 |
| 10:00:00              | 34.36668 | 34.56323 | 34.29833 | 34.66126 | 34.01679 | 34.23232 | 33.94458 | 34.30265 |
| 11:00:00              | 36.27999 | 36.2935  | 36.21747 | 36.28698 | 36.00533 | 35.99397 | 35.91849 | 35.99985 |
| 12:00:00              | 36.42624 | 36.47874 | 36.34096 | 36.46367 | 36.14385 | 36.1892  | 36.0574  | 36.19254 |
| 13:00:00              | 37.24208 | 37.08382 | 37.17999 | 36.95706 | 37.01956 | 37.01582 | 36.97686 | 36.90188 |
| 14:00:00              | 37.89711 | 37.76163 | 37.84025 | 37.65079 | 37.67578 | 37.71531 | 37.63212 | 37.60038 |
| 15:00:00              | 37.31921 | 37.26432 | 37.26659 | 37.16626 | 37.06613 | 37.16026 | 37.03091 | 37.07431 |
| 16:00:00              | 36.38067 | 36.46597 | 36.35706 | 36.50142 | 36.06775 | 36.177   | 36.06501 | 36.21848 |
| 17:00:00              | 35.63055 | 36.03564 | 35.60519 | 36.11835 | 35.28247 | 35.64955 | 35.25907 | 35.74726 |
| 18:00:00              | 35.27652 | 35.41271 | 35.03878 | 35.66082 | 34.86357 | 34.93229 | 34.63571 | 35.11646 |
| 19:00:00              | 34.62408 | 33.83095 | 33.64381 | 34.27781 | 34.34074 | 33.34951 | 33.19757 | 33.67804 |
| 20:00:00              | 33.3547  | 32.53522 | 32.26221 | 33.04433 | 32.89702 | 31.96954 | 31.75015 | 32.34947 |
| 21:00:00              | 32.18898 | 31.84022 | 31.34735 | 32.30827 | 31.52616 | 31.12391 | 30.74157 | 31.52791 |
| 22:00:00              | 31.28696 | 31.58422 | 30.74785 | 31.97217 | 30.58159 | 30.80201 | 30.05285 | 31.34097 |
| 23:00:00              | 30.4826  | 31.14794 | 30.09432 | 31.36739 | 29.74764 | 30.3786  | 29.31914 | 31.08654 |
| 24:00:00              | 29.95216 | 30.70317 | 29.60097 | 30.92877 | 29.22387 | 29.9207  | 28.84053 | 30.59319 |